

Revista

DOCEntes

Volume 09 | Nº 025 | março de 2024



SECRETARIA DA EDUCAÇÃO DO ESTADO CEARÁ



Docentes

Volume 09 – Nº 025 | março de 2024

revistadocentes.seduc.ce.gov.br



ISSN Impresso: 2526-2815
ISSN Eletrônico: 2526-4923

Fortaleza – Ceará
2024



Elmano de Freitas da Costa
Governador

Jade Afonso Romero
Vice-Governadora

Eliana Nunes Estrela
Secretária da Educação

Emanuelle Grace Kellye Santos de Oliveira
Secretária Executiva de Cooperação com os Municípios

Helder Nogueira Andrade
Secretário Executivo de Equidade, Direitos Humanos, Educação Complementar e Protagonismo Estudantil

Maria Jucineide da Costa Fernandes
Secretária Executiva de Ensino Médio e Profissional

José Iran da Silva
Secretária Executiva de Planejamento e Gestão Interna

Julianna da Silva Sampaio
Assessora de Comunicação – ASCOM

Danielle Taumaturgo Dias Soares — Marta Emilia Silva Vieira – Keifer Fortunatti
Assessores Especiais do Gabinete

Ideigiane Terceiro Nobre
Coordenadora da Gestão Pedagógica do Ensino Médio – COGEM

Maria da Conceição Alexandre Souza
Articuladora da Coordenadoria da Gestão Pedagógica do Ensino Médio – COGEM

Dóris Sandra Silva Leão
Orientadora da Célula de Gestão Pedagógica e Desenvolvimento Curricular – COGEM/CEGED

Paulo Venício Braga de Paula
Orientador do Centro de Documentação e Informações Educacionais – COGEM/CEGED /CDIE

ASCOM – Assessoria de Comunicação

Produção Gráfica da Revista

Gráfica Digital da SEDUC

Projeto Gráfico, Diagramação e Arte Final

Profa. Esp. Maria das Graças Rodrigues de Lima

Revisão Português

Prof. Me. Francisco Elvis Rodrigues Oliveira

Revisão Inglês

Elizabete de Oliveira da Silva

Normalização Bibliográfica

Tiragem

2.000 exemplares

Contatos:

85 3101 3976

revistadocentes@seduc.ce.gov.br



Arte da Capa

JOSE CAIO DO NASCIMENTO LIMA

EEMTI Almiro da Cruz – Juazeiro do Norte – Ce | CREDE 19 –
Ensino Médio

Pintura intitulada

Casa do Lago

A obra em questão trata-se da beleza de ser só, o único inimigo é o tempo. Então, em formato de poesia, um pouco da minha visão. Na beleza da imagem com uma profunda melancolia, uma arte que traz paz e feito na correria. Com os traços não tão delicados, mas profunda a arte seria, puxando olhares e reflexão no que fiz em uma correria. Então, chamei de casa no lago, porque lá teria a paz que já procurei e o tempo preciso, lá teria os olhos cansados e já não preciso mais correr, me sento na cadeira de balanço, é admirar o entardecer e por fim, dormiria.

ISSN Impresso: 2526-2815

ISSN Eletrônico: 2526-4923

www.seduc.ce.gov.br



[instagram.com/seduc_ceara](https://www.instagram.com/seduc_ceara)



www.facebook.com/EducacaoCeara

Editor Chefe

Prof. Dr. Rosendo Freitas de Amorim (Secretaria da Educação do Ceará – SEDUC)



Conselho Editorial Científico

Profa. Dra. Adeline Annelise Marie Stervinou (Universidade Federal do Ceará – UFC)

Profa. Dra. Ana Carolina Costa Pereira (Universidade Estadual do Ceará – UECE)

Profa. Dra. Ana Joza de Lima (Secretaria da Educação do Ceará – SEDUC)

Profa. Dra. Ana Karine Portela Vasconcelos (Instituto Federal do Ceará – IFCE)

Profa. Dra. Ana Maria Fontenelle Catrib (Universidade de Fortaleza – UNIFOR)

Profa. Dra. Betânia Maria Gomes Raquel (Secretaria da Educação do Ceará – SEDUC)

Profa. Dra. Caroline de Goes Sampaio (Instituto Federal do Ceará – IFCE)

Profa. Dra. Eloneid Felipe Nobre (Universidade Federal do Ceará – UFC)

Profa. Dra. Germania Kelly Furtado Ferreira (Secretaria Municipal de Educação – SME/Fortaleza)

Profa. Dra. Gezenira Rodrigues da Silva (Secretaria da Educação do Ceará – SEDUC)

Profa. Dra. Gisele Pereira Oliveira (Secretaria da Educação do Ceará – SEDUC)

Profa. Dra. Iêda Maria Maia Pires (Prefeitura Municipal de Fortaleza – PMF)

Profa. Dra. Jacqueline Rodrigues Moraes (Secretaria da Educação do Ceará – SEDUC)

Profa. Dra. Maria José Costa dos Santos (Universidade Federal do Ceará – UFC)

Profa. Dra. Mirna Gurgel Carlos Heger (Secretaria da Educação do Ceará – SEDUC)

Profa. Dra. Rita Helena Sousa Ferreira Gomes (Universidade Federal do Ceará – UFC)

Profa. Dra. Vagna Brito de Lima (Secretaria da Educação do Ceará – SEDUC)

Profa. PhD. Fernanda Maria Diniz da Silva (Secretaria da Educação do Ceará – SEDUC)

Profa. PhD. Francisca Aparecida Prado Pinto (Secretaria da Educação do Ceará – SEDUC)

Profa. PhD. Karine Pinheiro Souza (Universidade Federal do Cariri – UFCA)

Prof. Dr. Antonio Helonis Borges Brandão (Secretaria da Educação do Ceará – SEDUC)

Prof. Dr. Augusto Ridson de Araújo Miranda (Secretaria da Educação do Ceará – SEDUC)

Prof. Dr. Ewerton Wagner Santos Caetano (Instituto Federal do Ceará – IFCE)

Prof. Dr. Francisco Felipe de Aguiar Pinheiro (Secretaria da Educação do Ceará – SEDUC)

Prof. Dr. Francisco Herbert de Lima Vasconcelos (Universidade Federal do Ceará – UFC)

Prof. Dr. Francisco José Rodrigues (Universidade de Fortaleza – UNIFOR)

Prof. Dr. Francisco Regis Vieira Alves (Instituto Federal do Ceará – IFCE)

Prof. Dr. Genivaldo Macário Castro (Secretaria da Educação do Ceará – SEDUC)

Prof. Dr. Geraldo Fernando Gonçalves de Freitas (Instituto Federal do Ceará – IFCE)

Prof. Dr. Gerardo Silveira Viana Júnior (Universidade Federal do Ceará – UFC)

Prof. Dr. Gilvandenys Leite Sales (Instituto Federal do Ceará – IFCE)

Prof. Dr. Isaias Batista de Lima (Universidade Estadual do Ceará – UECE)

Prof. Dr. José Rogério Santana (Universidade Federal do Ceará – UFC)

Prof. Dr. Mairton Cavalcante Romeu (Instituto Federal do Ceará – IFCE)

Prof. Dr. Marco Antonio Toledo Nascimento (Universidade Federal do Ceará – UFC)

Prof. Dr. Marcos Aurélio Jarreta Merichelli (Secretaria da Educação do Ceará – SEDUC)

Prof. Dr. Nizomar de Sousa Gonçalves (Instituto Federal do Ceará – IFCE)

Prof. Dr. Pedro Hermano Menezes de Vasconcelos (Instituto Federal do Ceará – IFCE)

Prof. Dr. Raphael Alves Feitosa (Universidade Federal do Ceará – UFC)

Prof. Dr. Rickardo Léo Ramos Gomes (Secretaria da Educação do Ceará – SEDUC)

Prof. Dr. Vandilberto Pereira Pinto (Universidade Federal do Ceará – UFC)

Prof. Dr. Wilami Teixeira da Cruz (Instituto Federal do Ceará – IFCE)

Comissão Técnica Científica

Prof. Me. Paulo Venício Braga de Paula

COGEM/Centro de Documentação e Informações Educacionais – CDIE

Profa. Dra. Gisele Pereira Oliveira

SEFOR/CEFOP – Célula de Formação, Programas e Projetos.

Prof. Dr. Antonio Helonis Borges Brandão

COGEM/Centro de Documentação e Informações Educacionais – CDIE

Prof. Dr. Augusto Ridson de Araújo Miranda

COGEM/Centro de Documentação e Informações Educacionais – CDIE

Diagramação

Prof. Esp. Francisco Narcílio Clemente Costa

Tecnologias Gráficas

Alain Rodrigues Moreira

Sumário

Apresentação **07**

Editorial **09**

A TEORIA DAS SITUAÇÕES DIDÁTICAS NO CONTEXTO DE COMPETIÇÕES OLÍMPICAS: A EXPERIÊNCIA NA OLÍMPIADA INTERNACIONAL MATHÉMATIQUES SANS FRONTIÈRES **12**

The Theory of Didactic Situations in the context of olympic competitions: the experience at the International Olympiad Mathématiques Sans Frontières Unidade
01

Renata Teófilo de Sousa | Francisco Régis Vieira Alves

A INTERDISCIPLINARIDADE E O ENSINO DE MATEMÁTICA: UMA REVISÃO SISTEMÁTICA DA LITERATURA **20**

Interdisciplinarity and Mathematics teaching: a Systematic Review of the Literature Unidade
02

Emanuela Moura de Melo Castro | Giliane Filismino Sales | Francisco Daniel Carneiro de Castro | Francisco Herbert Lima Vasconcelos

EDUCAÇÃO DAS RELAÇÕES ÉTNICO-RACIAIS NO ENSINO DE BIOLOGIA: UMA PROPOSTA DIDÁTICA **29**

Education of ethnic-racial relations in biology teaching: a didactic proposal Unidade
03

Maria Auxiliadora de Almeida Arruda | Sávio Ricardo de Souza Ferreira

ATIVIDADES INVESTIGATIVAS NO ENSINO DE CIÊNCIAS: UMA EXPERIÊNCIA NA ABORDAGEM DE MODELOS ATÔMICOS **40**

Investigative Activities in Science Teaching: An Experience in Approaching Atomic Models Unidade
04

Jean Michel dos Santos Menezes | Dominique Fernandes de Moura do Carmo

UMA PROPOSTA DE ENSINO DE TERMODINÂMICA À LUZ DA APRENDIZAGEM COOPERATIVA

A proposal for teaching Thermodynamics in the light of Cooperative Learning

Francisco Ivanildo de Sousa | Terezinha Valim Oliver Gonçalves

48

Unidade

05

ROBÓTICA EDUCACIONAL EM ESCOLAS PÚBLICAS DO CEARÁ: AVALIAÇÃO DOS IMPACTOS SOBRE O DESENVOLVIMENTO DE COMPETÊNCIAS DISCENTES E A QUALIDADE DO ENSINO

Educational Robotics in Public Schools in Ceará: assessment of impacts on the development of student skills and the quality of teaching

Wagner Bandeira Andriola

59

Unidade

06

CÍRCULOS MATEMÁTICOS: UMA PROPOSTA OLÍMPICA

Mathematical circles: an olympic proposal

Uedson Félix Rodrigues

73

Unidade

07

DoCEntes ENTREVISTA | Prof. Me. Carlos Ian Bezerra de Melo

79

Unidade

08

Apresentação

Uma das grandes questões postas à educação brasileira, atualmente, é a seguinte: Como apoiar os professores no desenvolvimento de suas práticas pedagógicas em sala de aula?

Por se tratar de uma profissão dinâmica sobre a qual as mudanças econômicas, políticas, religiosas e sociais refletem diretamente, é de fundamental relevância que estes profissionais, ao exercerem suas atividades cotidianas de sala de aula, participem, com certa frequência, de programas de formação continuada, tendo como fim o aperfeiçoamento profissional, a troca de experiência entre pares, a reflexão sobre o seu fazer pedagógico, dentre outros. Neste sentido, os sistemas de ensino precisam estruturar mecanismos de apoio ao trabalho docente, de modo que estes profissionais não se sintam isolados frente aos desafios associados à sua prática na escola.

Fazem parte do quadro efetivo(a) ou temporário de servidores das escolas estaduais cearenses: Coordenadora/or Escolar, Coordenadora/or do Centro de Multimeios, Professora/or Coordenadora/or de Área (PCA) e Apoio no Laboratório Educacional de Informática (LEI) ou no Laboratório Educacional de Ciências (LEC), que aos professores, proporcionam apoio pedagógico, aos estudantes, melhores oportunidades de aprendizagem, de engajamento e desenvolvimento da autonomia. Trata-se de um serviço de apoio aos docentes que vem se consolidando nos últimos anos.

Nesta direção, contudo, nada pode substituir na constante qualificação do trabalho docente, a autorreflexão que cada professor deve fazer sobre sua própria prática, a partir de elementos do método científico, para sistematizar suas experiências, bem como para que este adquira o domínio pleno de seu trabalho, promovendo releituras sobre suas práticas e fomentando a elaboração de novos procedimentos de ensino e aprendizagem que promovam o desenvolvimento das competências e habilidades esperadas para cada etapa de ensino.

Seguindo esta perspectiva, a revista DoCEntes, publicada pela Secretaria da Educação do Ceará, visa estimular que todos(as) os(as) professores(as) das escolas públicas estaduais fortaleçam suas práticas de letramento científico, à medida que reflitam sobre a própria performance em sala de aula, escrevam e publiquem relatos de experiência, resenhas e artigos científicos relacionados a pesquisas científicas vinculadas a programas de pós-graduação. Essa revista é uma estratégia de apoio aos/(às) professores(as) em seu processo de autoformação.

É, portanto, um canal disponível para que o professor seja provocado a olhar para si mesmo como sujeito construtor de um saber que o fortalece na dinâmica efervescente da escola, que, por sua vez, vive um constante movimento de adaptação e readaptação às novas demandas, e de expectativas da sociedade contemporânea quanto à sua função social de fomentar a construção e o compartilhamento de saberes múltiplos.

Além disso, é importante reconhecer a produção dos(as) nossos(as) professores(as) proveniente de cursos de pós-graduação, frisando que, em nosso estado, novos programas dessa natureza

têm sido implementados em instituições públicas, onde novas modalidades têm contemplado diferentes perfis profissionais, bem como atendido a diferentes propósitos de pesquisa. Nesse contexto, nossas escolas têm sido locus de estudos de caráter múltiplo, passando por pesquisas quantitativas que buscam mapeamento de perfis, identidades e parametrização de resultados obtidos na implementação de projetos pedagógicos, chegando à análise mais minuciosa e qualitativa de realidades ímpares presentes em nossas salas de aula por todo o Ceará.

Os novos programas de pós-graduação têm ensejado grande diversidade de pesquisa educacional em nosso estado, estimulando, dessa forma, a disseminação e o acesso à produção científica voltada ao trabalho na sala de aula. Por conseguinte, torna-se, cada vez mais expressivo o número de professores(as) que tem se dedicado à pesquisa dentro e fora da sala de aula.

Em cada um destes muitos elementos suscitados ao longo deste texto, uma figura torna-se presente e, de certa forma, central: a do(as) professor(as) pesquisador(as). É a partir dela que se desencadeia todo o processo de pesquisa que busca uma maior apropriação e autocaracterização do professor, enquanto agente de formação, de autoformação e produtor de conhecimento. Neste sentido, a revista DoCEntes é, para nós, um meio viável e eficaz que objetiva o incentivo à realização de pesquisas com a consequente difusão. Este periódico, além da vertente científica, contempla ainda a divulgação de práticas pedagógicas exitosas realizadas pelos docentes da rede pública de ensino estadual do Ceará.

A gestão da Secretaria da Educação sente-se orgulhosa de, por meio da revista DoCEntes, levar à comunidade científica a significativa contribuição de nossos(as) professores(as), fruto de um trabalho engajado e necessário, desenvolvido, em sua ampla maioria, no chão de nossas escolas.

Editorial

Entre perspectivas da Educação Matemática e Ciências da Natureza e suas tecnologias: articulando conhecimentos matemáticos e científicos na educação

Vivemos uma era de informação e de comunicação em rápida velocidade e, nesse contexto de mudanças educacionais, a Revista DoCEntes busca fortalecer o cenário formativo e de discussão entre os sujeitos que compõem o ambiente escolar e acadêmico brasileiro sobre desafios e potencialidades didáticas no ensino das ciências. Portanto, objetivou-se interagir "Entre perspectivas da Educação Matemática e Ciências da Natureza e suas tecnologias: articulando conhecimentos matemáticos e científicos na educação", na intencionalidade de fornecer reflexões que possam contribuir com a significação e a ressignificação de conhecimentos.

Para isso, o Centro de Documentos e Informações Educacionais (CDIE), da Secretaria da Educação do Estado do Ceará (SEDUC), responsável pela Revista DoCEntes, vem apoiar a divulgação de estudos para a comunidade acadêmica e escolar, contemplando iniciativas e experiências exitosas de Educação Matemática e Ciências da Natureza e suas tecnologias.

Essa conjuntura demonstra o quanto vêm emergindo particularidades do fazer docente, revelando que, neste século XXI, marcado pelo período pós-pandêmico, dificuldades como a de ensinar determinados conhecimentos matemáticos e científicos passaram a se acentuar, por causa de mudanças, como a de fazer uso de novas tendências educacionais, que agreguem, justifiquem e subsidiem práticas educativas. Como exemplo, podemos apontar as Tecnologias Digitais da Informação e Comunicação (TDIC), a Resolução de Problemas, a Modelagem, entre outras, que, ao serem implementadas nos processos de ensino de Matemática e de Ciências, podem contribuir para a aprendizagem de conceitos.

Ao se tratar de um diálogo que interaja entre perspectivas da Educação Matemática e Ciências da Natureza e suas tecnologias, esta edição se compromete a apresentar discussões que possam articular conhecimentos provenientes da Matemática e das Ciências, que, cientificamente, a partir da utilização de metodologias, recursos e trocas de experiências, conduzam-nos a reflexões e superações de obstáculos epistemológicos desencadeados em experiências de ensino cotidianas e resultantes da carência, ou até da ausência, de formação inicial e continuada de professores.

Nesse intuito, esta edição buscou reunir sete artigos e uma entrevista, que explanassem aos leitores da Revista DoCEntes, mediante pesquisas e seus elementos fundantes, propostas relevantes, que, consoante seus métodos, suas metodologias, seus resultados e suas considerações, viabilizem compreensões científicas rumo ao fortalecimento dessas ciências.

O **primeiro artigo** desta edição, intitulado por *A Teoria das Situações Didáticas no contexto de competições olímpicas: a experiência na Olimpíada Internacional Mathématiques Sans Frontières*, apresenta as contribuições da Teoria das Situações Didáticas (TSD) na preparação olímpica, demonstrando aprimorar o pensamento lógico-criativo de discentes, tais como o protagonismo estudantil na resolução de problemas. Esse estudo revela resultados significativos, com premiações por intermédio de medalhas de ouro, prata e bronze na Olimpíada Internacional Matemática Sem Fronteiras, expressando contribuições na formação integral de alunos da Educação Básica, nível médio.

O **segundo artigo**, denominado por *A interdisciplinariedade e o ensino de Matemática: uma Revisão Sistemática da Literatura*, explana discussões sobre a prática da interdisciplinariedade no ensino de Matemática, expressando informações levantadas pela Revisão Sistemática da Literatura (RSL), explorando pesquisas desenvolvidas no Brasil, que intencionam promover a significação de conceitos matemáticos via uso de recursos e metodologias concordantes com experimentações interdisciplinares.

O **terceiro artigo**, *Educação das Relações Étnico-Raciais no Ensino de Biologia: uma proposta dinâmica*, objetiva a elaboração de discussões sobre os desdobramentos da Lei n. 10.639/2003¹ e da Educação das Relações Étnico-Raciais no ensino de Biologia. Nesse estudo, o ensino de Biologia é tratado considerando uma proposta didática crítica, compreendida como decolonial, que problematiza o racismo, o conceito de raça biológica e a sua tradição eurocêntrica de Ciência no currículo.

O **quarto artigo**, cujo título é *Atividades Investigativas no Ensino de Ciências: uma experiência na abordagem de modelos atômicos*, expõe um estudo em que alunos da Educação Básica, Ensino Fundamental – Anos Finais, vivenciaram atividades experimentais, resolvendo problemas de natureza científica, que demonstraram, em seus resultados, a aprendizagem de conceitos, o desenvolvimento de habilidades e valores e a alfabetização científica.

O **quinto artigo**, *Uma proposta de ensino de Termodinâmica à luz da aprendizagem cooperativa*, explana discussões e reflexões por meio de uma sequência didática com temática das Leis da Termodinâmica. Nesse, discentes do 3º ano do Ensino Médio, amparados nos pressupostos teóricos da Aprendizagem Cooperativa, refletem e criam espaços de discussão e de compartilhamento de saberes.

O **sexto artigo**, intitulado por *Robótica Educacional em Escolas Públicas do Ceará: avaliação dos impactos sobre o desenvolvimento de competências discentes e a qualidade do ensino*, discute sobre contributos do ensino de Robótica Educacional para o currículo escolar, para os discentes e para as práticas de ensino. Corresponde a um estudo *ex post-facto*, feito com alunos de duas instituições públicas em Educação em Tempo Integral, no Ceará, sobre Robótica Educacional.

O **sétimo artigo**, *Os círculos matemáticos: uma proposta olímpica*, trata de uma metodologia ativa no ensino de Matemática, em que, através de grupos de trabalhos, discentes e docente, analisam

1. BRASIL. **Lei 10.639/2003, de 9 Janeiro de 2003**. Altera a Lei nº 9.394, de 20 de dezembro de 1996. Diário Oficial da União, Poder Executivo, Brasília.

conceitos matemáticos, incentivando a resolução de problemas, o desenvolvimento do raciocínio e a investigação de tópicos para além do currículo convencional.

Em seguida, a **entrevista** realizada com o Prof. Me. Carlos Ian Bezerra de Melo, docente de Educação Matemática da Universidade Estadual do Ceará (UECE) e diretor da Sociedade Brasileira de Educação Matemática do Ceará (SBEM/CE), dialoga acerca de sua trajetória acadêmica e profissional, apresentando a SBEM/CE e suas ações no estado do Ceará para o fortalecimento da formação inicial e continuada de professores. Além disso, avalia mudanças curriculares da Educação Básica brasileira, destacando a relevância da articulação entre escola e universidade, rumo ao tratamento científico de conhecimentos, à profissionalização docente e à qualificação da Educação Básica.

Por fim, a **capa** desta edição corresponde ao desenho *Casa do Lago*, do autor José Caio do Nascimento Lima, da Coordenadoria Regional de Desenvolvimento da Educação (CREDE 19), discente da Escola de Ensino Médio em Tempo Integral Almiro da Cruz, escolhida por demonstrar a complexidade existente no universo, suas nuances, particularidades e infinitude. Diante disso e imersos na temática desta edição, que propõe refletir *Entre perspectivas da Educação Matemática e Ciências da Natureza e suas tecnologias: articulando conhecimentos matemáticos e científicos na educação*, correlacionamos esta, assinalando que, de forma similar, articular a Educação Matemática e as Ciências da Natureza e suas tecnologias viabiliza distintas e complexas conexões interdisciplinares entre conhecimentos dessas áreas, que, diante dessa interação, podem revelar um ambiente de mobilização e de ressignificação de conhecimentos para os processos de ensino e aprendizagem, seja para a Educação Básica ou para o Ensino Superior.

Para finalizar, convidamos nossos leitores da Revista DoCEntes a mergulharem em um universo de discussão, em que, consoante narrativas de discentes e docentes, foram compartilhadas pesquisas e experiências exitosas, significativas para a Educação Matemática e Ciências da Natureza e suas tecnologias, demonstrando-se, nessa seara, a rica potencialidade de conhecimentos científicos e matemáticos na educação.

Profa. Dra. Gisele Pereira Oliveira
Editora da edição de março da Revista DoCEntes



A TEORIA DAS SITUAÇÕES DIDÁTICAS NO CONTEXTO DE COMPETIÇÕES OLÍMPICAS: A EXPERIÊNCIA NA OLIMPIADA INTERNACIONAL MATHÉMATIQUES SANS FRONTIÈRES

Renata Teófilo de Sousa ¹
Francisco Régis Vieira Alves ²

The Theory of Didactic Situations in the context of olympic competitions: the experience at the International Olympiad Mathématiques Sans Frontières

Resumo:

As Olimpíadas de Matemática buscam ampliar a cultura matemática, aprimorar o pensamento lógico-criativo e identificar jovens talentos. Assim, é importante o protagonismo do estudante para a soluções de problemas, o que dialoga com proposta de Brousseau (2008), na Teoria das Situações Didáticas. O objetivo deste trabalho é apresentar as contribuições da Teoria das Situações Didáticas no contexto de preparação olímpica. Adotamos uma metodologia qualitativa e exploratória, implementada com 24 estudantes matriculados dentre as três séries do Ensino Médio, participantes de um grupo de estudos preparatório para olimpíadas. A pesquisa foi realizada na Escola Estadual de Educação Profissional Professora Lysia Pimentel Gomes Sampaio Sales, em Sobral, Zona Norte do Ceará. Como resultados, foram obtidas 24 medalhas entre ouro, prata e bronze, em nível regional e nacional, na realização da Olimpíada Internacional Matemática Sem Fronteiras. Verificou-se que a fase adidática da Teoria das Situações Didáticas e o modelo de prova realizada tem grande potencial para estimular a participação do estudante neste tipo de exame. Ademais, a abordagem usada forneceu um ambiente favorável ao desenvolvimento de habilidades e competências matemáticas de modo interdisciplinar, o protagonismo juvenil, o trabalho em equipe e, sobretudo o pensamento criativo e o raciocínio lógico-matemático, contribuindo para a formação integral do estudante.

Palavras-chave: Olimpíadas de Matemática. Teoria das Situações Didáticas. Raciocínio lógico-matemático.

Abstract:

The Mathematics Olympiads seek to expand mathematical culture, improve logical-creative thinking, and identify young talents. Thus, the student's role in solving problems is important, which is in line with Brousseau's proposal (2008), in the Theory of Didactic Situations. The objective of this work is to present the contributions of the Theory of Didactic Situations in the context of Olympic preparation. We adopted a qualitative and exploratory methodology, implemented with 24 students enrolled in the three high school grades, participating in a preparatory study group for the Olympics. The research was carried out at State School of Professional Education Professor Lysia Pimentel Gomes Sampaio Sales, in Sobral, North Zone of Ceará. As a result, 24 medals were obtained, including gold, silver, and bronze, at regional and national level, during the International Mathematics Without Borders Olympiad. It was found that the didactic phase of the Theory of Didactic Situations and the test model carried out have great potential to encourage student participation in this type of exam. Furthermore, the approach used provided a favorable environment for the development of mathematical skills and competencies in an interdisciplinary way, youth protagonism, teamwork and, above all, creative thinking, and logical-mathematical reasoning, contributing to the student's comprehensive education.

Keywords: Mathematics Olympiads. Theory of Didactic Situations. Logical-mathematical reasoning.

1. Doutoranda em Ensino pelo Programa de Pós-graduação Rede Nordeste de Ensino (RENOEN), polo IFCE campus Fortaleza. Professora efetiva da rede estadual (SEDUC), atuante na EEEP Professora Lysia Pimentel Gomes Sampaio Sales. rtsnaty@gmail.com

2. Doutor em Educação pela Universidade Federal do Ceará. Professor Permanente do Departamento de Pós-graduação do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará (IFCE campus Fortaleza). regis@ifce.edu.br

1. INTRODUÇÃO

A Matemática é importante na formação integral dos estudantes, isto é, nos saberes intelectuais e profissionais, que ajudam no desenvolvimento do raciocínio indispensável em situações encontradas no cotidiano (SOUZA; CASTRO; BARRETO, 2020). Essa disciplina requer um grau de raciocínio por parte dos alunos, que por diversos fatores não consegue ser alcançado. Isso é comprovado nos resultados das avaliações externas, como Programa Internacional de Avaliação de Estudante – *PISA For Schools* (BRASIL, 2019), considerada como uma das avaliações externas mais importantes do mundo (SILVA; ALVES; MENEZES; 2021).

O Instituto de Matemática Pura e Aplicada, a partir de documentos oficiais, como relatórios de Secretarias de Educação e Programas de Capacitação de Professores, aponta que há grandes lacunas na formação docente com base em seus participantes a nível nacional, o que reflete na qualidade do ensino de Matemática do país (IMPA, 2019).

O trabalho do professor de matemática voltado para questões de nível olímpico tem crescido ainda timidamente no país, possivelmente devido a algumas destas lacunas na formação do professor, bem como por questões culturais. É comum a visão de que questões em nível olímpico são muito difíceis, o que segrega a opinião de professores sobre seu uso em sala de aula e o quanto seria difícil implementar com todos os estudantes (ALVES, 2020; 2021; BRAGANÇA, 2013).

Diante do exposto, este trabalho propõe explorar a abordagem matemática presente em questões de olimpíadas, no intuito de ampliar o leque de possibilidades metodológicas do docente, bem como estimular o potencial interesse de alunos para o estudo desta disciplina.

As competições olímpicas apresentam problemas instigantes e desafiadores “[...] problemas que vão desde questões que necessitam de ferramentas básicas de matemática, criatividade, imaginação com um apelo à qualidade de raciocínio, até questões com alto grau de formalismo matemático [...]” (BRAGANÇA, 2013, p. 7), o que pode torná-las atrativas para os participantes, estimulando-os individual ou coletivamente e, por consequência, ocasionando a evolução do conhecimento matemático da turma.

Em face da necessidade de estimular o estudante e torná-lo autônomo e protagonista de sua própria aprendizagem, estruturamos nossa proposta com base na Teoria das Situações Didáticas (TSD) (BROUSSEAU, 2008), na perspectiva trazida por Alves (2020), acerca do conceito de *Situação Didática Olímpica* (SDO). A TSD preconiza a criação de um meio (*milieu*) pelo

docente, para que sob certas condições o aluno se adapte, investigue e se aproprie do conhecimento. Em face disto, as SDOs trazem a proposta da TSD voltada para problemas característicos de olimpíadas, os denominados Problemas Olímpicos (PO) (ALVES, 2020), em particular da Olimpíada Internacional Matemática Sem Fronteiras (OIMSF).

O objetivo deste trabalho é apresentar as contribuições da implementação da Teoria das Situações Didáticas no contexto de preparação olímpica para estudantes do Ensino Médio.

A partir desse objetivo, almeja-se refletir sobre a Teoria das Situações Didáticas (TSD) como aporte à preparação de um ambiente propício à participação e ao protagonismo juvenil, além das possibilidades da implementação de problemas olímpicos no percurso da aprendizagem matemática. Com efeito, trazemos a experiência vivenciada na participação da Olimpíada Internacional Matemática Sem Fronteiras (*Mathématiques Sans Frontières*) (OIMSF), bem como os resultados obtidos (medalhas) no certame do ano vigente (2023).

A metodologia adotada para estruturar este trabalho foi a pesquisa qualitativa e exploratória, sendo esta implementada com 24 estudantes matriculados dentre as três séries do Ensino Médio, participantes de um grupo de estudos preparatório para olimpíadas. A pesquisa foi realizada na EEEP Professora Lysia Pimentel Gomes Sampaio Sales, em Sobral, Zona Norte do estado do Ceará, no primeiro semestre de 2023.

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

A Teoria das Situações Didáticas (TSD) possibilita a compreensão de fenômenos intrínsecos ao processo de aprendizagem em sala de aula, permitindo uma análise da tríade que compõe o processo didático - o professor, o aluno e o saber (BROUSSEAU, 2008).

Assim, a TSD propõe a elaboração de uma situação fundamental, criada pelo docente de forma estratégica, para estimular o aluno a se desenvolver a partir da concepção de hipóteses e conjecturas, construindo o conhecimento de forma autônoma, enquanto o professor assume o papel de mediador do processo (BROUSSEAU, 2008). Assim, como propõem Sousa, Alves e Souza (2023, p. 292):

[...] a autonomia do aluno é desenvolvida por meio da tomada de decisões, da reflexão, da organização de ideias e estratégias com base em seus conhecimentos prévios, desde que o *milieu* seja elaborado pelo professor de modo a produzir tais desequilíbrios e sua consequente busca pela compreensão e apreensão do conhecimento. (SOUSA; ALVES; SOUZA, 2023, p. 292).

O *milieu* deve ser um ambiente criado com situações de dificuldades, contradições e desequilíbrios, onde a adaptação do aluno culmina na aprendizagem de determinado objeto de ensino (ALMOULOU, 2007; BROUSSEAU, 2008). O estímulo à aprendizagem do aluno, segundo a TSD, ocorre em momentos ou dialéticas, que não necessariamente ocorrem de modo disjunto, mas que culminam na construção do conhecimento pelo aluno de forma autônoma. Tais dialéticas são nominadas por Brousseau (2008) como situação de ação, formulação, validação e institucionalização, em que as três primeiras compõem o que o autor nomina por fase adidática. A fase adidática é o momento em que o aluno interage com a situação sem intervenção direta do docente (BROUSSEAU, 2008).

Almouloud (2007, p. 34) pondera que as situações adidáticas são "situações nas quais a intenção de ensinar não é revelada ao aprendiz, mas foi imaginada, planejada e construída pelo professor para proporcionar a estes, condições favoráveis para a apropriação do novo saber". Na institucionalização, o professor valida os resultados apresentados pelos alunos, corrigindo alguns obstáculos que possam ter sido encontrados na fase adidática, com linguagem formal do saber matemático (ALMOULOU, 2007). Assim, a intenção do professor é revelada e os procedimentos matemáticos são verificados, formalizados e generalizados.

No que tange ao contexto de uso de questões olímpicas, é assinalado em Alves (2021, p. 121) que por diversas vezes "o professor de Matemática desenvolve sua práxis desprovida de um fundamento teórico para sua transposição didática e a inexistência de uma metodologia de ensino sistemática, declarada e dedicada ao tipo de abordagem característica das Olimpíadas".

As questões de provas de olimpíadas requerem do estudante atenção, criatividade, capacidade estratégica e uma base de conhecimento mais elaborada acerca dos tópicos matemáticos abordados. É importante que ele tenha habilidades de interpretação e compreensão de problemas e concentração. Esse tipo de problema é denominado por Alves (2021, p. 125) com o termo Problema Olímpico (PO):

[...] um conjunto de situações-problema de Matemática, abordados em um contexto competitivo ou de maratonas, com a participação apenas (e de modo restritivo) dos estudantes competidores, cuja abordagem e características de ação individual e solitária destes envolve apenas objetivo/escopo de se atingir as metas (medalhas e certificados) definidas a priori em cada competição por intermédio do emprego de estratégias especializadas, raciocínios e argumentos matemáticos eficientes, instrumentalizados previamente por professores de Matemática. (ALVES, 2021, p. 125).

A partir do conceito de PO e das dialéticas da TSD, Alves (2020; 2021) concebe o termo Situação Didática Olímpica (SDO), definindo-a como situações de ensino estruturadas para a resolução de problemas olímpicos, seguindo as fases dialéticas de Brousseau (2008). O autor caracteriza uma SDO a partir da equação característica: $SDO = PO + TSD$, em que SDO equivale à Situação Didática Olímpica, PO é o Problema Olímpico e a TSD é a Teoria das Situações Didáticas.

A SDO, a partir da adaptação da TSD para o contexto olímpico, preconiza o desenvolvimento da autonomia do aluno, colocando-o no centro do processo de aprendizagem. O professor mediador planeja as situações buscando prever os possíveis comportamentos dos alunos, com base em seu conhecimento acerca da resolução deste tipo de problema (ALVES, 2021). No percurso, o docente estrutura um *milieu* que busca suscitar os conhecimentos prévios dos alunos e, a partir deles e da sua interação com o próprio *milieu*, o problema olímpico e os seus pares (outros alunos), os alunos busquem a solução de forma autônoma, gerando um ambiente de fértil discussão e avanço no raciocínio matemático.

3. METODOLOGIA

A metodologia deste estudo foi a pesquisa de natureza qualitativa, do tipo exploratória (GIL, 2008). Este método foi adotado dada a sua característica de pesquisa, que busca ampliar o conhecimento sobre determinado tema, ao discutir/responder perguntas científicas relevantes, com uma análise que preconiza a interpretação, a subjetividade e o próprio processo da pesquisa, para além dos resultados quantitativos.

O desenvolvimento desta pesquisa foi implementado com 24 estudantes, regularmente matriculados dentre as três séries do Ensino Médio, participantes de um Grupo de Estudos preparatório para olimpíadas (Grupo Olímpico). As atividades foram realizadas na Escola Estadual de Educação Profissional Professora Lysia Pimentel Gomes Sampaio Sales, situada na cidade de Sobral, na Zona Norte do estado do Ceará, vinculada à 6ª Coordenadoria Regional de Desenvolvimento da Educação (CREDE 06). Os estudantes do Grupo Olímpico são monitores da disciplina de matemática e passaram por processo seletivo interno para integrar o grupo, mediante interesse próprio.

Os encontros do Grupo Olímpico ocorrem regularmente todas às quartas-feiras, no intervalo do almoço, desde fevereiro de 2023. Durante os encontros ocorrem momentos de resolução de questões olímpicas, discussão e exposição de estratégias para resolução e temas recorrentes neste tipo de certame, diálogo e troca de experiências sobre a participação dos estudantes em outras olimpíadas e vivências anteriores.

A professora é mediadora nos encontros, sendo os estudantes os protagonistas na explanação de estratégias, apresentação de alguns tópicos de ensino e troca de informações na resolução de trabalhos dirigidos. Também há um grupo no *WhatsApp* para informes e troca de mensagens pertinentes aos encontros e uma turma no *Google Sala de Aula*, em que a professora compartilha materiais como livros, vídeos, TDs, simulados, entre outros.

A Olimpíada Internacional Matemática Sem Fronteiras 2023 foi realizada por 03 equipes, compostas por 07 alunos do 1º ano, 10 alunos do 2º ano e 07 alunos do 3º ano, perfazendo um total de 24 estudantes participantes em maio de 2023. Cada grupo foi separado por ano e distribuído em diferentes ambientes da escola (Laboratório de Matemática, Laboratório de Informática e Laboratório de Biologia).

No decorrer do certame foram feitos registros fotográficos, bem como foram arquivados alguns materiais a serem enviados para a Comissão Julgadora, responsável pela correção da prova, de acordo com o regimento interno da olimpíada.

4. DISCUSSÃO E ANÁLISE DOS RESULTADOS

No decorrer do semestre, especificamente nos meses de fevereiro, março e abril e início de maio de 2023, os encontros do Grupo Olímpico foram direcionados à tópicos recorrentes em provas de olimpíadas e à resolução de questões contempladas por exames como a Olimpíada Brasileira de Matemática das Escolas

Públicas e Privadas (OBMEP), Canguru da Matemática Brasil e da própria Olimpíada Internacional Matemática Sem Fronteiras.

No caso da experiência deste trabalho, referente à Olimpíada Internacional Matemática sem Fronteiras, seus principais objetivos são:

(a) aproximar os países estrangeiros através do estudo da Matemática;

(b) promover o interesse pela Matemática, o uso de outros idiomas na solução de problemas matemáticos e a solução de problemas matemáticos através do trabalho colaborativo (OIMSF, 2023).

De acordo com o regulamento (OIMSF, 2023), os estudantes deveriam se organizar em equipes com, no mínimo, 05 pessoas para a realização da prova. Uma das questões teve seu enunciado em Língua Estrangeira (espanhol, francês, alemão e inglês). As três equipes escolheram o idioma inglês para redigir a solução. A prova teve duração de 120 minutos.

No decorrer da olimpíada, os estudantes dividiram as 13 questões da prova entre si, de acordo com o tópico matemático que eles tinham mais habilidade, buscando otimizar o tempo disponível para a sua resolução.

Os materiais permitidos e utilizados por eles, conforme regulamento, foram: lápis ou lapiseira, borracha, apontador, caneta azul ou preta, régua e esquadro, tesoura, anotações e livros de matemática, atlas geográfico, dicionários, fita adesiva, calculadora não-programável, sendo estes providenciados pelas equipes com antecedência. Nas Figuras 1, 2 e 3 seguem registros fotográficos do momento de aplicação do certame:

Figura 1 - Equipe do 1º ano.



Fonte: Dados da pesquisa (2023).

Figura 2 - Equipe do 2º ano.



Fonte: Dados da pesquisa (2023).

Figura 3 - Equipe do 3º ano.



Fonte: Dados da pesquisa (2023).

Após o certame, os estudantes aguardaram a divulgação do gabarito oficial e discutiram entre si as estratégias para a resolução das questões da prova. Como resultados, as três equipes foram contempladas com medalhas de Ouro, Prata e Bronze, em nível

Regional e Nacional, sendo obtido um total de 48 medalhas: 02 medalhas para cada um dos vinte e quatro estudantes envolvidos, sendo uma em cada nível de premiação. No Quadro 1 temos a classificação de cada equipe de estudantes em cada nível:

Quadro 1 - Classificação na edição da OIMSF 2023.

| | Nível Regional | Nível Nacional | Quantidade de medalhas |
|----|----------------|----------------|------------------------|
| 1º | Ouro | Prata | 07 |
| 2º | Prata | Bronze | 10 |
| 3º | Prata | Bronze | 07 |

Fonte: Resultados da OIMSF 2023.

Nas Figuras 5 e 6 temos os registros dos resultados divulgados pela coordenação da OIMSF 2023 no site

oficial, em que a escola EEEP Professora Lysia Pimentel Gomes Sampaio Sales foi contemplada:

Figura 4 - Premiação Regional Ouro e Premiação Nacional Prata.

| | | | | |
|----|-------------------------|--|---|--------------------|
| CE | MARACANAÚ | ECIM PRESIDENTE TANCREDO NEVES | 9 | B |
| CE | PARAIPABA | EEEP FLÁVIO GOMES GRANJEIRO | 1 | A, B E C |
| CE | RERIUTABA | EEIF MARCELO DA CUNHA ARAÚJO | 7 | CUZCUZ COM NÚMEROS |
| CE | SÃO GONÇALO DO AMARANTE | EEEP WALTER RAMOS DE ARAÚJO | 2 | A |
| CE | SÃO GONÇALO DO AMARANTE | EEEP WALTER RAMOS DE ARAÚJO | 1 | A |
| CE | SOBRAL | EEEP PROFESSORA LYSIA PIMENTEL GOMES SAMPAIO SALES | 1 | - |
| DF | BRASÍLIA | COC LAGO NORTE | 3 | 3 SÉRIE INTEGRAL |
| DF | BRASÍLIA | COC LAGO NORTE | 5 | B |
| DF | BRASÍLIA | COLÉGIO MILITAR TIRADENTES | 9 | 900. |
| DF | BRASÍLIA | COLÉGIO PRESBITERIANO MACKENZIE BRASILIA | 2 | - |
| DF | BRASÍLIA | COLÉGIO PRESBITERIANO MACKENZIE BRASILIA | 8 | A, B, C E D |

Fonte: Resultados da OIMSF 2023.

Figura 5 - Premiação Regional Prata e Premiação Nacional Bronze.

| | | | | |
|----|-------------------------|--|---|----------------|
| CE | MARACANAÚ | ECIM PRESIDENTE TANCREDO NEVES | 6 | 6A |
| CE | PARAIPABA | EEEP FLÁVIO GOMES GRANJEIRO | 3 | A, B E C |
| CE | SÃO GONÇALO DO AMARANTE | EEEP WALTER RAMOS DE ARAÚJO | 3 | D |
| CE | SOBRAL | EEEP PROFESSORA LYSIA PIMENTEL GOMES SAMPAIO SALES | 3 | INTEGRAL |
| CE | SOBRAL | EEEP PROFESSORA LYSIA PIMENTEL GOMES SAMPAIO SALES | 2 | - |
| CE | TABULEIRO DO NORTE | EEMTI ANTÔNIO VIDAL MALVEIRA | 3 | FÊNIX AB |
| CE | TABULEIRO DO NORTE | EEMTI ANTÔNIO VIDAL MALVEIRA | 1 | OS ARITMÉTICOS |
| DF | BRASÍLIA | COC LAGO NORTE | 6 | A1 |
| DF | BRASÍLIA | COC LAGO NORTE | 4 | A |
| DF | BRASÍLIA | COLÉGIO PRESBITERIANO MACKENZIE BRASILIA | 9 | - |

Fonte: Resultados da OIMSF 2023.

As informações presentes em cada coluna da tabela são: o estado, a cidade, o nome da escola, o ano escolar da equipe e o nome da equipe (opcional), respectivamente.

Notamos que a participação dos estudantes na OIMSF instigou a curiosidade de outros estudantes e vontade de participar também, vendo a possibilidade de colaborar e angariar medalhas, sabendo que seriam acolhidos pelos colegas e teriam a possibilidade de contar com a ajuda uns dos outros. Os estudantes viram a possibilidade de crescer na matemática, por meio da colaboração entre pares. Além disso, um ponto que eles gostaram bastante foi da possibilidade de responder uma questão em língua estrangeira, pois para eles foi algo novo e aqueles que tinham afinidade com

algum dos idiomas se sentiram capazes de contribuir, não apenas com a matemática, mas também com o apoio na tradução e redação da solução. Nesse sentido, vimos que esta olimpíada, em específico, trouxe uma experiência positiva para os estudantes participantes e incentivo aos demais colegas da escola.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

As Olimpíadas de Matemática tem sido mais presentes nas escolas públicas brasileiras, indicando maior adesão dos estudantes ao longo dos anos. Esse modelo de prova almeja ampliar a cultura matemática, aprimorar o pensamento criativo e o raciocínio lógico, além de identificar jovens talentos. Nesse sentido, entendemos

a importância do protagonismo do estudante no desenvolvimento de soluções de problemas, o que vem de encontro à proposta de Brousseau (2008).

Neste trabalho vivenciamos o estudo de questões olímpicas, embasado na Teoria das Situações didáticas, partindo do conceito de Situação Didática Olímpica (SDO), resultando na obtenção de premiações de ouro, prata e bronze na Olimpíada Internacional Matemática Sem Fronteiras, edição 2023. Consideramos esta experiência importante, por ser uma competição pouco difundida nas escolas brasileiras, sobretudo as escolas públicas, além de ser uma prova colaborativa em grupo, que incentiva o protagonismo dos estudantes, permite o exercício da criatividade e da autonomia.

As dialéticas da TSD, sobretudo a fase adidática, a partir de um *milieu* previamente estruturado pelo professor, no decorrer dos encontros do Grupo Olímpico, bem como os modelos de problemas propostos pela OIMSF, tem grande potencial para estimular os alunos a participar de olimpíadas.

Este incentivo ocorre entre os próprios alunos, ao convidar colegas para a equipe e articularem-se entre si. Isto culmina em um ambiente propício ao desenvolvimento de habilidades e competências matemáticas, até mesmo em alunos que tem mais dificuldades, pois eles veem que é possível obter bons resultados e melhorar com apoio dos colegas.

Nosso maior propósito é ampliar a cultura de se estudar a matemática a partir do contexto olímpico, desenvolvendo o protagonismo do aluno e seu raciocínio lógico-matemático. Esperamos que este estilo de questão e de abordagem possa abrir um leque de possibilidades de ensino e de aprendizagem, constituindo-se em uma forma de veicular a discussão de ideias matemáticas.

REFERÊNCIAS

ALMOULOU, S. A. **Fundamentos da didática da matemática**. Curitiba: UFPR, 2007.

ALVES, F. R. V. Situações Didáticas Olímpicas (SDOs): Ensino de Olimpíadas de Matemática com Arrimo do Software GeoGebra como Recurso de Visualização. **Alexandria: Revista de Educação em Ciências e Tecnologia**, v. 13, n. 1, p. 319-349, 2020. <https://doi.org/10.5007/1982-5153.2020v13n1p319>

ALVES, F. R. V. Situação Didática Olímpica (SDO): Aplicações das Teoria das Situações Didáticas para o Ensino de Olimpíadas. **Revista Contexto & Educação**, v. 36, n. 113, p. 116-142, 2021. <https://doi.org/10.21527/2179-1309.2021.113.116-142>

BRAGANÇA, B. **Olimpíada de Matemática para a Matemática avançar**. 107 f. Dissertação (Mestrado Profissional em Matemática), Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2013.

BRASIL. **Relatório Brasil no PISA 2018**. Brasília: Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira, INEP, 2019. Disponível em: http://download.inep.gov.br/acoes_internacionais/pisa/documentos/2019/relatorio_PISA_2018_preliminar.pdf. Acesso em: 07 jan., 2022.

BROUSSEAU, G. **Introdução ao estudo da Teoria das Situações Didáticas**: conteúdos e métodos de ensino. São Paulo: Ática, 2008.

GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 4ª ed. São Paulo: Atlas, 2008.

IMPA. **OBMEP 12 anos**. Biênio 2017-2018. Rio de Janeiro: Instituto de Matemática Pura e Aplicada, 2019. Disponível em: http://www.obmep.org.br/images/Revista_OBMEP_12_anos.pdf. Acesso em: 07 jan. 2020.

OIMSF. **Olimpíada Internacional Mathématiques Sans Frontières**. Site oficial, 2023. Disponível em: <http://matematicasemfronteiras.org/index.html>. Acesso em: 18 set., 2023.

SILVA, J. G. A.; ALVES, F. R. V.; MENEZES, D. B. Situações Didáticas Olímpicas (SDO): uma aplicação de problemas olímpicos (PO) à luz da Teoria das Situações Didáticas (TSD) com o apoio do software GeoGebra. **REnCiMa**, v. 12, n. 3, p. 1-20, 2021. <https://doi.org/10.26843/rencima.v12n3a01>

SOUSA, R. T.; ALVES, F. R. V.; SOUZA, M. J. A. Categorias do Raciocínio Intuitivo e Teoria das Situações Didáticas: uma perspectiva sobre a intuição e o raciocínio matemático. **Revista de Estudios y Experiencias en Educación – REXE**, v. 22, n. 49, p. 284-302, 2023.

SOUZA, D. C.; CASTRO, J. B.; BARRETO, A. L. O. Desempenho, representações e estratégias de estudantes do 5º ano do ensino fundamental, na resolução de situações de combinatória. **Vidya**, v. 40, n. 2, p. 397-416, 2020.

Emanuela Moura de Melo Castro ¹
Giliane Filismino Sales ²
Francisco Daniel Carneiro de Castro ³
Francisco Herbert Lima Vasconcelos ⁴

Interdisciplinarity and Mathematics teaching: a Systematic Review of the Literature

Resumo:

A prática da interdisciplinaridade no ensino de Matemática está cada vez mais necessária, tendo em vista a compreensão dessa componente curricular como essencial na formação integral do indivíduo. Nesse sentido, este artigo tem como objetivo apontar pesquisas que descrevem práticas interdisciplinares para o ensino de Matemática, com enfoque em trabalhos desenvolvidos no Brasil. Para tanto, apresenta uma Revisão Sistemática da Literatura (RSL), descrevendo a interdisciplinaridade aplicada no ensino de Matemática. Desse modo, foram usados critérios de inclusão e exclusão nos trabalhos encontrados em três bases de dados digitais: Periódicos Capes, Scientific Electronic Library Online (SciELO) e Biblioteca Digital de Teses e Dissertações (BDTD), a fim de encontrar trabalhos que respondessem às questões de pesquisa deste estudo. No geral, os resultados apontaram que práticas interdisciplinares para o ensino de Matemática contribuem para o envolvimento dos estudantes com as atividades, promovem a significação de conceitos matemáticos, favorecem o protagonismo estudantil, propiciam o uso de variados recursos pedagógicos e motivam novas metodologias de ensino. Considera-se que o presente estudo possa ajudar professores de Matemática que desejam desenvolver atividades pautadas na interdisciplinaridade, contribuindo para um aprendizado mais acessível a todos.

Palavras-chave: Interdisciplinaridade. Ensino de Matemática. Práticas pedagógicas

Abstract:

The practice of interdisciplinarity in teaching Mathematics is increasingly indispensable, given the understanding of this curricular component as essential in the integral formation of the individual. Given this, this article aims to highlight research that describes interdisciplinary practices in Mathematics teaching, focusing on studies developed in Brazil. To this end, it presents a Systematic Literature Review (RSL), which describes the interdisciplinarity applied in the teaching of Mathematics. Thus, inclusion and exclusion criteria were used in the works found in three digital databases: Periódicos Capes, Scientific Electronic Library Online (SciELO) and Biblioteca Digital de Teses e Dissertações (BDTD), in order to find works that answered the questions of research of this study. Overall, the results showed that interdisciplinary practices for teaching Mathematics contribute to students' involvement in activities, contribute to giving meaning to mathematical concepts, favor student protagonism, encourage the use of varied pedagogical resources and motivate new teaching methodologies. It is considered that this study can help Mathematics teachers who wish to develop activities based on interdisciplinarity, contributing to more accessible learning for everyone.

Keywords: Interdisciplinarity. Teaching Mathematics. Pedagogical practices.

1. Mestranda do Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática (ENCIMA) da Universidade Federal do Ceará (UFC), Fortaleza/CE – Brasil. Professora efetiva da rede pública Municipal de Fortaleza.

2. Mestranda do Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática (ENCIMA) da Universidade Federal do Ceará (UFC), Fortaleza/CE – Brasil. Professora efetiva da rede pública Municipal de Sobral.

3. Mestre em Matemática. Professor do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia (IFCE).

4. Doutor em Engenharia de Teleinformática. Secretário de Educação de Sobral/CE e professor da Universidade Federal do Ceará (UFC).

1. INTRODUÇÃO

O conceito de interdisciplinaridade teve seu início na década de 60, no continente europeu, quando grupos de estudantes na França e na Itália se reuniam para discutir novos estatutos para escolas e universidades (FAZENDA, 1994). No Brasil, entre as década de 60 e 70 o termo era utilizado principalmente na educação, no entanto, era apresentado distorcidamente, já que sua evidência nas reformas educacionais, sem discussões prévias, ocasionou a implantação de projetos ditos interdisciplinares, mas que, essencialmente, eram multidisciplinares (NASCIMENTO *et al.*, 2020).

Discussões sobre a interdisciplinaridade tiveram seu auge no Brasil na década de 90, a partir de estudos do grupo de pesquisa liderado pela pesquisadora Ivani Catarina Arantes Fazenda, os quais enfatizavam "a contradição entre o *modus* do termo interdisciplinar e o avanço do conceito de ciência que fortalece a necessidade de uma nova consciência" (SATOLO *et al.*, 2019, p. 9). Em 1998, a ideia de interdisciplinaridade é introduzida nos currículos da Educação Básica e Educação Infantil, respectivamente, através dos Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN) e Referencial Curricular da Educação Infantil (RCN).

Com a aprovação das Diretrizes Curriculares Gerais para a Educação Básica (DCGEB), em 2010, promulga-se que, no Ensino Fundamental e Médio, deve-se reservar, no mínimo, 20% da carga horária anual para programas e projetos interdisciplinares elaborados pela escola (BRASIL, 2010). Nesse sentido, em 2012, as Diretrizes Curriculares Nacionais para o Ensino Médio (DCNEM) acentuam a interdisciplinaridade, colocando-a como base para o desenvolvimento do currículo (BRASIL, 2012).

A Base Nacional Comum Curricular (BNCC), aprovada em 2017, que fornece orientações para o currículo da Educação Infantil e da Educação Básica, dá às instituições de ensino a responsabilidade de realizar ações que possam organizar os componentes curriculares de forma interdisciplinar, visando a "superação da fragmentação radicalmente disciplinar do conhecimento" (BRASIL, 2017, p.15). Para a componente curricular de Matemática, a BNCC sugere temas como trabalho, economia e questões sociais para serem utilizados de forma interdisciplinar em suas unidades temáticas (BRASIL, 2017).

Para Ferreira *et al.* (2022), práticas pedagógicas interdisciplinares no ensino de Matemática colaboram para o aprendizado, visto que possibilitam um estreitamento com outras áreas do conhecimento de interesse do discente. Nesse sentido, o docente pode ir em busca de conceitos mais familiares dos estudantes e fazer a relação com o conteúdo didático (FAZENDA, 2008).

À vista disso, o presente trabalho busca responder a seguinte questão: Qual o cenário atual de pesquisas brasileiras que abordam práticas interdisciplinares para o ensino de Matemática? Sendo assim, este estudo tem como objetivo apontar pesquisas que abordam práticas pedagógicas interdisciplinares para o ensino de Matemática, com enfoque em pesquisas brasileiras.

Portanto, desenvolveu-se uma Revisão Sistemática da Literatura (RSL) a partir de trabalhos publicados nos últimos cinco anos, que apresentaram atividades interdisciplinares aplicadas com estudantes no ensino de Matemática. Para a seleção dos artigos, foram adotados critérios de inclusão e exclusão a partir da busca em três bases digitais, com o intuito de responder à questão aqui levantada.

O presente artigo se torna relevante pela necessidade de tornar conhecidas, entre os professores de Matemática, práticas pedagógicas que estejam consonantes com as diretrizes curriculares de ensino vigentes e que possibilitam um ensino contextualizado e desfragmentado, colaborando para uma aprendizagem mais significativa do educando.

Este estudo está dividido em cinco seções, primeiramente com esta introdução, que dá uma visão geral da pesquisa. Na segunda seção, é apresentada a fundamentação teórica, na qual se expõe o conceito de interdisciplinaridade e seu envolvimento no ensino de Matemática. A terceira seção descreve a metodologia utilizada para a elaboração deste estudo. Os resultados e discussões são apresentados na quarta seção, onde se busca responder as perguntas que nortearam a pesquisa. Por fim, na quinta seção são relatadas as considerações finais.

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1 Conceituação da Interdisciplinaridade

Na busca pela definição da interdisciplinaridade, observa-se que se trata de um termo polissêmico entre os pesquisadores. Nesta subseção, são trazidas as compreensões de alguns autores sobre esse conceito.

Nicolescu (1999) afirma que a interdisciplinaridade transfere métodos utilizados em uma disciplina para outra e que pode ser diferenciada em três graus: o grau de aplicação, quando um método de uma disciplina serve de aplicação para outra; o grau epistemológico, quando métodos de uma disciplina produzem uma análise epistemológica para outra área; e o grau de geração de novas disciplinas, quando métodos específicos de uma disciplina se unem com os de outra, dando origem a uma nova fonte de estudo.

Yared (2008) diz que uma relação interdisciplinar é caracterizada pelo envolvimento entre duas ou mais disciplinas que engloba o conhecimento, o aprendizado e os métodos. Em consonância com o autor, Fazenda (2008, p. 161) diz que a:

[...] palavrainterdisciplinaridadeevocaa"disciplina"comoumsistemaconstituídoouporconstituir, e a interdisciplinaridade sugere um conjunto de relaçõesentre disciplinasabertasemprenovasrelações,quesevai descobrindo.Interdisciplinar é toda interação existente de duasoumais disciplinasnoâmbito do conhecimento, dosmétodosdaaprendizagem. Interdisciplinaridade é o conjunto das interações existentes e possíveis das disciplinas nos âmbitos indicados

Nesse sentido, a interdisciplinaridade é compreendida como a interrelação de disciplinas, sendo que não há a valorização de uma em detrimento das outras. Para Japiassu (1976), a prática interdisciplinar está associada à superação das barreiras das disciplinas e pode evidenciar-se quando os que desejam implementá-la a uma pesquisa partem de uma mesma linguagem. A interdisciplinaridade, segundo ele, se caracteriza "pela intensidade das trocas entre os especialistas e pelo grau de interação real das disciplinas, no interior de um projeto específico de pesquisa" (JAPIASSU, 1976, p. 74). Nesse sentido, fundamenta o espaço da interdisciplinaridade sobre a negação e superação dos limites da disciplinaridade.

Diante do que foi apresentado, considera-se que a prática docente baseada na interdisciplinaridade se opõe à dissociação do saber e ao ensino alienado. Contudo, Tomaz e David (2021) afirmam que, embora haja uma diversidade de fatores sociais, econômicos e culturais que apontam a interdisciplinaridade como estratégia para as limitações e falta de capacidade que têm as disciplinas isoladas de entender sobre a realidade e dar resposta às demandas da sociedade, na maioria das vezes, o que acontece nas escolas é a fragmentação do conhecimento, deixando que o próprio educando estabeleça relações entre os conteúdos.

Depois de discutir a interdisciplinaridade, considerando diferentes autores, a subseção a seguir aborda a interdisciplinaridade e o ensino de Matemática.

2.2 A interdisciplinaridade e o ensino de Matemática

A Matemática é apontada pela BNCC como uma das componentes essenciais para a formação integral do indivíduo (BRASIL, 2017). Segundo Takinaga e Manrique (2023, p. 36), "pensar o aluno em sua integralidade nos remete a uma educação que se ocupa, além do desenvolvimento intelectual, também do social, do emocional, do físico e do cultural". A BNCC, nesse sentido, propõe objetos de conhecimento e habilidades

necessárias para desenvolver competências específicas, orientadas por competências gerais que visam a formação integral (FELCHER *et al.*, 2021).

Tem-se, pela Base, que a Matemática é tanto uma área do conhecimento como uma componente curricular. Nesse sentido, a prática interdisciplinar no ensino da Matemática é reforçada pela BNCC quando considera, por exemplo, o desenvolvimento da competência específica 3, que visa:

compreender as relações entre conceitos e procedimentos dos diferentes campos da Matemática (Aritmética, Álgebra, Geometria, Estatística e Probabilidade) e de outras áreas do conhecimento, sentindo segurança quanto à própria capacidade de construir e aplicar conhecimentos matemáticos, desenvolvendo a autoestima e a perseverança na busca de soluções (BRASIL, 2017, p. 265).

No trecho acima, pode-se considerar dois aspectos da interdisciplinaridade como ferramenta para o ensino da Matemática. O primeiro deles enfatiza as relações internas entre as unidades temáticas propostas pela base e o envolvimento da Matemática com outras áreas do conhecimento. Moraes e Pereira (2021) afirmam que esse aspecto se alinha à busca de ferramentas para ampliar e investigar conhecimentos, possibilitando novas formas de pensar um conceito.

O segundo aspecto considera o conhecimento matemático uma possibilidade de solucionar problemas. O saber matemático, nesse sentido, torna-se um potente mecanismo para a compreensão e raciocínio da realidade na qual o indivíduo está inserido (MORAES; PEREIRA, 2021). Dado o envolvimento da Matemática com a cultura e com conhecimentos historicamente construídos, assim como em situações práticas e cotidianas, Presotto e Costa (2023) consideram que uma abordagem interdisciplinar nessa área do conhecimento pode atenuar a complexidade conceituada pelos alunos e promover um aprendizado mais significativo dos conceitos estudados.

Esta pesquisa investiga o cenário de pesquisas empíricas desenvolvidas no Brasil, nos últimos cinco anos, que tiveram como perspectiva a interdisciplinaridade no ensino de Matemática. Identificam-se nos estudos os recursos utilizados na aplicação de atividades que valorizam a interdisciplinaridade no ensino de Matemática, as metodologias utilizadas pelos docentes, as contribuições da abordagem interdisciplinar para a aprendizagem de Matemática, além de outros pontos. A seção seguinte apresenta a metodologia utilizada neste estudo.

3. METODOLOGIA

Este trabalho realiza uma Revisão Sistemática da Literatura (RSL), a fim de investigar práticas interdisciplinares para o ensino de Matemática na atualidade. Segundo Kitchenham (2007), a RSL é um estudo secundário, ou seja, oriundo de pesquisas já realizadas, utilizado para identificar, avaliar e interpretar trabalhos que apresentam uma relevância para uma certa questão de pesquisa, para uma determinada área ou para algum fenômeno.

Kitchenham (2007) afirma que, para realizar uma RSL, deve-se adotar, primeiramente, uma estratégia de busca que garanta que a integridade da pesquisa seja analisada. Nesse sentido, conforme indica a autora, neste estudo definiram-se as questões de pesquisa, as bases de dados e a *string*⁵ de busca. Além disso, adotaram-se critérios de inclusão e exclusão. Se

apresentam nas subseções a seguir cada um desses elementos.

3.1 Questões de Pesquisa

Para Kitchenham (2007), a definição das questões de pesquisa é um dos principais elementos da elaboração de uma RSL, pois delimita a procura a fim de ajudar o pesquisador durante a seleção de trabalhos relevantes para a temática na qual se pretende estudar.

Este estudo apresenta como questão central: Qual o cenário atual de pesquisas brasileiras que abordam práticas interdisciplinares para o ensino de Matemática? A partir dessa pergunta definiram-se outras três questões principais (QP), exibidas no Quadro 1, que, juntas, visam atender ao objetivo proposto, servindo para obter os resultados deste estudo.

Quadro 1 - Questões principais (QP).

| | |
|-----|---|
| QP1 | Quais contribuições foram apontadas em pesquisas que descreveram práticas interdisciplinares para o ensino de Matemática? |
| QP2 | Quais metodologias, estratégias ou abordagens foram utilizadas para o ensino de Matemática na perspectiva da interdisciplinaridade? |
| QP3 | Quais recursos foram apresentados nas pesquisas durante a descrição de atividades interdisciplinares aplicadas com os estudantes para o ensino de Matemática? |

Fonte: Elaborado pelos autores (2023).

3.2 Estratégias de busca

Delimitou-se, durante a busca pelos estudos, o período de 2018 a 2022, ou seja, os últimos cinco anos, a partir de três bases de dados científicos: Periódicos Capes, Scientific Electronic Library Online (Scielo) e Biblioteca

Digital de Teses e Dissertações (BDTD). Para obter as pesquisas desejadas nas bases de dados, elaborou-se uma *string* de busca, mostrada no Quadro 2, que considerou quatro escopos: interdisciplinaridade, Matemática, ensino e aprendizagem.

Quadro 2 - *String* de busca automática nas bases de dados científicos.

| | |
|---------------|--|
| Operador | AND |
| <i>String</i> | "Interdisciplinaridade" AND "Matemática" AND "Ensino" AND "Aprendizagem" |

Fonte: Elaborado pelos autores (2023).

3.3 Critérios de Inclusão e de Exclusão

A inclusão de pesquisas considerou a relevância no que diz respeito às questões levantadas neste estudo. Definiram-se critérios de exclusão no intuito

de desconsiderar pesquisas que não favorecem a construção dos resultados deste trabalho. Nesse sentido, a seleção das pesquisas encontradas pela busca automática se deu a partir dos critérios apresentados no Quadro 3.

Quadro 3 - Critérios de Inclusão e de Exclusão.

| Critérios de Inclusão (CI) | Critérios de Exclusão (CE) |
|---|---|
| CI1 - Estudos que respondem a string de busca | CE1 - Estudos que não apresentam uma fundamentação teórica adequada |
| CI2 - Publicações realizadas no período entre 2018 e 2022 | CE2 - Pesquisas inacabadas e/ou que apresentam lacunas na apresentação dos resultados |
| CI3 - Pesquisas que utilizam a língua Portuguesa | CE3 - Estudos publicados em outros idiomas que não seja o português |

| | |
|--|---|
| CI4 - Estudos empíricos aplicados com discentes em um contexto educacional no Brasil | CE4 - Estudos secundários, tais como artigos de revisão |
| CI5 - Estudos que respondam às perguntas de pesquisa levantada neste estudo | CE5 - Pesquisas similares, nesse caso, selecionando-se a mais recente |

Fonte: Elaborado pelos autores (2023).

3.4 Etapas da Pesquisa

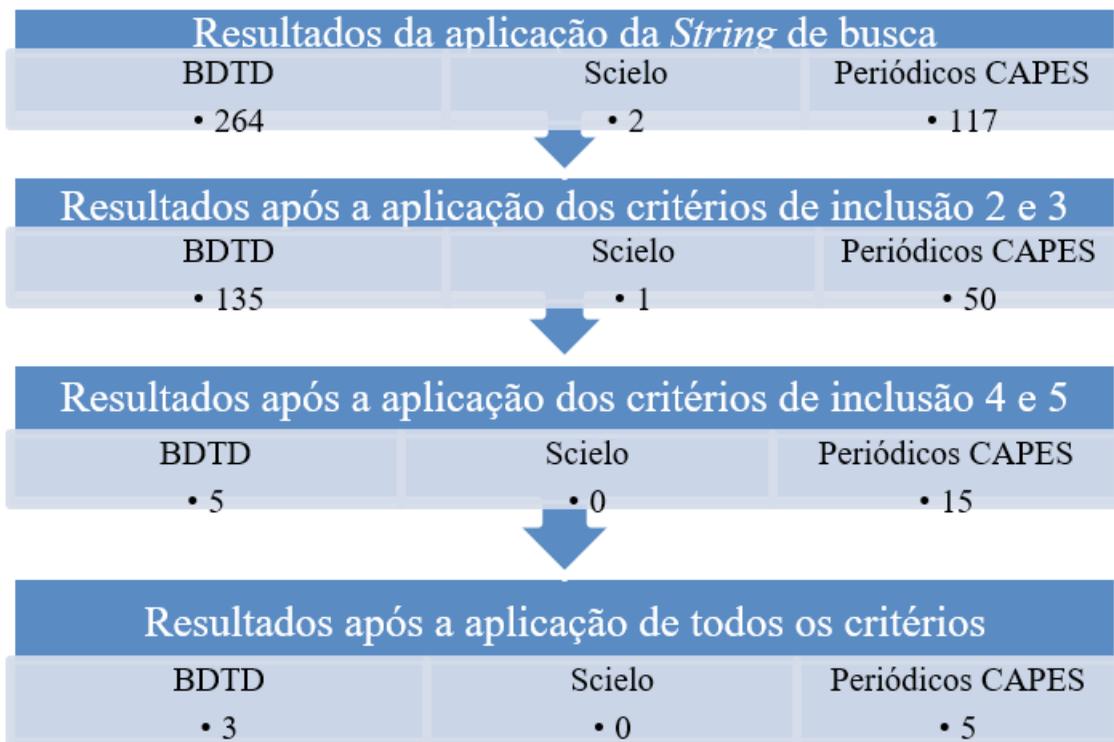
Na primeira etapa, aplicou-se a *string* de busca em cada base de dados, realizando a adaptação conforme os mecanismos de busca das plataformas. Conforme o critério de inclusão 1, foram encontradas 383 pesquisas, sendo 264 nos dados do Banco de Teses e Dissertações (BDTD), 2 nos dados do Scielo e 117 nos dados do Periódicos Capes.

Na segunda etapa, depois da seleção dos artigos da etapa anterior, aplicaram-se os critérios de inclusão 2 e 3, que resultaram em 186 pesquisas. Na terceira etapa, realizou-se a leitura dos resumos das pesquisas,

a fim de verificar quais delas atendiam aos critérios de inclusão 4 e 5, o que resultou na seleção de 20 estudos. Na quarta etapa, aplicaram-se os critérios de exclusão a partir da leitura completa dos trabalhos selecionados na etapa anterior, atentando-se, principalmente, para o referencial teórico, os procedimentos metodológicos e os resultados dos trabalhos selecionados na terceira etapa, resultando em 8 estudos, sendo 5 artigos e 3 dissertações.

A Figura 1 exibe o resultado do processo de seleção dos estudos em cada base de dados, a partir da aplicação dos critérios de inclusão e exclusão.

Figura 1 – Metodologia de seleção dos trabalhos.



Fonte: Elaborada pelos autores (2023).

Portanto, selecionaram-se, pelos critérios de inclusão e exclusão, um total de 8 trabalhos. Os estudos escolhidos

foram lidos na íntegra, extraindo-se informações que responderam às questões de pesquisa aqui levantadas.

Quadro 1 - Questões principais (QP).

| Título | Autores/Ano | Banco de dados |
|---|------------------------------------|------------------|
| Matemática na tela: o desenho artístico como atividade mediadora da aprendizagem matemática | Oliveira e Costa (2021) | Periódicos Capes |
| Modelagem Matemática no Curso Técnico de Informática Integrado ao Ensino Médio: uma abordagem interdisciplinar | Setti e Vertuan (2021) | Periódicos Capes |
| Investigando o ensino de trigonometria através da interdisciplinaridade com um simulador da plataforma Phet | Moura, Ramos e Lavor (2020) | Periódicos Capes |
| O ensino de Estatística na educação básica com foco na interdisciplinaridade: um estudo comparativo | Pagan e Magina (2019) | Periódicos Capes |
| Estudo da integral definida por meio de problemas interdisciplinares do Cálculo com a Físico-Química | Rachelli, Denardi e Bisogni (2022) | Periódicos Capes |
| História da matemática: a interdisciplinaridade e o lúdico pedagógico na aprendizagem em matemática | Ribeiro (2019) | BDTD |
| Um estudo sobre a interdisciplinaridade com práticas com modelagem matemática na educação básica | Forteski (2019) | BDTD |
| A literatura de Malba Tahan: a interdisciplinaridade como abordagem significativa para o ensino e aprendizagem de Matemática e o uso das TICs como forma de disseminação do aprendizado | França (2021) | BDTD |

Fonte: Elaborado pelos autores (2023).

4.2 Análise dos estudos selecionados

A fim de dar mais clareza para a apresentação do panorama das pesquisas, buscou-se responder às questões principais individualmente, discutindo os resultados.

QP1 - Quais contribuições foram apontadas em pesquisas que descreveram práticas interdisciplinares para a aprendizagem de Matemática?

De modo geral, os estudos selecionados apontaram que a interdisciplinaridade contribuiu para uma aprendizagem mais significativa de conceitos, tanto da Matemática quanto de outras áreas do conhecimento; possibilitou um maior engajamento dos estudantes durante a realização das atividades; instigou a busca pela apropriação do conhecimento; e aguçou a criatividade dos educandos. Observou-se que a interdisciplinaridade não anulou a especificidade das disciplinas envolvidas nos estudos, mas o que houve foi a troca e a interação das disciplinas, mediadas por especialistas, conforme defende Japiassu (1976).

A partir da relação entre a Matemática e o Desenho Artístico, feita no estudo de Oliveira e Costa (2021), foi possível realizar atividades práticas que envolviam noções de Geometria, de razão e de proporção. Os autores apontam como benefício a percepção dos estudantes sobre conceitos matemáticos durante a construção dos desenhos, pois isso, segundo eles, atribuiu significado à aprendizagem dos educandos. Essa significação dos conteúdos em práticas interdisciplinares é defendida por Fazenda (1994), ao reforçar um ensino que viabilize uma nova maneira de pensar, descrevendo a interdisciplinaridade não

como "uma categoria de conhecimento, mas de ação" (FAZENDA, 1994, p. 28).

Os estudos de Setti e Vertuan (2021) e Forteski (2019), que desenvolveram atividades com estudantes do ensino médio, evidenciaram que a interdisciplinaridade contribuiu para a ressignificação e compreensão de novos conceitos da Matemática, além de favorecer a formulação de hipóteses pelos estudantes, construídas matematicamente, para explicar fenômenos sociais e da natureza.

A pesquisa de Ribeiro (2019) apontou que a interdisciplinaridade entre a Matemática e História trouxe para a aprendizagem dos estudantes a superação de uma visão eurocêntrica da Matemática, possibilitando a valorização das etnomatemáticas. Nessa perspectiva, percebe-se o alcance do que se pretende com a prática da interdisciplinaridade: a ruptura de paradigmas criados pela fragmentação dos conhecimentos nos ambientes escolares, por meio da disciplinaridade (FAZENDA, 1994; YARED, 2008). No trabalho de Moura, Ramos e Lavor (2020), afirma-se, ao apresentar os resultados de uma sequência de atividades que relacionou conteúdos da Física e da Matemática, que a interdisciplinaridade contribuiu para uma melhor interpretação dos cálculos realizados nas resoluções de problemas sobre lançamento de projéteis.

Os resultados do estudo de Pagan e Magina (2019) afirmam que a interdisciplinaridade suscitou o interesse dos estudantes por conteúdos estudados em outras disciplinas, o que estimulou uma interpretação correta de representações e facilitou o estudo de conceitos estatísticos. O trabalho de Rachelli, Denardi e Bisogni

(2022), que relaciona conceitos estudados nas disciplinas de Cálculo e Físico-Química, mostrou que a interdisciplinaridade favorece a relação de conceitos matemáticos, dando uma visão mais integradora da Matemática pelos estudantes, que é defendida por Menduni-Bortoloti e Barbosa (2018), pois colabora para uma melhor compreensão dos conteúdos e estimula variadas formas de solucionar um problema, trazendo representações diferenciadas.

Por fim, a pesquisa de França (2021) afirma que a prática interdisciplinar desenvolvida com estudantes do 6º ano do ensino fundamental – anos finais possibilitou um processo mais autônomo da aprendizagem da Matemática, sendo percebido principalmente nas atividades desenvolvidas em grupo. A interdisciplinaridade, nesse sentido, promoveu a interação entre o grupo e contribuiu para um pensamento crítico da Matemática.

QP2 - Quais metodologias, estratégias ou tendências foram utilizadas para o ensino de Matemática na perspectiva da interdisciplinaridade?

A Teoria da Atividade foi utilizada para basear as atividades desenvolvidas nos estudos de Oliveira e Costa (2021) e de Ribeiro (2019). Essa teoria considera a atividade como um meio de produzir ações mediadas e conduzidas por uma necessidade (LEONTIEV, 2004). Nesse sentido, os autores dos estudos citam que, durante a elaboração das atividades, pensou-se na interdisciplinaridade como um fator que motivasse a iniciativa dos estudantes, bem como o protagonismo em suas ações em busca da apropriação dos conceitos matemáticos. Ademais, Ribeiro (2019) utilizou a História da Matemática (HM) no percurso metodológico de ensino. Segundo Gasperi e Pacheco (2018), a HM é uma tendência em Educação Matemática que permite a compreensão da Matemática de forma mais humanizada, contribuindo também para a contextualização dessa componente curricular.

As pesquisas de Setti e Vertuan (2021) e de Forteski (2019) utilizaram a Modelagem Matemática (MM) em práticas pedagógicas interdisciplinares com estudantes do ensino médio. A MM, enquanto metodologia de ensino, conforme Forteski (2019, p. 20), "tem o objetivo de promover formas alternativas para o ensino da Matemática, com um resgate que ressalta a experiência discente conduzindo-os a uma percepção investigativa". A investigação pelos estudantes durante o desenvolvimento das atividades de modelagem, segundo esses trabalhos, favoreceu a interlocução com a interdisciplinaridade, gerando a necessidade de dialogar com outras áreas do conhecimento para solucionar problemas de Matemática.

Os trabalhos de Pagan e Magina (2019) e de Rachelli, Denardi e Bisogni (2022) utilizaram a Resolução de

Problemas como estratégia de ensino, baseando-se nas quatro etapas trazidas por Polya (2006) para resolver um problema: compreender o problema, estabelecer um plano, executá-lo e refletir sobre a solução. A partir da interdisciplinaridade, os autores trouxeram contextualização para os conceitos estudados em disciplinas diversas, a partir de questões de Matemática. O trabalho de Moura, Ramos e Lavor (2020), por sua vez, utilizou a Sequência de Ensino Investigativo (SEI) para estruturar as atividades que foram aplicadas junto aos estudantes. A SEI, segundo Carvalho (2018), consiste em atividades planejadas sequencialmente, de modo que os estudantes sejam conduzidos a utilizar seus conhecimentos prévios para iniciarem outros. Nessa perspectiva, a pesquisa conduzida por Moura, Ramos e Lavor (2020) partiu do conhecimento dos estudantes sobre a trigonometria e buscou demonstrar as equações de lançamento de projéteis, sendo necessário recorrer a outra disciplina, no caso a Física, para explicar os conceitos de Movimento Retilíneo Uniforme (MRU) e de Movimento Uniformemente Variado (MUV).

O estudo de França (2021) trouxe uma proposta baseada em Metodologias Ativas que, segundo Bacich e Moran (2018, p. 4), "são estratégias de ensino centradas na participação efetiva dos estudantes na construção do processo de aprendizagem, de forma flexível, interligada e híbrida". Assim no estudo de França (2021), a pesquisadora, licenciada em Literatura e em Pedagogia, desenvolveu, juntamente com um professor de Matemática, um projeto interdisciplinar com estudantes do 6º ano que utilizaram a literatura de Malba Tahan para explorar conceitos da Matemática e da Literatura.

QP3 - Quais recursos foram apresentados nas pesquisas durante a descrição de atividades interdisciplinares aplicadas com os estudantes para o ensino de Matemática?

Diante da análise dos estudos que desenvolveram práticas interdisciplinares, se percebeu a utilização de variados recursos. No estudo de Oliveira e Costa (2021), os professores/pesquisadores utilizaram materiais como folhas de papel A4, telas de pintura e malhas quadriculadas. Atividades que envolvem o desenho artístico com esses materiais, segundo Pereira e Ferreira (2020), são capazes de produzir conhecimentos de forma prática, gerando a compreensão de noções estudadas na Matemática, tais como, simetria, razão e proporção, dialogando com temáticas estudadas em outras disciplinas.

As tecnologias digitais foram inseridas nas atividades descritas nos trabalhos selecionados, por meio da utilização de planilhas eletrônicas e do *software* Geogebra, no estudo de Setti e Vertuan (2021), do *software* Arduino, no trabalho de Forteski (2019) e do simulador Phet, na pesquisa de Moura, Ramos e Lavor

(2020). No último estudo citado, de França (2021), foram utilizados aplicativos para edição de vídeos e mídias sociais (*YouTube, blog e WhatsApp*) para a divulgação do produto final dos estudantes. Já na pesquisa de Ribeiro (2019), utilizou-se jogos, como Mancala, Quadrados Mágicos, Xadrez, Tangram e Torre de Hanoi, para estabelecer a relação entre a Matemática e a História. Fernandes e Silveira (2019) apontam o potencial didático que as tecnologias digitais e os jogos têm para induzir a interdisciplinaridade. Os autores apresentam essas ferramentas como estimuladoras da criatividade que proporcionam o elo com a interdisciplinaridade, já que "a socialização, a descoberta e o desenvolvimento de habilidades decognitivas se tornam mais marcantes quando impulsionadas por um efeito motivador" (FERNANDES; SILVEIRA, 2019).

Os estudos de Pagan e Magina (2019) e de Rachelli, Denardi e Bisogni (2022) utilizaram listas impressas com problemas que apresentavam a interdisciplinaridade como proposta para a formulação e validação dos resultados pelos estudantes. Em suma, mediante a análise dos estudos selecionados, notou-se que a escolha dos recursos pedagógicos pelos professores/pesquisadores fortaleceu as ações interdisciplinares desenvolvidas e buscou um maior envolvimento dos estudantes com as atividades.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente artigo buscou apontar estudos que abordam práticas interdisciplinares no ensino de Matemática com enfoque em pesquisas brasileiras. Nesse sentido, apresenta uma RSL proposta por Kitchenham (2007) que, ao ser realizada, resultou na seleção de 8 estudos publicados no período de 2018 a 2022, sendo 5 artigos e 3 dissertações.

As principais conclusões deste estudo são que práticas interdisciplinares contribuem para o processo de ensino e aprendizagem de Matemática, principalmente no que se refere ao envolvimento dos estudantes com as atividades, ao protagonismo estudantil, ao ensino baseado em projetos e abordagens dinâmicas, que favorecem a utilização de diversos recursos e estimulam novas metodologias para o ensino de Matemática.

Por fim, considera-se que o resultado desta pesquisa foi satisfatório, uma vez que pode amparar professores e pesquisadores que trabalham temáticas relacionadas à interdisciplinaridade e o ensino de Matemática, ao servir como base teórica e bibliográfica, podendo, inclusive, motivar em estudos futuros, a construção de produtos educacionais aplicáveis em sala de aula, tais como situações didáticas, que tenham intuito de favorecer metodologias que se adequem às necessidades dos estudantes e que estejam consoantes às propostas trazidas pela BNCC e pelos documentos que norteiam

o currículo de estados brasileiros, contribuindo social, cognitiva e pedagogicamente para uma educação acessível a todos.

REFERÊNCIAS

ALMOULOU, S. A. **Fundamentos da didática da matemática**. Curitiba: UFPR, 2007.

ALVES, F. R. V. Situações Didáticas Olímpicas (SDOs): Ensino de Olimpíadas de Matemática com Arrimo do Software GeoGebra como Recurso de Visualização. **Alexandria: Revista de Educação em Ciências e Tecnologia**, v. 13, n. 1, p. 319-349, 2020. <https://doi.org/10.5007/1982-5153.2020v13n1p319>

ALVES, F. R. V. Situação Didática Olímpica (SDO): Aplicações das Teoria das Situações Didáticas para o Ensino de Olimpíadas. **Revista Contexto & Educação**, v. 36, n. 113, p. 116-142, 2021. <https://doi.org/10.21527/2179-1309.2021.113.116-142>

BRAGANÇA, B. **Olimpíada de Matemática para a Matemática avançar**. 107 f. Dissertação (Mestrado Profissional em Matemática), Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2013.

BRASIL. **Relatório Brasil no PISA 2018**. Brasília: Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira, INEP, 2019. Disponível em: http://download.inep.gov.br/acoes_internacionais/pisa/documentos/2019/relatorio_PISA_2018_preliminar.pdf. Acesso em: 07 jan., 2022.

BROUSSEAU, G. **Introdução ao estudo da Teoria das Situações Didáticas**: conteúdos e métodos de ensino. São Paulo: Ática, 2008.

GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 4ª ed. São Paulo: Atlas, 2008.

IMPA. **OBMEP 12 anos**. Biênio 2017-2018. Rio de Janeiro: Instituto de Matemática Pura e Aplicada, 2019. Disponível em: http://www.obmep.org.br/images/Revista_OBMEP_12_anos.pdf. Acesso em: 07 jan. 2020.

OIMSF. **Olimpíada Internacional Mathématiques Sans Frontières**. Site oficial, 2023. Disponível em: <http://matematicasemfronteiras.org/index.html>. Acesso em: 18 set., 2023.

SILVA, J. G. A.; ALVES, F. R. V.; MENEZES, D. B. Situações Didáticas Olímpicas (SDO): uma aplicação de problemas olímpicos (PO) à luz da Teoria das Situações Didáticas (TSD) com o apoio do software GeoGebra. **REnCiMa**, v. 12, n. 3, p. 1-20, 2021. <https://doi.org/10.26843/rencima.v12n3a01>

SOUSA, R. T.; ALVES, F. R. V.; SOUZA, M. J. A. Categorias do Raciocínio Intuitivo e Teoria das Situações Didáticas: uma perspectiva sobre a intuição e o raciocínio matemático. **Revista de Estudios y Experiencias en Educación – REXE**, v. 22, n. 49, p. 284-302, 2023.

SOUZA, D. C.; CASTRO, J. B.; BARRETO, A. L. O. Desempenho, representações e estratégias de estudantes do 5º ano do ensino fundamental, na resolução de situações de combinatória. **Vidya**, v. 40, n. 2, p. 397-416, 2020.

Maria Auxiliadora de Almeida Arruda ¹
Sávio Ricardo de Souza Ferreira ²

Education of ethnic-racial relations in biology teaching: a didactic proposal

Resumo:

Como o racismo pode ser discutido no ensino de Biologia considerando uma proposta didática crítica, entendida também como decolonial, que enquanto uma prática social seja capaz de produzir novas formas de existência e de humanização? A partir dessa problemática, este estudo tem como objetivo elaborar uma discussão sobre os desdobramentos da Lei n.10.639/2003 e da Educação das Relações Étnico-Raciais no ensino de Biologia, mobilizada pelo diálogo sobre uma proposta didática com o tema "A espécie humana: ancestralidade, genética e diversidade fenotípica a partir do continente africano". Realizou-se uma pesquisa qualitativa de cunho bibliográfico onde foram privilegiados alguns estudos decoloniais. Observou-se que no ensino de Biologia a dimensão de Ciência e Tecnologia dos povos africanos e indígenas precisa acompanhar a discussão dos conteúdos científicos como uma forma de construir um currículo contra hegemônico. Nesse viés, o pensamento crítico precisa ser desenvolvido visto que o mesmo não se dá de forma automática, necessitando, portanto, de uma ação docente que problematiza o racismo, o conceito de raça biológica e a tradição eurocêntrica de Ciência no currículo, a fim de que seja reconhecida e valorizada a diversidade étnico-racial na construção do conhecimento universal.

Palavras-chave: Educação Antirracista. Ensino de Biologia. Decolonialidade. Lei n.10.639/2003.

Abstract:

How can racism be discussed in Biology teaching considering a critical didactic proposal, also understood as decolonial, which as a social practice is capable of producing new forms of existence and humanization? Based on this problem, this study aims to develop a discussion on the consequences of Law n.10.639/2003 and the Education of Ethnic-Racial Relations in the teaching of Biology, mobilized by dialogue on a didactic proposal with the theme: The human species: ancestry, genetics and phenotypic diversity from the African continent. A qualitative bibliographical research was carried out where some decolonial studies were privileged. It was observed that in Biology teaching, the Science and Technology dimension of African and indigenous peoples needs to accompany the discussion of scientific content as a way of building a counter-hegemonic curriculum. In this sense, critical thinking needs to be developed since it does not happen automatically, therefore requiring teaching action that problematizes racism, the concept of biological race and the Eurocentric tradition of Science in the curriculum, in order to that ethnic-racial diversity is recognized and valued in the construction of universal knowledge.

Keywords: Anti-racist education. Biology teaching. Decoloniality. Law 10.639/2003.

1. Doutorado em Sociologia pela Universidade Federal de São Carlos - UFSCar. Professora da área de Pedagogia no Programa de Mestrado em Ensino do Instituto Federal de Mato Grosso - IFMT/UNIC e no IFMT- Campus Várzea Grande.
2. Graduação em Licenciatura em Ciências Biológicas pelo IFMT – Campus Avançado Diamantino.

1. INTRODUÇÃO

A classificação social da população a partir da ideia de raça é uma construção social, que de modo global constituiu a colonialidade do saber, do poder e do ser na modernidade, cuja racionalidade específica é o eurocentrismo. O sociólogo peruano Aníbal Quijano (2005) estuda as implicações dessa colonialidade do poder na América Latina e argumenta que a implementação desse novo padrão de poder, isto é, dessa nova estrutura de dominação, se estabeleceu 1) pela ideia de raça, ou seja, por uma suposta diferenciação natural de estrutura biológica que inferiorizava os povos colonizados e justificava a sua dominação, e 2) pelo controle/dominação do trabalho, dos recursos e dos produtos dos colonizados em torno do mercado mundial.

Quijano (2005) define a colonialidade do saber como a racionalidade eurocêntrica que se torna mundialmente hegemônica, colonizando e sobrepondo-se as demais formas de conhecimentos existentes; a colonialidade do poder como um elemento constitutivo do padrão mundial do poder capitalista e eurocentrado que se baseia na imposição de uma classificação racial da população operando em todas as dimensões, materiais e subjetivas da existência e consolidando a distribuição racista do trabalho, e; a colonialidade do ser como a imposição de identidades associadas às hierarquias, aos lugares e aos papéis sociais correspondentes ao padrão de dominação que se impunha. "Conseqüentemente, é tempo de aprendermos a nos libertar do espelho eurocêntrico onde nossa imagem é sempre, necessariamente, distorcida. É tempo, enfim, de deixar de ser o que não somos" (QUIJANO, 2005, p.138).

Para Fanon (2008), o projeto colonial, constitutivo da modernidade, é estruturalmente racista, sendo o colonialismo uma obra do branco europeu que se considerou superior a todos. "A inferiorização é o correlato nativo da superiorização europeia. Precisamos ter a coragem de dizer: é o racista que cria o *inferiorizado*" (FANON, 2008, p.90). E ainda, Fanon (2008), argumenta que a alienação intelectual é uma criação da colonização, por isso, "serão desalienados pretos e brancos que se recusarão enclausurar-se na Torre substancializada do passado" (FANON, 2008, p.187).

Esta discussão está sendo trazida à tona no processo de formação inicial docente em Ciências Biológicas, que por sua vez, evidencia uma reação pedagógica institucionalizada voltada à desconstrução do privilégio racial da branquitude³, pois o seu caráter dinâmico carrega consigo a manutenção do silêncio acerca da defesa dos privilégios raciais constituídos na colonialidade do poder, do saber e do ser. Essa dimensão da branquitude implica séculos de pensamentos e

ações racistas que potencializam a reprodução do racismo e da superioridade da branquitude na realidade social (ARRUDA, 2022). E como bem diz Krasilchik (2005, p.18), "o ensino de biologia não pode se furtar à responsabilidade de analisar as interações entre ciência e sociedade, pela necessária formação de cidadãos".

Diante disso, pode-se compreender que uma didática, ou seja, um processo de ensino em uma perspectiva crítica, compreendida também como decolonial, assume o seu desafio enquanto uma prática social capaz de produzir novas formas de existência e de humanização. A contribuição de Fanon (2008) para pensar sobre a didática escolar em uma perspectiva decolonial traz em seu cerne a compreensão de que "precisa ser realizada uma tentativa de desalienação em prol da liberdade" (FANON, 2008, p.191).

Vale salientar que a decolonialidade é definida como processos de resistência política e epistêmica, ou seja, como um projeto político-acadêmico com mais de 500 anos de luta pela reexistência das populações africanas e afrodiáspóricas, especialmente as populações negra e indígena brasileira, e, posteriormente, daqueles que Fanon nomeou como os condenados da terra (BERNARDINO-COSTA; MALDONADO-TORRES; GROSFUGUEL, 2018).

Desse modo, os estudos de decolonialidade subsidiam esse trabalho, cujo objetivo é elaborar uma discussão sobre os desdobramentos da Lei n.10.639/2003 e da Educação das Relações Étnico-Raciais no ensino de Biologia, mobilizada pelo diálogo sobre uma proposta didática que pode ser trabalhada no ensino médio, com o tema: A espécie humana: ancestralidade, genética e diversidade fenotípica a partir do continente africano.

Assim, a proposição dessa proposta didática para o ensino de Biologia – uma ciência dita não humana - traz em seu cerne problemáticas trazidas pela Lei n.10.639/2003 e pelas Diretrizes para a Educação das Relações Étnico-Raciais, espera-se contribuir para a construção de novas possibilidades didáticas nesse campo e no âmbito do componente curricular de Ciências Biológicas. E ainda, espera-se contribuir com a compreensão de que, assim como dizem a Lei n.10.639/2003, modificada pela Lei n.11.645 de 10 de março de 2008 e as Diretrizes Curriculares para Educação das Relações Étnico-Raciais instituída pela Resolução n. 01, de 17 de junho de 2004, a educação dessas relações é uma responsabilidade de todos os componentes curriculares.

3. A branquitude se refere à forma como os sujeitos brancos se apropriam da categoria raça e do racismo na constituição de suas subjetividades e, ao se apropriarem, acreditam que "ser branco" determina características morais, intelectuais e estéticas dos indivíduos que os distinguem de outros. (ARRUDA, 2020, p.275).

2. REFLEXÕES SOBRE A EDUCAÇÃO DAS RELAÇÕES ÉTNICO-RACIAIS NO ENSINO DE BIOLOGIA

2.1. A categoria raça e racismo em discussão

A classificação social da população a partir da ideia de raça é uma construção social que constituiu a colonialidade do poder, do ser e do saber na modernidade eurocentrada e racista. Como bem afirma Fanon (2008), o branco europeu colonizador, incita-se a assumir a condição de referência de ser humano. E nesse contexto, "aos olhos do branco, o negro não tem resistência ontológica" (FANON, 2008, p. 104) Então, o esquema corporal - atacado, desenraizado e desmorrado - cede lugar a um esquema epidérmico racial (FANON, 2008). Nesse sentido, a colonialidade do ser tem em seu cerne a negação da humanidade para africanos e indígenas na história da modernidade colonial.

O mundo colonial é um mundo maniqueísta. Não basta ao colonizador limitar fisicamente o colonizado, com suas polícias e seus exércitos, o espaço do colonizado. Assim, para ilustrar o caráter totalitário da exploração colonial, o colonizador faz do colonizado uma quinta-essência do mal. A sociedade colonizada não somente se define como uma sociedade sem valores (...) O indígena é declarado impermeável à ética, aos valores. É, e nos atrevemos a dizer, o inimigo dos valores. Neste sentido, ele é um mal absoluto. Elemento corrosivo de tudo o que o cerca, elemento deformador, capaz de desfigurar tudo que se refere à estética ou à moral, depositário de forças maléficas (FANON, 2008, p. 35-36).

Nesse sentido, o eurocentrismo deu origem a uma ideia de universalismo abstrato⁴ que se impôs na produção do conhecimento - racismo epistêmico afirmando os conhecimentos produzidos pelo ocidente como unicamente verdadeiros - assim como também, na economia, política, estética, subjetividade, relação homem/natureza etc. Nesses mais de 500 anos de história colonial/moderna, o modelo europeu e de seu filho predileto - o modelo norte-americano são encarados como ápice do desenvolvimento humano (colonialidade do saber) e outras formas de vida e de organização da vida são tratadas como atrasadas. (BERNARDINO-COSTA; MALDONADO-TORRES; GROSFOGUEL, 2018).

O sociólogo peruano Anibal Quijano (2005) ao estudar as implicações da colonialidade do poder na América Latina, argumenta que a implementação desse novo padrão de poder, isto é, dessa nova estrutura de dominação, se estabeleceu pela ideia de raça e pelo controle/dominação do trabalho.

Com efeito, a ideia de raça, em seu sentido moderno não tem história conhecida antes da América. Talvez tenha originado como referência às diferenças fenotípicas entre conquistadores e conquistados, mas o que importa é que desde muito cedo foi construída como referência a supostas estruturas biológicas diferenciais entre esses grupos. "A formação de relações sociais fundadas nessa ideia, produziu na América identidades sociais historicamente novas: índios, negros e mestiços, e redefiniu outras" (QUIJANO, 2005, p.117).

Para Quijano (2005), em relação a essas novas identidades, os termos espanhol e português e mais tarde europeu, passaram a adquirir uma conotação racial. Essas relações sociais foram se configurando como relações de dominação, de maneira que as identidades produzidas foram associadas às hierarquias, lugares e papéis sociais que correspondiam ao padrão de dominação que se impunha. "Em outras palavras, raça e identidade racial foram estabelecidas como instrumentos de classificação social básica da população" (QUIJANO, 2005, p.117).

O genocídio de povos indígenas nas primeiras décadas da colonização foi causado pela violência da chamada conquista, pelas enfermidades que os ditos conquistadores trouxeram em seu corpo, e, principalmente porque os povos indígenas foram usados como mão de obra descartável, sendo forçados a trabalhar até morrer. E a outra forma de trabalho não pago, o trabalho escravo, foi restrita à população trazida da África e chamada de negra. Desse modo, o trabalho pago era privilégio da branquitude (QUIJANO, 2005).

Maria Aparecida Silva Bento (2014), enfatiza que no Brasil, o privilégio da branquitude foi mantida como um pacto por sua elite branca. Considerando seu grupo como padrão de referência da espécie humana, "a elite fez uma apropriação simbólica crucial que vem fortalecendo a autoestima e o autoconceito do grupo branco em detrimento dos demais, e essa apropriação acaba legitimando sua supremacia econômica, política e social" (BENTO, 2014, p.25).

Ademais, o capitalismo mundial foi desde o início, colonial/moderno e eurocentrado e sustentado em um padrão racista de classificação social universal da população mundial. Assim, como parte do novo padrão de poder mundial, a Europa manteve sob sua hegemonia o controle da subjetividade, da cultura e da produção do conhecimento (QUIJANO, 2005).

Em primeiro lugar, expropriaram as populações colonizadas –entre seus descobrimentos culturais– aqueles que resultavam mais aptos para o

4. O chamado universalismo abstrato é um tipo de particularismo que se estabelece como hegemônico e se apresenta como desincorporado, desinteressado e sem pertencimento a qualquer localização geopolítica (BERNARDINO-COSTA; MALDONADO-TORRES; GROSFOGUEL, 2008, p.13).

desenvolvimento do capitalismo e em benefício do centro europeu. Em segundo lugar, reprimiram tanto como puderam, ou seja, em variáveis medidas de acordo com os casos, as formas de produção de conhecimento dos colonizados, seus padrões de produção de sentidos, seu universo simbólico, seus padrões de expressão e de objetivação da subjetividade. Em terceiro lugar, forçaram – também em medidas variáveis em cada caso – os colonizados a aprender parcialmente a cultura dos dominadores em tudo que fosse útil para a reprodução da dominação, seja no campo da atividade material, tecnológica, como da subjetiva, especialmente religiosa (QUIJANO, 2005, p.121).

Apesar de não adotar uma definição restrita de decolonialidade, como a elaborada pelo grupo de investigação da modernidade/colonialidade, Bernardino-Costa, Maldonado-Torres e Grosfoguel (2008), destacam como mérito de investigação desse grupo a apresentação clara das discussões de autores da tradição do pensamento negro dispersas pelo mundo, bem como de trazer para o primeiro plano da discussão, a importância da raça como dimensão estruturante do sistema-mundo moderno/colonial.

Para Bernardino-Costa, Maldonado-Torres e Grosfoguel (2018), o racismo é um princípio constitutivo que organiza, a partir de dentro, todas as relações de dominação da modernidade, desde a divisão intencional do trabalho até as hierarquias epistêmicas, sexuais, de gênero, de religião e estabelece uma linha divisória entre aqueles que têm ou não o direito de viver, que determina os que podem formular um conhecimento científico legítimo e aqueles que não o podem. E ainda, conforme os autores, a formulação da centralidade da raça e sua articulação com o capitalismo histórico estão na longa tradição do pensamento negro e da luta dos povos afrodiáspóricos.

A Biologia e a Antropologia Física conceberam o conceito de raça biológica, no contexto da ciência moderna eurocentrada, nos séculos XIX e XX. Essa ideia de raça foi apropriada para classificar a diversidade existente entre grupos humanos, tomando por base a interpretação de características biológicas (fenotípicas) e culturais para tornar inferiores na escala de hierarquia social, os grupos sociais racializados como negros e indígenas.

Silvério e Trinidad (2012), no trabalho intitulado: "Há algo novo a se dizer sobre as relações raciais no Brasil contemporâneo?" destacam que na direção de uma educação antirracista a Constituição de 1988, a Lei n.10.639/2003 reivindicada pelo Movimento Negro e as diretrizes para a Educação das Relações Étnico-Raciais, resultam no reconhecimento da discriminação racial e do racismo como constitutivos da modernidade e, portanto, de nossa formação social. Assim, a educação como prática social e histórica vem adquirindo centralidade na luta pela inclusão social e pelo resgate

da contribuição das culturas africanas e indígenas para a formação social brasileira.

Desse modo, torna-se fundamental realizar discussões no campo da didática com vistas a "uma ressignificação da didática que emerge de uma investigação sobre o ensino como prática social viva, nos contextos sociais e institucionais nos quais ocorre" (PIMENTA, 2011, p.23-24).

Para Oliveira e Candau (2010), os debates em torno da Lei n. 10.639/2003 tem semelhanças com as reflexões sobre a colonialidade do poder, do saber e do ser e a possibilidade de novas construções teóricas para a emergência de uma pedagogia decolonial. Ainda conforme os autores, uma leitura atenta das novas Diretrizes Curriculares Nacionais para a Educação das Relações Étnico-Raciais e para o Ensino de História e Cultura Afro-Brasileira e Africana instituídas em 2004, mostra que entre os objetivos estão garantidos o igual direito às histórias e culturas que compõem a nação brasileira e a afirmação de que os conteúdos propostos devem possibilitar a reeducação das relações étnico-raciais por meio da valorização da história e da cultura dos afrobrasileiros e dos africanos.

Nesse viés, entende-se no contexto deste estudo, a necessidade de uma didática decolonial, compreendida como aquela que investiga o ensino como prática social complexa em situações historicamente contextualizadas, na perspectiva de construir novas epistemologias e condições de ser e estar no mundo. Assim, os processos de ensino sustentados na transmissão de conhecimentos eurocentrados, abstratos e sem localização geopolítica, são ressignificados a partir de uma pedagogia enquanto prática social, histórica, política e cultural. Portanto, uma didática decolonial pensa historicamente a colonialidade do saber, do ser e do poder e organiza processos de ensino voltados à problematização e transformação da realidade.

Arruda (2021) enfatiza que a pedagogia libertadora de Paulo Freire, por receber influências do pensamento decolonial de Frantz Omar Fanon, tem o diálogo e a problematização como categorias norteadoras de uma educação crítica e emancipatória voltada à humanização e libertação autêntica dos sujeitos, e, portanto, ao desenvolvimento de um pensamento crítico, epistemologicamente curioso, capaz de compreender a realidade social, apreender - construir e reconstruir - e superar a ideologia da opressão.

Freire (1999), ressalta que a pedagogia crítica é comprometida com a humanização dos sujeitos e da educação é uma forma de intervenção no mundo. Assim, uma prática dialógica não é uma prática racista e preconceituosa, por isso, tem o dever de desvelar, de fazer uma reflexão crítica acerca do racismo como transgressor da natureza humana e inerente ao

contexto histórico de dominação econômica e social do colonizador branco e da superioridade da branquitude. Ademais, precisa pensar criticamente sobre discursos como: "a ciência diz que o negro é geneticamente inferior ao branco". Qualquer discriminação é imoral e lutar contra ela é um dever por mais que se reconheça a força dos condicionamentos a enfrentar" (FREIRE, 1999, p.67).

Por fim, vale lembrar Arruda (2021), quando a mesma destaca que o paradigma da pedagogia crítica, progressista e libertadora freireana e suas categorias fundamentais como problematização e diálogo, visa o desenvolvimento da consciência crítica, de corpos conscientes, de seres humanos sociais e históricos inacabados criadores e recriadores de suas formas de existência, que apreendem criticamente a realidade social e se inserem na luta pela superação das formas de opressão existentes na sociedade contemporânea, a exemplo da luta antirracista.

2.2 Um breve pensar sobre as políticas públicas para educação das relações étnico-raciais

Por muitos períodos no Brasil, várias pessoas não podiam ter acesso à educação ou não conseguiam permanecer nas escolas por conta de políticas educacionais excludentes. O racismo institucional deu-se, também, por meio de documentos legais. O Decreto n.1.331, de 17 de fevereiro de 1854, estabelecia que nas escolas públicas do país não seriam admitidos escravizados e que para os adultos negros estudarem dependeria da disponibilidade de professores.

O Decreto n.7.031-A, de 6 de setembro de 1878, estabelecia que os negros só podiam estudar no período noturno e estratégias foram criadas no sentido de impedir o acesso dessa população aos bancos escolares (BRASIL, 2004).

Após a Constituição de 1988, o Brasil busca se construir, ao menos no discurso, como um Estado democrático de direito com ênfase na cidadania e na dignidade da pessoa humana, contudo, ainda possui uma realidade marcada por posturas subjetivas e objetivas de preconceito, racismo e discriminação em relação as pessoas negras, indígenas e outras historicamente discriminadas, que, enfrentam dificuldades para o acesso e a permanência nas escolas (BRASIL, 2004).

Em março de 2003 é sancionada a Lei n.10.639/2003, que altera a Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional – LDB – nº 9394/1996, passando a ser obrigatório no currículo escolar o ensino da história da África e dos povos africanos no currículo escolar da educação básica, nos ensinos fundamental e médio ofertados escolas públicas e particulares. E, nesse contexto, o componente curricular de Biologia está inserido.

Em 2004, a Resolução n. 1 de Junho, institui as Diretrizes Curriculares para o Ensino de História e Cultura Afro-Brasileira e Africana, que devem ser observadas pelas instituições que ofertam educação básica e superior, principalmente aquelas que ofertam formação inicial e continuada de professores. E ainda, afirmam a obrigatoriedade da inclusão de conteúdos étnico- raciais na educação superior com o objetivo de capacitar a população para que consiga interagir e construir relações de respeito mútuo, além de valorizar as identidades em busca de uma sociedade democrática brasileira.

Em 2008 é aprovada a Lei n.11.645 de 10 de março, que altera a Lei n.10.639/2003, estabelecendo que seja incluído no âmbito de todo o currículo escolar público e privado a obrigatoriedade do estudo da temática História e Cultura Afro-Brasileira e Indígena. Essa alteração inclui, portanto, o reconhecimento da história e cultura dos povos indígenas. Essa lei, representa a reversão do modo de pensar, do agir e do olhar o outro despido de preconceito e rancores históricos (CHIQUINHA PARESI, 2019).

Essa autora ressalta que nas universidades, o processo de implementação da Lei no 11.645/2008 ainda está em aberto visto que a temática indígena é tratada de forma superficial em disciplinas optativas ou por seminários temáticos. E, os impactos na formação de professores são tímidos, não se chegou a uma decisão de quais formações inicial e continuada serão as bases que fundamentarão o combate ao racismo nas universidades. Os avanços pontuais estão na criação da Lei 11.645/2008 e na intencionalidade positiva dos envolvidos com a causa indígena (CHIQUINHA PARESI, 2019).

Ademais, em 2013, a Lei 9.394/1996 sofre mais uma alteração feita pela Lei 12.796/2013. Essa lei prevê em seu artigo 3º, inciso XII, que o ensino deve ser ministrado nas instituições educacionais, observando como um dos seus princípios a consideração da diversidade étnico- racial. É pertinente dizer que, esses dispositivos legais abrem a possibilidade de resistir na educação à tradição do pensamento eurocêntrico, branco e masculino e sua ideia de universalismo abstrato.

2.3 Ensino de Biologia antirracista e decolonial: construindo possibilidades didáticas

O ensino de Biologia deve contribuir na problematização da realidade social. Os professores e as professoras têm a responsabilidade de fazer análise das interações entre a ciência e a sociedade, bem como de promover discussões e analisar um problema do ponto de vista social e político (KRASILCHIK, 2005).

A começar pela (re) apropriação do termo raça no processo de ensino de Biologia, uma vez que o

conceito de raça biológica foi concebido na Biologia e na Antropologia Física, no contexto da ciência moderna eurocentrada, nos séculos XIX e XX. Essa ideia de raça foi apropriada para classificar a diversidade existente entre grupos humanos, tomando por base a interpretação de características biológicas (fenotípicas) e culturais e, assim, diferenciar e hierarquizar os grupos sociais racializados como negros e indígenas.

Analisar criticamente, desvelar, questionar, esclarecer o que está em jogo na construção desse conceito de raça é uma das funções do ensino de biologia, pois ainda se percebe uma desigualdade racial que persiste na hierarquização racial. O processo de ensino de Biologia não pode se dar sem criticidade, é preciso desenvolvê-la. Freire (1999) esclarece que a criticidade não se dá automaticamente, de maneira que, uma das tarefas urgentes e principais da prática educativa libertadora é exatamente o desenvolvimento da crítica.

Francisco Jr. (2008) no artigo intitulado "Educação anti-racista: reflexões e contribuições possíveis do ensino de ciências" discute algumas questões que auxiliam a construção de um currículo menos etnocêntrico. Para esse autor, na Ciência ainda é desconsiderada a dimensão de Ciência e Tecnologia dos povos pré-colombianos, africanos, indígenas etc. e supervalorizada aquelas culturas de origem europeia, o que demonstra a necessidade de que nós, professores e professoras de Ciências, reconheçamos o problema.

A discussão sócio-política precisa acompanhar a discussão dos conceitos científicos. Como exemplo, Francisco Jr. (2008) mostra que no caso da Biologia, quando da discussão de conceitos relacionados a higiene, doenças infecciosas, sistema nervoso e outros afins, deve-se estudar as técnicas de assepsia e anestesia que possibilitaram cirurgias cesarianas, desenvolvidas na região hoje compreendida pela Uganda, registradas em 1879, por um cirurgião inglês. Ainda hoje no Brasil, casos de óbito por falta de assepsia ou por infecções, inclusive dentro de hospitais são frequentes.

Outro exemplo, há cerca de cinco ou sete séculos, povos habitantes da região de Mali – África Ocidental – "já conheciam o Sistema Solar, a Via Láctea e os anéis de Saturno, o que nos faz pensar no adjetivo de moderna dado à Ciência europeia após a revolução copernicana, mediante a qual se iniciou a migração do geocentrismo para o heliocentrismo" (FRANCISCO JR., 2008, p. 406).

Dessa forma, a docência em Ciências e Biologia precisa buscar, na História da Ciência e na História Africana, conhecimentos ou práticas sociais e/ou científicas a serem estudados em sala de aula, como parte do conteúdo curricular, mesmo que a reorientação curricular ainda não tenha acontecido no universo escolar. Um material importante sobre isso é a coleção

"História Geral da África" editada por Valter Roberto Silvério em 2013.

Buscar uma aproximação dos estudos publicados por especialistas em História Africana e Afro-brasileira é uma sugestão importante aos professores de Ciências e Biologia que buscam superar o racismo e a tradição eurocêntrica de Ciência no currículo e reconhecer e valorizar a diversidade étnico-racial na construção do conhecimento universal.

Uma outra contribuição importante no ensino de Ciências e Biologia, mais especificamente para o ensino médio, voltado para a educação das relações étnico-raciais no cotidiano da escola, é uma proposta didática com o tema: A espécie humana: ancestralidade, genética e diversidade fenotípica a partir do continente africano.

Sugestão de texto: A espécie humana, de Maria Aparecida Silva Bento (2000), localizado na Parte 1 de sua obra: Cidadania em preto e branco: discutindo as relações raciais.

Esse texto é composto por 4 partes assim nomeadas:

- 1 – Nós e os outros. O Mito de Narciso. Os "diferentes".
- 2 – A riqueza da diversidade. O Legado da África.
- 3 – Cabelo, pele, nariz e outras diferenças. As diferenças na aparência física. Diferentes raças?
- 4 – A espécie humana. O medo.

A discussão do texto 1 possibilita uma compreensão do narcisismo como uma característica de gostar de si próprio, expressar seus sentimentos, opiniões e buscar realizá-los, que é importante para a garantia de um desenvolvimento saudável. O problema é quando se busca interagir somente com pessoas que consideram "iguais": com os mesmos sentimentos e opiniões, características e interesses, excluindo e representando negativamente aquelas pessoas considerados diferentes. "Muitas vezes essa característica da personalidade se associa ao autoritarismo, à violência, ou a interesses políticos e econômicos. Temos, nesse caso, pessoas que perseguem, ferem e matam para fazer prevalecer os interesses de seu grupo" (BENTO, 2000, p.12).

A discussão do texto 2 permite entender que a civilização moderna foi atribuída ao europeu, enquanto, na verdade, foi constituída por contribuições de diversos povos do mundo. Destaca ainda que, o homem moderno, ou seja, a espécie humana, *Homo sapiens*, teve origem na África há mais de 200 mil anos e deu origem a todos os povos atuais, que por sua vez, acumulam uma grande diversidade genética.

A África antiga, ofereceu ao mundo construções jurídicas, sistemas políticos, doutrinas filosóficas, teorias científicas etc. O café é de origem africana, na produção do aço os fornos construídos na Tanzânia atingiram temperaturas de 200 a 400 graus centígrados, superiores aos fornos europeus até o século XIX. Mas, toda essa riqueza foi destruída com a chegada da colonização europeia. A diversidade apesar de ser um fator de progresso material e cultural da humanidade é utilizada como um instrumento de opressão exploração e mesmo de extermínio de grupos humanos por certos grupos humanos (BENTO, 2000).

A discussão do texto 3 propicia aprender que a espécie humana é única, a nossa ancestralidade é comum. Entretanto a diversidade genética e cultural é diversa, diferente. A espécie humana possui diferenças fenotípicas (cor da pele, tipo de cabelo, formato do nariz) que resultam das condições ambientais de seu desenvolvimento. Essas diferenças não têm nada a ver com as características morais e intelectuais como afirmou a ciência nos Séculos XIX e XX, por meio do conceito de raça biológica, na tentativa de afirmar falsamente que existiriam raças humanas. "Apesar das inúmeras tentativas, a ciência jamais conseguiu provar que traços físicos externos permitem a classificação da espécie humana em diferentes raças. Noutras palavras, 'espécies humanas' mas uma única espécie" (BENTO, 2022, p. 19).

A discussão do texto 4 oportuniza compreender que as pessoas nascem seres humanos, mas na convivência em a sociedade tornam-se negros, brancos ou amarelos. "Portanto, não é a diferença entre as pessoas, mas a forma como encaramos essa diferença que pode nos levar a tratar as pessoas com afeto e respeito ou com medo e desprezo (BENTO, 2000, p.21).

Para complementar essa discussão, Fernandes (2018) propõe alguns vídeos disponíveis na internet, tais como: A Eva Mitocondrial, A Nova África-Berço da Humanidade, Brasil: DNA África - programa NOTA 10, episódio 08 - Ancestralidade e o Filme Pantera Negra.

Peter Wade (2017), também oferece uma contribuição importante ao ensino de biologia, ao fazer uma discussão sobre raça e etnia na era da ciência genética. Conforme o autor, o termo raça foi substituído por população pelos geneticistas. Os geneticistas são contra o racismo e, portanto, rejeitam raça como categoria biológica. Todavia, algumas de suas práticas geram efeitos para o qual vale a pena dedicar atenção, pois podem reforçar o racismo.

Nas últimas décadas, temos assistido à transição global de longo prazo no *status* da questão racial. Do conceito de raça biológica que organizou o pensamento sobre diversidade humana na ciência e na sociedade por mais de 200 anos, para uma recusa desse conceito como

categoria científica válida. Entretanto, ao mesmo tempo, o racismo e a discriminação contra membros de grupos raciais continuam intensificados. A existência de racismo é negada, enquanto a ideia de raça continua sendo um critério de diferenciação social e racismo como uma prática, é o que se pode chamar de "ausente presença da raça (WADE, 2017).

Para esse autor, na relação com o conceito de raça, a genômica compartilha dessa ambivalência e ambiguidade. Por um lado, a genômica elimina completamente o conceito, mostrando que os seres humanos compartilham 99,9% de material genético. Assim, a ideia da espécie humana dividida em raças biologicamente distintas se torna insustentável. Por outro lado, o sequenciamento do genoma humano fortaleceu o interesse nas diferenças biológicas entre populações étnico-raciais ao associarem, por exemplo, variantes genéticas dessas populações à suscetibilidade à doenças.

Assim, Wade (2017) esclarece que os geneticistas são contra o racismo e também rejeitam raça como categoria biológica. No entanto, em algumas de suas práticas vale a pena dedicar atenção. Por exemplo, a escolha por coletar amostras de populações definidas em termos socioculturais pode parecer o óbvio a fazer porque é interessante saber sobre perfis genéticos de populações definidas de modo socialmente significativas e não apenas fazer coleções aleatórias de pessoas, como se fossem moscas de fruta.

Conforme o autor, é importante compreender que essa proposta de colher amostras considerando a população social e não usando uma grade geográfica aleatória traz consigo a possibilidade de que essas populações se tornem reificadas em unidades genéticas, destacando excessivamente suas diferenças e minimamente a sua humanidade comum.

Nesse sentido, é pertinente salientar que todas as práticas que visam realizar uma aproximação dos estudos da História Africana e Afro-Brasileira por professores de Ciências e Biologia na intensão de superar o racismo e a tradição eurocêntrica de Ciência no currículo a fim de reconhecer a diversidade étnico-racial na construção do conhecimento universal, precisam ser rigorosamente estudadas e analisadas com um olhar crítico. Essa criticidade é necessária para um ensino de Biologia antirracista e decolonial.

3. METODOLOGIA: CAMINHOS DA PESQUISA

Esta pesquisa foi desenvolvida a partir de uma abordagem qualitativa. Conforme Ludke e André (2015) a abordagem qualitativa tem um potencial para estudar as questões voltadas ao contexto educacional. Assim, foi realizado um estudo de cunho bibliográfico centrado na seguinte questão: Como o racismo pode ser discutido no ensino de Biologia considerando uma proposta didática crítica, entendida também como decolonial, que enquanto uma prática social seja capaz de produzir novas formas de existência e de humanização?

A pesquisa bibliográfica é desenvolvida com base em material já elaborado, constituído principalmente de livros e artigos científicos embora em quase todos os estudos seja exigido algum tipo de trabalho desta natureza, há pesquisas desenvolvidas exclusivamente a partir de fontes bibliográficas (GIL, 2008, p. 50).

Desse modo, para responder à problemática desse estudo foi percorrido o seguinte caminho: 1) realizou-se um estudo sobre o racismo na perspectiva dos estudos da decolonialidade, especificamente de Fanon (2008), Bernardino-Costa, Maldonado-Torres e Grosfoguel (2018), Quijano (2005), Silvério e Trinidad (2012), estudos da pedagogia crítica de Paulo Freire (1999), bem como estudos da branquitude que mobilizam o pensamento decolonial, como exemplo: Bento (2014) e Arruda (2021); 2) buscou-se artigos disponíveis em periódicos e livros que contribuíssem na elaboração de uma discussão da Lei n. 10.639/2003 e da educação das relações étnico-raciais no âmbito do ensino de Biologia, e 3) desenvolveu-se a construção de uma proposta didática possível de ser trabalhada com estudantes do nível médio, com o tema "A espécie humana - ancestralidade, genética e diversidade fenotípica a partir do continente africano". Essa construção foi realizada a partir do texto: A espécie humana, de Maria Aparecida Silva Bento (2000), localizado na Parte 1 de sua obra: Cidadania em preto e branco: discutindo as relações raciais.

Assim, este estudo traz uma discussão sobre os desdobramentos da Lei n.10.639/2003 e da educação das relações étnico-raciais no ensino de Biologia, mobilizada pelo diálogo sobre uma proposta didática com o tema "A espécie humana: ancestralidade, genética e diversidade fenotípica a partir do continente africano" sustentada por estudos que argumentam na perspectiva da decolonialidade, uma vez que esse projeto político-acadêmico é voltado à compreensão e sistematização do que está em jogo nas relações sociais, explica a constituição histórica da colonialidade do poder, do ser e do saber e ensina a pensar em estratégias que reivindicam a transformação da realidade.

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A discussão sobre os desdobramentos da Lei n.10.639/2003 e da Educação das Relações Étnico-Raciais no ensino de Biologia, mobilizada pelo diálogo sobre uma proposta didática com o tema "A espécie humana: ancestralidade, genética e diversidade fenotípica a partir do continente africano", mostrou-se pertinente, devido a necessidade de desenvolvimento de um processo formativo que dialogue com a diversidade étnico-racial, para efetivamente contribuir com a construção de uma didática decolonial nas dimensões epistêmica, política e social.

Considerando a problemática deste estudo: como o racismo pode ser discutido no ensino de Biologia considerando uma proposta didática crítica, entendida também como decolonial, que enquanto uma prática social seja capaz de produzir novas formas de existência e de humanização? Observou-se que:

No ensino de Biologia a dimensão de Ciência e Tecnologia dos povos africanos e indígenas precisa acompanhar a discussão dos conteúdos científicos como uma forma de construir um currículo contra hegemônico. Nesse viés, o pensamento crítico precisa ser desenvolvido visto que o mesmo não se dá de forma automática, necessitando, portanto, de uma ação docente que problematize o racismo, o conceito de raça biológica e a tradição eurocêntrica de Ciência no currículo, a fim de que seja reconhecida e valorizada a diversidade étnico-racial na construção do conhecimento universal.

Nesse sentido, a proposta didática com o tema "A espécie humana: ancestralidade, genética e diversidade fenotípica a partir do continente africano", mostra-se uma contribuição importante no ensino de Biologia, mais especificamente para o ensino médio, voltado para a educação das relações étnico-raciais no cotidiano da escola.

Portanto, uma didática decolonial que, enquanto prática social, cultural, histórica e política, pense historicamente a colonialidade do saber, do ser e do poder e organiza processos de ensinamentos outros para transformar a realidade. A Lei n.10.639/03 possibilita que no contexto educacional, aconteça a problematização crítica e negociações epistêmicas que tragam à tona a visibilidade de outras lógicas históricas como contraponto à lógica eurocêntrica, a fim de pôr em debate a descolonização epistêmica, no caso deste estudo, no ensino de Biologia.

A obrigatoriedade do ensino da história e da cultura afro-brasileira e africana no âmbito de todo o currículo escolar e as diretrizes para a Educação das Relações Étnico-Raciais, resultam no reconhecimento da discriminação racial e do racismo como constitutivos

de nossa formação social. Dessa forma, o ensino de Biologia precisa buscar, na História da Ciência e na História Africana, conhecimentos ou práticas sociais e científicas a serem estudados em sala de aula, como parte do conteúdo curricular, mesmo que a reorientação curricular ainda não tenha sido feita no universo escolar, com vistas ao desenvolvimento de pessoas que apreendam criticamente a realidade social e se insiram na luta pela superação das formas de opressão existentes na sociedade contemporânea, a exemplo da luta antirracista.

REFERÊNCIAS

ARRUDA, M. A de A. Dimensões da branquitude na política de oferta de vagas do Instituto Federal de Educação Profissional, Científica e Tecnológica de Mato Grosso. **Contemporânea – Revista de Sociologia da UFSCar**, v. 12, n. 1, jan/abr. 2022, pp. 273-298. Disponível em: <https://www.contemporanea.ufscar.br/index.php/contemporanea/article/view/979/505>. Acesso em: 12 dez. 2022. DOI: <http://dx.doi.org/10.4322/2316-1329.2021031>.

-----Relações raciais: por um pensar crítico sobre a branquitude. **Raído**, Dourados, MS, v. 15, n. 37, jan/abr. 2021, pp. 276 – 296. Disponível em: <https://ojs.ufgd.edu.br/index.php/Raído/article/view/14392/8358>. Acesso em: 12 dez. 2022.

BERNARDINO-COSTA, Joaze; MALDONADO-TORRES, Nelson; GROSGOUEL, Ramón. (Orgs.). **Decolonialidade e pensamento afrodiaspórico**. Belo Horizonte, Autêntica, 2018.

BENTO, M. A. S. Branqueamento e branquitude no Brasil. In: CARONE, I.; BENTO, M. A. S. (Org.). **Psicologia Social do Racismo: estudos sobre branquitude e branqueamento no Brasil**. Petrópolis, RJ: Vozes, 2014, p. 25-58.

----- **Cidadania em preto e branco**: discutindo as relações raciais. 3. ed. São Paulo: Ática, 2000.

BRASIL. Ministério da Educação (MEC). Resolução n.01 de 17 de junho de 2004. **Diretrizes Curriculares Nacionais para a Educação das Relações Étnico-Raciais e para o Ensino de História e Cultura Afro-Brasileira e Africana**. Brasília: SECAD, 2004.

BRASIL. Ministério da Educação. **Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional**. Brasília, 1996.

BRASIL. **Lei 10.639/2003, de 9 Janeiro de 2003**. Altera a Lei nº 9.394, de 20 de dezembro de 1996. Diário Oficial da União, Poder Executivo, Brasília.

CHIQUINHA PARESÍ, F. N. P. de Â. Os dez anos da lei 11.645/2008: AVANÇOS E DESAFIOS. **Cad. Cedes**, Campinas, v. 39 n. 109, p. 357-378, set.-dez., 2019.

FANON, F. **Pele negra, máscaras brancas**. Salvador: EDUFBA, 2008.

FERNANDES, K. M. **O ensino de biologia e a lei 10.639/03**: construindo possibilidades didáticas. X COPENE, Uberlândia, MG, 2018.

FRANCISCO JÚNIOR, W. Educação anti-racista: reflexões e contribuições possíveis do ensino de ciências e de alguns pensadores. **Ciência & Educação**, v. 14, n. 3, p. 397-416, 2008. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/ciedu/a/PyFJT66TFDL7jSNfpWCgMGw/abstract/?lang=pt>. Acesso em: 10 dez. 2022.

FREIRE, P. **Pedagogia da Autonomia**: saberes necessários à prática educativa. São Paulo: Paz e Terra, 1999.

GIL, A. C. **Métodos e técnicas de pesquisa social**. 6. ed. São Paulo: Atlas, 2008.

KRASILCHIK, M. **Prática de ensino de biologia**. 4. ed. São Paulo: Universidade de São Paulo, 2005.

LUDKE, M.; ANDRE, M. E. D. A. **Pesquisa em educação**: abordagens qualitativas. 2. ed. Rio de Janeiro: E.P.U, 2015.

OLIVEIRA, L. F.; CANDAU, M. F. P. Pedagogia decolonial e educação antirracista e intercultural no Brasil. **Educação em Revista**. Belo Horizonte, v.26, n.01, p.15-40, abr. 2010.

PIMENTA, S. G. (Org.). **Didática e formação de professores**: percursos e perspectivas no Brasil e em Portugal. 6 ed. São Paulo: Cortez, 2011.

QUIJANO, A. **Colonialidade do poder, eurocentrismo e América Latina**. Buenos Aires, 2005.

SILVÉRIO, V. R.; TRINIDAD, C. T. Há algo novo a se dizer sobre as relações raciais no Brasil contemporâneo? **Edu. Soc.**, Campinas, v. 33, n. 120, p. 891-914, 2012. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/es/a/MgJXTqXCNdynSGQZzWtS8mM/?format=pdf&lang=pt>. Acesso em: 15 jan. 2023.

WADE, P. Raça e etnia da era da ciência genética. *In* HITA, M. G. **Raça, racismo e genética**: em debates científicos e controvérsias sociais. Salvador: EDUFBA, 2017. p. 81-101.

Jean Michel dos Santos Menezes ¹
Dominique Fernandes de Moura do Carmo ²

Investigative Activities in Science Teaching: An Experience in Approaching Atomic Models

Resumo:

Os experimentos investigativos são atividades que exigem do aluno uma participação mais ativa, e com isso, auxiliam no desenvolvimento de habilidades importantes no processo de aprendizagem. Essa metodologia é uma proposta inovadora na qual os alunos são desafiados a resolver problemas científicos, com finalidade educativa, nos quais terão que construir hipóteses e testá-las experimentalmente. O aspecto mais importante são as várias etapas bem definidas que a metodologia traz, como fazer o aluno, tanto individualmente como em grupo, defender sua hipótese ou decidir em grupo quais caminhos metodológicos tomar e quais os resultados mais adequados. Visto a importância desse tipo de atividade experimental, esse projeto de extensão objetivou colocar alunos do 9º Ano do Ensino Fundamental como protagonistas na execução de atividades experimentais investigativas na própria escola. Assim, foi possível perceber que o contato dos alunos com essas atividades valorizou suas ideias, incentivou a autonomia e colocou o "erro" e as discussões que surgiram no centro da atividade científica, favorecendo o aprendizado de conceitos, o desenvolvimento de habilidades e valores, e a alfabetização científica.

Palavras-chave: Ensino de Ciências. Atividades Investigativas. Modelos Atômicos. Experimentação.

Abstract

Investigative experiments are activities that require the student to participate more actively, thus helping to develop important skills in the learning process. This methodology is an innovative proposal in which students are challenged to solve scientific, with educational purposes, in which they will have problems to build hypotheses and test them experimentally. The most important paths are the various steps that are considered as well as taking the methodology and bringing how the student, both individually and as a group, defend their hypothesis or decide in which groups are the most appropriate results. Given the importance of this type of experimental activity, this extension project aims to place students from the 9th grade of Elementary School as protagonists in the execution of investigative experimental activities in the school itself. Thus, it was possible to imagine that the students' activities were developed, encouraging the development of their activities and valued them as activities, which had contact with the center of scientific ideas, skills and values, encouraging the learning of scientific and valued skills, and scientific literacy.

Keywords: Science Teaching. Investigative Activities. Atomic Models. Experimentation.

1. Doutor em Ensino de Química pela Universidade Federal do Amazonas (UFAM). Docente no Instituto de Ciências Exatas e Tecnologia (ICET) da Universidade Federal do Amazonas (UFAM), Itacoatiara, AM, Brasil.

2. Doutora em Química pela Universidade Federal do Amazonas (UFAM). Docente no Instituto de Ciências Exatas e Tecnologia (ICET) da Universidade Federal do Amazonas (UFAM), Itacoatiara, AM, Brasil.

1. INTRODUÇÃO

As atividades experimentais nas escolas tiveram origem há mais de 100 anos, influenciada pelo trabalho experimental que era desenvolvido nas universidades, com o objetivo de melhorar a aprendizagem do conteúdo científico. A utilização dessas atividades no ensino de Ciências, mostrava sua importância desde o século XVIII, quando os estatutos da Universidade de Coimbra já indicavam a necessidade do estudo da Química por meio do trabalho prático. Porém, passado todo esse tempo, problemas de aprendizagem continuam presentes no ensino de Ciências (DIAS, 1998; BASSOLI, 2014).

No ensino de Ciências, a experimentação possui um papel importante que possibilita o professor integrar à teoria a compreensão de um fenômeno. É possível identificar trabalhos na literatura que defendem a experimentação no ensino de Ciências/Química como um recurso pedagógico importante que pode auxiliar na construção de conceitos e como alternativa ao ensino tradicional (FERREIRA et. al., 2010; CARVALHO, 2018).

Porém as atividades experimentais ainda são muitas vezes utilizadas de forma não problematizada e não crítica. Assim, os estudantes não possuem a oportunidade de participar do processo de coleta de dados, análise e elaboração de hipóteses, ou seja, não tem oportunidade de realizar investigações e de argumentar acerca dos temas e fenômenos estudados no experimento. Como consequência disso, esses alunos não aprendem de maneira significativa e passam a construir representações inadequadas sobre a Ciência (DARLING-HAMMOND et al., 2019).

Uma alternativa a esse uso equivocado da experimentação seria a utilização de atividades experimentais investigativas, que requer do aluno um papel muito mais ativo. Desse modo a experimentação quando investigativa, apresenta um papel muito importante na contribuição ao processo de ensino aprendizagem. Carvalho (2018) afirma que esse tipo de experimentação pode ser uma estratégia eficiente para a criação de problemas reais que permitam a contextualização e o estímulo de questionamentos de investigação.

Segundo Sasseron (2018), uma experimentação investigativa se inicia com a formulação de uma situação-problema que desperte a curiosidade dos alunos. Feito isso, o professor deve solicitar o levantamento de hipóteses e com isso verificar os conhecimentos que os alunos já possuem sobre o conteúdo. Depois do levantamento de hipóteses, o professor deve solicitar que as hipóteses sejam testadas, ou seja, o experimento. A partir dos dados obtidos no experimento, deve-se orientar para que os alunos consigam organizar esses dados em tabelas

ou gráficos, aproveitando para realizar as discussões em cima deles. Por fim, propõe-se que os alunos respondam a situação-problema inicial e comuniquem com seus colegas.

A Base Nacional Comum Curricular (BNCC), que propõe, dentre outras coisas, o protagonismo do estudante em sua aprendizagem, dá destaque ao processo investigativo e cita que ele deve ser entendido como “[...] elemento central na formação dos estudantes, em um sentido mais amplo, e cujo desenvolvimento deve ser atrelado a situações didáticas planejadas ao longo de toda a educação básica” (BRASIL, 2018).

Assim, a experimentação investigativa pode ser uma alternativa para trabalhar o conteúdo de Modelos Atômicos. Esse conteúdo curricular é abordado no ensino fundamental e aprofundado no médio a partir de diversas representações do átomo e os pensadores desses modelos. Entretanto, muitas vezes a abordagem desse conteúdo se limita a mera apresentação dos modelos e de seus atomistas, ou ainda, uma simplificação dos modelos às analogias, gerando grande confusão no aprendizado dos estudantes (CAMARGO; ASQUEL; OLIVEIRA, 2018).

A compreensão das representações dos modelos atômicos pode contribuir para a construção de uma imagem do que se quer estudar sobre o átomo, na imaginação dos estudantes. Por isso, considera-se que o uso de diferentes abordagens e metodologias pode ter um grande potencial na aprendizagem desse conteúdo.

Nesse contexto, o objetivo deste trabalho foi desenvolver o protagonismo de alunos do 9º Ano do Ensino Fundamental de uma escola pública de Itacoatiara (Amazonas) por meio da realização de atividades experimentais investigativas relacionadas com o conteúdo de Modelos Atômicos.

2. METODOLOGIA

O presente estudo foi desenvolvido como uma pesquisa participante, uma vez que, além de direcionar-se para a realidade social dos sujeitos, suas experiências, sua cultura e seus modos de vida, se caracteriza pelo envolvimento e identificação do pesquisador com as pessoas investigadas, contrapondo-se à ideia de que os sujeitos são meros informantes, cuja participação se reduz à tão somente transmissão de informações (FONSECA, 2002; DEMO, 2008).

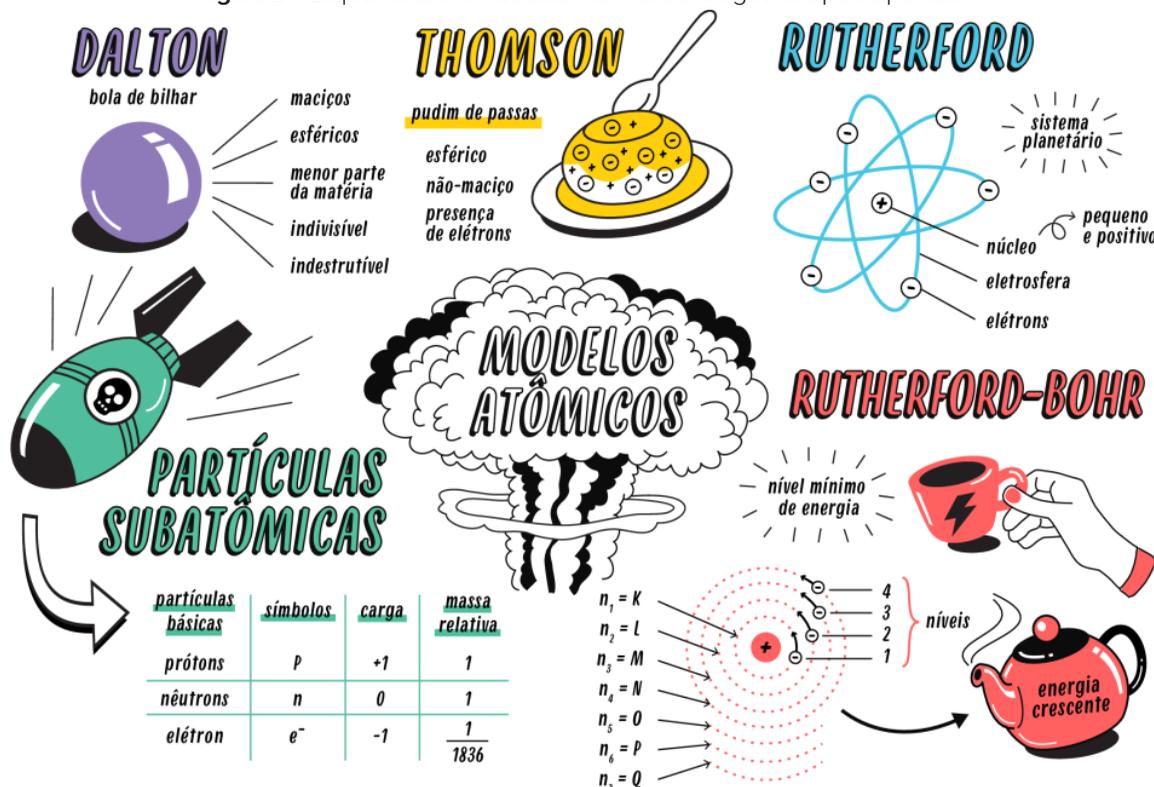
As atividades foram realizadas em uma turma com 36 alunos de 9º ano da Escola Estadual Maria Ivone de Araújo Leite, pertencente a rede pública de ensino, localizada no município de Itacoatiara/AM. Inicialmente, os estudantes foram divididos em 4 grupos. Os

graduandos que auxiliaram na aplicação das atividades ficaram responsáveis por cada grupo e fizeram uma breve revisão oralmente sobre Modelos Atômicos, tendo por base um esquema (Figura 1) entregue de forma impressa para cada um dos participantes.

Após a explanação do resumo e respondidas as dúvidas dos alunos sobre o conteúdo, foi entregue uma ficha de atividade investigativa para cada grupo.

Todas as atividades seguiram as etapas do Ensino por Investigação: 1. Levantamento da situação-problema; 2. Elaboração das hipóteses de resolução; 3. Teste experimental das hipóteses; 4. Discussão dentro do grupo dos resultados encontrados; 5. Discussão com todos sobre os resultados; 6. Síntese dos resultados obtidos (CARVALHO, 2018; SASSERON, 2018). Essas etapas permitem que o estudante desenvolva a autonomia e protagonismo.

Figura 1 – Esquema sobre Modelos Atômicos entregue aos participantes.



Fonte: <https://infinitixatas.com.br/modelos-atomicos-resumos-e-mapas-mentais/>.

Cada ficha estava relacionada a um experimento diferente, porém, todas tinham em comum a mesma situação-problema: “Conhecendo os modelos atômicos, como seria possível você visualizar o efeito de fluorescência ou fosforescência tendo em vista o modelo atômico de Bohr?”, a partir da qual eles elaboraram hipóteses de resolução.

Em seguida, cada grupo iniciou a execução do experimento (Quadro 1), baseados no trabalho de Nery e Fernandez (2004).

Quadro 1 – Procedimento experimental executado por cada grupo.

| Grupo | Procedimento Experimental |
|-------|--|
| 1 | <ol style="list-style-type: none"> 1) Descreva detalhadamente o material inicial. 2) Triture as folhas verdes usando o almofariz e o pistilo. Adicione a seguir o acetato de etila. 3) Filtre a solução num copo. 4) Na caixa preta ilumine o filtrado com a luz negra e observe. |
| 2 | <ol style="list-style-type: none"> 1) Descreva detalhadamente o material inicial. 2) Coloque as cascas de ovo marrom em um copo contendo aproximadamente 50 mL de uma mistura de removedor de esmaltes com acetona. Ilumine com a luz negra na caixa preta. 3) Adicione aproximadamente 15 mL de solução de ácido clorídrico 10%. Observe. 4) Após a dissolução da casca do ovo, ilumine o copo novamente e observe. |

| | |
|---|---|
| 3 | 1) Descreva detalhadamente o material inicial. 2) Em um copo, adicione um pouco de água tônica. 3) Leve o copo para a caixa preta e ilumine com a luz negra. Observe. |
| 4 | 1) Descreva detalhadamente o material inicial. 2) Em um copo, adicione um pouco de vitamina B2. 3) Leve o copo para a caixa preta e ilumine com a luz negra. Observe. |

Fonte: <https://infinitusexatas.com.br/modelos-atomicos-resumos-e-mapas-mentais/>.

Após a realização dos experimentos, os alunos conversaram entre si sobre tudo o que fizeram e cada grupo visualizou o experimento dos outros colegas, havendo a comunicação dos resultados.

Além disso, os estudantes responderam algumas questões (Quadro 2), adaptadas de Nery e Fernandez (2004), com o intuito de sintetizar os conteúdos trabalhados durante os experimentos e auxiliar na elaboração da conclusão da atividade investigativa.

Quadro 2 – Questões para análise e reflexão após a atividade.

| |
|---|
| 1) Descreva detalhadamente o material depois de expor a luz negra. 2) Por que, sob a luz negra os materiais parecem 'brilhar' com diferentes tonalidades? 3) Por que a Ciência necessita de modelos para explicar os fenômenos? 4) Os modelos atômicos de Dalton e Thomson podem explicar o fenômeno da luminescência? |
| Explique. |

Fonte: Os autores.

Por fim, os estudantes escreveram um relato sobre a experiência de ter participado do projeto, onde puderam expressar suas percepções acerca do que foi realizado.

3. DISCUSSÃO

Inicialmente os alunos demonstraram não estar familiarizados com atividades de aprendizagem que os coloquem numa posição mais ativa. Na primeira

parte da atividade, a qual trazia a situação-problema "Conhecendo os modelos atômicos, como seria possível você visualizar o efeito de fluorescência ou fosforescência tendo em vista o modelo atômico de Bohr?", os estudantes tiveram dificuldade em elaborar as hipóteses de resolução. Assim, eles elencaram materiais nos quais já visualizaram o fenômeno da fluorescência ou fosforescência no seu cotidiano, sendo os mais frequentes: pulseiras, tênis, placas de trânsito, maquiagens e vagalume.

Figura 2 – Alunos participantes realizando o procedimento experimental.



Fonte: Arquivo pessoal.

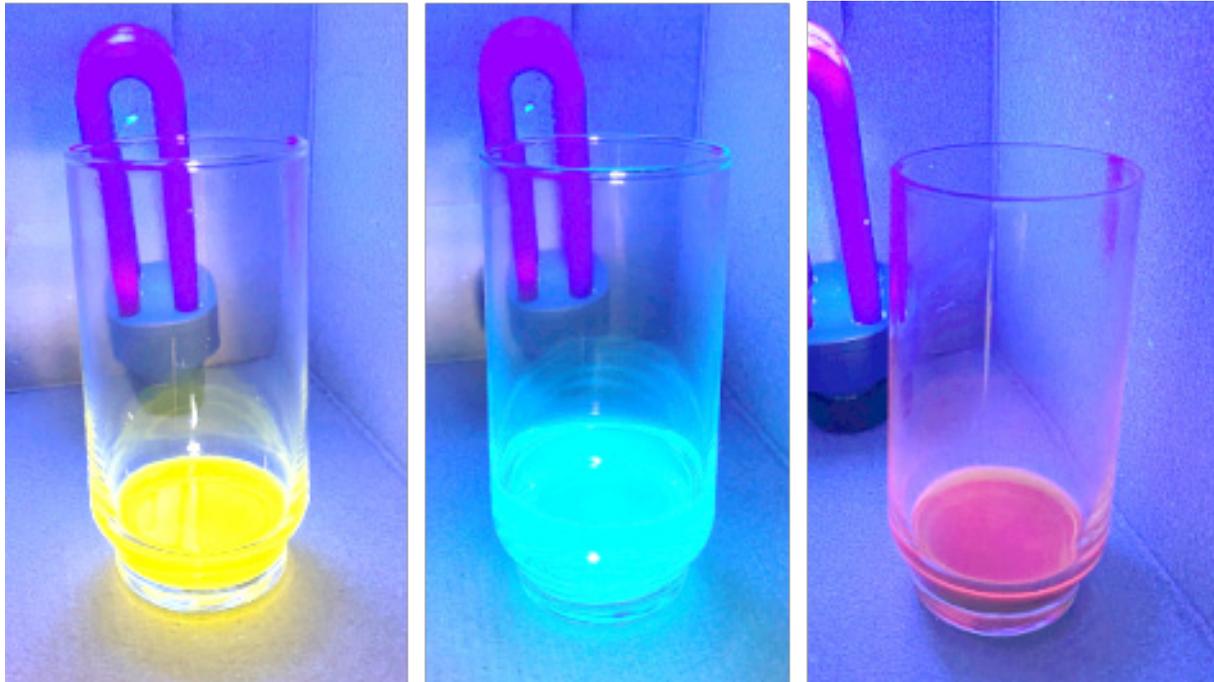
Segundo Carvalho (2018), é a partir das hipóteses e dos experimentos realizados que os alunos terão a oportunidade de construir o conhecimento. Ao final de uma investigação, os alunos organizam e analisam os dados, concluem e comunicam os resultados obtidos, favorecendo a sistematização do conhecimento.

Após colocarem os materiais sob a luz negra, os estudantes relataram as mudanças observadas, como por exemplo o grupo 1, que relatou "O extrato

da amostra, a clorofila, na parte de cima estava vermelho e na parte de baixo estava verde", assim como o grupo 3 que descreveu "Após estar em contato com a luz negra, a cor da água tônica mudou de transparente para azul".

Em seguida, os alunos tiveram a iniciativa e o interesse em observar as amostras dos outros grupos, então revezaram por grupo para ver todos os materiais sob a luz negra e observar o fenômeno acontecendo de outras formas (Figura 4).

Figura 3 – Alguns materiais sob a luz negra visualizados pelos alunos.



Fonte: Arquivo pessoal.

Na parte final da atividade foi questionado "Por que, sob a luz negra os materiais parecem 'brilhar' com diferentes tonalidades?", a partir do qual foi possível obter

respostas que se aproximavam com o conhecimento científico, como o grupo 1 e grupo 4 (Quadro 3).

Quadro 3 – Respostas dos alunos após o experimento que se aproximavam com o conhecimento científico.

| Grupo | Resposta |
|-------|---|
| 1 | Porque ela emite uma luz que excita os elétrons presentes na clorofila. |
| 4 | Porque absorve energia e faz com que ela emita a cor verde. |

Fonte: Os autores.

Foi possível perceber que os alunos compreendem aspectos relacionados ao modelo atômico de Bohr, como a absorção da energia, emissão de luz e excitação dos elétrons, por mais que não formulem uma resposta bem estruturada.

No modelo atômico de Bohr, a ideia central é a quantização que determina que os elétrons nos átomos podem apresentar somente certos

valores definidos de energia. Isto implica que, no estado fundamental os elétrons dos átomos de um determinado elemento possuem valores de energia característicos, relacionados às camadas eletrônicas às quais pertencem. Para que os elétrons passem de um estado fundamental para um estado excitado (de maior energia) eles precisam absorver uma quantidade de energia certa, correspondente à diferença entre os níveis de energia inicial e final. No entanto, ao retornar

às camadas de menor energia os elétrons podem emitir essa energia na forma de luz. No caso de certas substâncias, a excitação dos elétrons de suas moléculas pode produzir emissão de luz por fluorescência ou por fosforescência (NERY; FERNANDEZ, 2004).

Quando questionados sobre "Por que a Ciência necessita de modelos para explicar os fenômenos?", os alunos apresentaram respostas relacionadas a compreensão da estrutura atômica, provar e evidenciar fenômenos e entender como eles ocorrem (Quadro 4).

Quadro 4 – Respostas dos alunos sobre a necessidade de modelos para explicar os fenômenos.

| Grupo | Resposta |
|-------|--|
| 1 | Por causa dos modelos da Ciência a gente entende as camadas eletrônicas dos átomos e os níveis de energia deles. |
| 4 | Para evidenciar os fenômenos. |
| | Para provar algo existente. |
| | Para que possamos entender melhor como ocorrem os fenômenos da natureza. |

Fonte: Os autores.

Os modelos científicos são representações parciais e não únicas de objetos, fenômenos, processos, eventos ou ideias. São provisórios e permitem uma melhor visualização, de forma a suportar a criatividade e a favorecer a compreensão, possibilitando a descrição, a explicação e a realização de previsões, e necessitando do aceite de uma comunidade científica (TORRES; VASCONCELOS, 2015). Os modelos são essenciais para a aprendizagem da ciência, e foi possível observar que eles compreendem essa importância e finalidade.

Diante do questionamento "Os modelos atômicos de Dalton e Thomson podem explicar o fenômeno da luminescência? Explique", os discentes do grupo 2 responderam que "Sim, porque sob a luz negra os materiais parecem brilhar". Já o grupo 3 respondeu que "Não, pois as formas nas quais eles enxergavam os elétrons é diferente".

Analisando o discurso do grupo 3 é possível inferir que a resposta negativa está relacionada com o entendimento de que não são os dois modelos que podem explicar o fenômeno da luminescência, uma vez que o modelo de Dalton não apresenta os elétrons, e o modelo de Thomson não descreve as camadas de energia – conceitos necessários para que o fenômeno possa ser compreendido –.

Após as atividades, os estudantes escreveram um relato sobre a experiência de ter participado do projeto, onde puderam expressar suas percepções acerca do que foi realizado. Foi possível verificar 100% de relatos positivos, como:

Aluno 1: *[...] foi legal, depois passaram para o copo, 'botaram' dentro de uma caixa com uma luz negra. Dentro da caixa o líquido ficou vermelho, e foi uma ótima experiência. Foi bom demais, pois eles nos ajudam a entender melhor os experimentos.*

Aluno 2: *"[...] foi 'top', pois eles ensinam coisas que a gente não sabia, eles trazem experimentos e explicam diversos tipos de assuntos sobre a Ciência [...]. ensinou vários assuntos para a nossa vida.*

Aluno 3: *A experiência foi muito agradável, teve muitas coisas boas como a luz negra que as cascas de ovo ficaram com cores vermelhas [...]. Espero ter as aulas com vocês, obrigado por ter me ajudado com as dúvidas.*

Em relação aos relatos dos estudantes de graduação que participaram do planejamento e execução do projeto, também se percebeu uma impressão positiva sobre a sua participação, descrevendo as contribuições para a sua formação acadêmica:

Graduando 1: *Participar de atividades como estas sempre é muito enriquecedor, pois podemos ter o contato com os alunos das escolas e interação com professores e alunos do curso, possibilitando aprender e ensinar de uma maneira mais interessante, que no caso foi com experimentos. Conseguimos observar o interesse dos alunos [...].*

Graduando 2: *A atividade realizada foi muito relevante para o desenvolvimento de habilidades abordadas dentro do curso de Licenciatura em Ciências. As etapas para o planejamento da atividade contribuíram como experiência para ideias e elaboração de atividades que podem ser realizadas futuramente, desde o conhecimento do cronograma da turma de 9º ano do Ensino Fundamental até escolha dos experimentos aplicados na escola.*

Graduando 3: *Para nós discentes e futuros professores a realização dessas atividades reforça a nossa percepção da importância de incluir a experimentação para os nossos alunos de maneira que ela funcione como meio para estudar e compreender as teorias e fixar melhor os conceitos. É um recurso indispensável, pois colabora e torna a aula muito mais atrativa. Foi uma experiência*

muito significativa e proveitosa, por possibilitar o contato entre alunos da graduação em licenciatura com a escola e os alunos, e esperamos, outras oportunidades para estreitar ainda mais esse vínculo entre a universidade e a escola.

Assim, foi possível observar que o projeto atingiu seus objetivos, desenvolvendo a alfabetização científica e habilidades manipulativas e cognitivas por meio da realização de experimentos investigativos com estudantes do 9º ano do Ensino Fundamental, desenvolvendo o papel de protagonistas, além de estimular os discentes de licenciatura a trabalharem abordagens diferentes das tradicionais, como a investigativa.

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Atividades investigativas se apresentam como uma metodologia de ensino de grande importância na construção de conceitos científicos, pois permite o desenvolvimento de habilidades que auxiliam no processo de ensino aprendizagem, permitindo a autonomia do aluno e facilitando o estabelecimento de relações e significados entre esses conceitos.

Neste trabalho, o uso destas atividades investigativas no ensino de Ciências/Química auxiliou no desenvolvimento de habilidades cognitivas e afetivas, distanciando-se do foco apenas nas aprendizagens conceituais, característica do ensino tradicional. Porém, também foi possível identificar aprendizagem conceitual e uma melhor compreensão do conteúdo de Modelos Atômicos, em específico o modelo de Bohr.

Sendo a fluorescência um fenômeno atraente e presente na vida dos estudantes, os experimentos propostos provocaram discussões e reflexões, que facilitaram a mediação do conteúdo, tornando a estrutura da matéria um tópico mais compreensível e significativo. Isso favoreceu a atuação dos alunos como protagonistas na execução dos experimentos investigativos, pois os participantes puderam realizar e tomar decisões durante a atividade, atingindo o objetivo do trabalho proposto.

Dessa forma, espera-se que este trabalho contribua e auxilie professores da Educação Básica que queiram realizar atividades de investigação, e que estão sempre buscando inovar as práticas docentes em sala de aula, principalmente no que diz respeito a conteúdos mais abstratos e de difícil compreensão pelos alunos.

REFERÊNCIAS

BASSOLI, F. Atividades práticas e o ensino-aprendizagem de ciência(s): mitos, tendências e distorções. **Ciência & Educação**, v. 20, n. 3, p. 579 – 593, 2014. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/1516-73132014000300005>. Acesso em: 20 out. 2022.

CARVALHO, A. M. P. O Ensino de Ciências e a Proposição de Sequências de Ensino Investigativas. *In*: CARVALHO, A. M. P. (org.). **Ensino de Ciências por Investigação**: Condições para Implementação em Sala de Aula. São Paulo: Cengage Learning, 2018.

DARLING-HAMMOND, L.; BANKS, J.; ZUMWALT, K.; GOMEZ, L.; SHERIN, M. G.;

GRIESDORN, J.; FINN, L. E. Metas e objetivos educacionais: o desenvolvimento de uma visão curricular para o ensino. *In*: DARLING-HAMMOND, L.; BRANSFORD, J. (Orgs.). **Preparando os Professores para um Mundo em Transformação**. Porto Alegre: Penso, 2019.

DEMO, P. **Pesquisa Participante**: saber, pensar e intervir juntos. Brasília: Liber, 2008.

DIAS, J. J. C. T. O Ensino Experimental em Química. *In*: PORTUGAL, Ministério da Educação, Departamento de Ensino Secundário. **Comunicar Ciência**. 1998.

FERREIRA, L. H., HARTWIG, D. R., OLIVEIRA, R. C. Ensino Experimental de Química: Uma Abordagem Investigativa Contextualizada. **Química Nova na Escola**, v. 32, n. 2, p. 101 – 106, 2010. Disponível em: http://qnesc.sbq.org.br/online/qnesc32_2/08-PE-5207.pdf. Acesso em: 20 out. 2022.

FONSECA, J. J. S. **Metodologia da Pesquisa Científica**. Fortaleza: UEC, 2002.

NERY, A. L. P.; FERNENDEZ, C. Fluorescência e Estrutura Atômica: Experimentos Simples para Abordar o Tema. **Química Nova na Escola**, n. 19, p. 39 – 42, 2004. Disponível em: <http://qnesc.sbq.org.br/online/qnesc19/19-a12.pdf>. Acesso em: 20 out. 2022.

SASSERON, L. H. Interações Discursivas e Investigação em Sala de Aula: O Papel do Professor. *In*: CARVALHO, A. M. P. (org.). **Ensino de Ciências por Investigação**: Condições para Implementação em Sala de Aula. São Paulo: Cengage Learning, 2018.

TORRES, J.; VASCONCELOS, C. Natureza da Ciência e Modelos Científicos: Um Estudo com Futuros Professores do Ensino Básico. **Interacções**, vol. 11, n. 39, p. 460 – 471, 2015. Disponível em: <https://revistas.rcaap.pt/interaccoes/article/view/8752>. Acesso em: 20 out. 2022.

Francisco Ivanildo de Sousa¹
Terezinha Valim Oliver Gonçalves²

A proposal for teaching Thermodynamics in the light of Cooperative Learning

Resumo:

A nova cultura da aprendizagem, consequência da ampliação do acesso às tecnologias da informação e comunicação, pressupõe pensar o ensino numa perspectiva que integre a concepção de transmissão unidirecional do saber com estratégias pedagógicas que possibilitem ao estudante construir sua própria aprendizagem. Nosso objetivo foi investigar a pertinência de uma sequência didática de ensino como materializadora do engajamento de estudantes do ensino médio ao estudarem a temática Leis da Termodinâmica. Buscamos responder à questão: em que termos uma sequência didática elaborada seguindo os pressupostos teóricos da Aprendizagem Cooperativa, com a interface do *Quizlet Live*, pode suscitar contribuições para o engajamento de estudantes ao aprenderem física? A pesquisa de cunho qualitativo foi realizada com estudantes da terceira do ensino médio de uma escola pública do estado do Ceará. A proposta se mostrou pertinente tendo em vista a promoção da participação ativa, da organização do pensamento, da criação de espaços de discussão e de compartilhamento de saberes pelos discentes.

Palavras-chave: Aprendizagem Cooperativa. Ensino de Física. *Quizlet Live*. Engajamento.

Abstract:

The new culture of learning, because of increased access to information and communication technologies, presupposed to think about teaching from a perspective that integrates the concept of unidirectional transmission of knowledge with pedagogical strategies that allow students the construction of their own learning. Aim was to investigate the relevance of a didactic teaching sequence as a means of materializing the engagement of high school students when studying the Laws of Thermodynamics. We seek to answer the issue: in what terms can a didactic sequence designed following the theoretical assumptions of Cooperative Learning, with the Quizlet Live interface, contribute to the engagement of students when learning physics? The qualitative research involved out with third-year high school students at a public school in the state of Ceará. The application proved to be relevant in terms of promoting active participation, organization of thought, creation of spaces for discussion and sharing of knowledge by students.

Keywords: Cooperative learning. Physics teaching. Quizlet Live. Engagement.

1. Doutorando do Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências e Matemáticas da Universidade Federal do Para (UFPA), professor de Física efetivo da rede estadual de Educação do Estado do Ceará.

2. Doutora em Educação pela Universidade Estadual de Campinas, professora Titular da Universidade Federal do Pará (UFPA).

1. INTRODUÇÃO

O Ensino de Ciências, e a Educação de modo geral, enfrenta nas últimas décadas um processo deterioração sem precedentes, a chamada crise da educação científica. A consagração da educação obrigatória para todos e, sobretudo a recente política de escolas de tempo integral, que amplia a jornada de permanência dos estudantes na escola, tem revelado o cada vez mais evidente paradoxo da educação, típico desta sociedade da informação e comunicação: nunca se dedicou tanto tempo a aprender e nunca se aprendeu tão pouco.

Nesse sentido, Pozo (2016) pondera que na sociedade da informação, do conhecimento incerto e, da aprendizagem constante, a aprendizagem esta enferma, padece de uma doença crônica cujos sintomas, dentre tantos outros, são manifestos em seus maus resultados e sobretudo no sentimento de frustração daqueles que experienciam, quer como professores, alunos, pais ou mães de alunos os espaços educativos. *Por que os alunos não aprendem a ciência que lhes é ensinada* (POZO; CRESPO, 2009, p. 14)?

Para os autores, uma provável resposta, para esta crise implícita na questão apresentada acima, pode estar na própria estrutura e organização dos espaços formais de educação, suas culturas e práticas escolares radicadas à resolução de exercícios modelo, com pouco ou nenhum significado científico para os estudantes, fundadas em um "padrão de ensino, no qual o professor é o agente que pensa e o aluno é o agente passivo, que segue o raciocínio do professor [...]" (CARVALHO; SASSERON, 2018, p. 43). Não se pode negar, ponderam as autoras, que "o professor precisa saber o conteúdo que vai ensinar, mas precisa saber também como vai ensinar para que os alunos aprendem" (p. 43).

Todavia, persistir em perpetuar um modelo de ensino aportado meramente à transmissão de conteúdo afeta não somente o interesse e a relevância da ciência para os estudantes, mas sobretudo, em virtude do ensino recebido, estes tendem "a assumir posições de passividade esperando respostas prontas, ao invés de dá-las" (SOUSA; GONÇALVES, 2022, p. 22).

Conforme Pozo (2016, p. 38), "embora a aprendizagem tenha melhorado em maior ou menor medida, aparentemente nos encontramos longe dos nossos objetivos", visto que é crescente entre os professores um sentimento de frustração e intranquilidade, "ao comprovar o limitado sucesso de seus esforços docentes" (POZO; CRESPO, 2009, p. 15). Há entre os professores, especialmente de ciências, "uma sensação contínua de deterioração dos espaços educativos" (POZO *et al.*, 2006, p. 11), os estudantes aprendem cada vez menos e demonstram cada vez menos interesse pela ciência (POZO, 2002).

Para Pozo (2016) existe um descompasso entre as demandas da sociedade atual e os processos que a escola mobiliza em torno da aprendizagem. "As exigências do mundo moderno fazem com que a pertinência do que se ensina na escola e a formação que ela oferece sejam questionadas [...], os alunos acabam por identificar uma ciência ativa, moderna, e que está presente no mundo real, todavia, distante e sem vínculos explícitos com uma [...] ciência que só "funciona" na escola" (RICARDO, 2010, p. 29).

A despeito da presente crise, afirmam Pozo e Crespo (2009), o ensino de ciências (em umas escolas, mas que outras) ainda é realizado sob a perspectiva da abordagem tradicional que pressupõe o professor como autoridade acadêmico-intelectual, apto a transmitir um conjunto de "ideias pensadas por si próprio ou por outros (conteúdos) ao aluno que as armazena sequencialmente no seu cérebro [...], o professor "dá a lição", imprime-a em arquivos de conhecimentos e pede, em troca, que os alunos usem a sua atividade mental para acumular, armazenar e reproduzir informações" (CACHAPUZ, 2000, p. 7).

Trata-se de uma concepção segundo a qual o conhecimento existe fora do ser e sua aprendizagem, de forma cumulativa, linear e absoluta, numa relação de causa e efeito, pressupõe um estudante invariavelmente motivado, disponível em qualquer circunstância para aprender e atento a tudo que o professor diz e faz (CACHAPUZ, 2000, POZO, 2016). Entretanto, urge compreender-se que na sociedade de informação e comunicação, a escola não é mais a primeira e principal fonte informativa, os estudantes sequer precisam buscar pela informação, é ela que em formatos mais ágeis, interativos e atrativos quem busca por eles (POZO, 2006).

Desse modo, quando aos estudantes se lhes é proposto estudar as Leis da Termodinâmica, as Leis de Mendel ou outra temática qualquer, estes já dispõem de informação sobre o assunto, por suposto difusa ou fragmentada, adquirida através dos filmes, plataformas digitais, jogos de streaming, dentre outros tantos meios de divulgação de informação acessíveis à palma da mão e a clique de distância. Advertimos com isso, que o que os estudantes necessitam não é tão somente de informação como fatos e dados, mas, sobretudo que a escola disponha mecanismos pedagógicos que os ajude organizar sistematicamente essa informação e a partir dela construir conhecimento com sentido e significado.

Dentre as diversas estratégias pedagógicas para ajudar os estudantes a aprender (POZO, 2006), a Aprendizagem Cooperativa, que segundo Johnson, Johnson e Holubec (1999, p. 5) configura-se como "o emprego didático de grupos reduzidos nos quais os alunos trabalham juntos para maximizar sua própria

aprendizagem e a dos demais", desponta como uma metodologia de ensino promissora ao estabelecer que entre os componentes de uma célula, não exista um saber mais ou saber menos, os estudantes precisam estar em situação de interação para que possam ajudar-se mutuamente e construir sua própria aprendizagem.

Assim, como alternativa à perspectiva de ensino centrado na autoridade do professor e no poder do verbo/palavra e, por uma concepção de ensino em que os estudantes atuem como sujeitos ativos na construção da própria aprendizagem, elaboramos uma sequência didática de ensino sobre a temática Leis da Termodinâmica cuja aplicação (como estudantes da terceira série do Ensino Médio) ocorreu com a mediação da metodologia da Aprendizagem Cooperativa e da plataforma digital *Quizlet Live*.

Conduzimos nossa investigação orientados pelo seguinte questionamento: em que termos uma proposta de ensino elaborada seguindo os pressupostos teóricos da Aprendizagem Cooperativa, com a interface da plataforma digital *Quizlet Live*, pode suscitar contribuições para o engajamento de estudantes ao aprenderem física? Definimos como objetivo investigar a pertinência de uma sequência didática de ensino como materializadora do engajamento de estudantes do ensino médio ao estudarem a temática Leis da Termodinâmica.

Justificamos a opção por tais recursos pedagógicos ao entendermos que: i) a Aprendizagem Cooperativa vem se consolidando como estratégia pedagógica capaz de melhorar o rendimento acadêmico, fortalecer as relações interpessoais, promover o ajustamento psicológico e o engajamento dos estudantes com seus pares (SOUSA; ATAÍDE, 2020) e, ii) o uso pedagógico das tecnologias da informação e comunicação, *Quizlet Live*, promovem a interatividade, aproximam estudantes e professores do objeto do conhecimento, além de fomentar a participação e o interesse intrínseco dos discentes pela escola (AKEY, 2006).

2. A APRENDIZAGEM COOPERATIVA

A Aprendizagem Cooperativa consiste em um exercício educacional realizado em pequenos grupos/células em que os estudantes trabalham juntos visando atingir um objetivo comum (LOPES; SILVA, 2009), orientados por atividades intencionalmente elaboradas e claramente designadas (SOUSA; ATAÍDE, 2020). Trata-se de uma "proposta pedagógica na qual os estudantes ajudam-se no processo de aprendizagem atuando como parceiros entre si [...]" (CAMPOS *et al.*, 2003, p. 26). Entretanto, uma atividade em grupo será cooperativa se, e somente se, estiverem presentes, a interdependência positiva, a interação promotora, as

habilidades sociais, a responsabilidade individual e o processamento de grupo.

Esta configuração, evidencia etapas que estão na base de elaboração de propostas de ensino que tenham como fundamento a Aprendizagem Cooperativa, cujo propósito é possibilitar aos alunos uma maior interação com objeto de estudo de modo que possam se apropriar efetivamente do conhecimento apresentado. Para compreender melhor esse processo apresentamos cada um dos momentos que devem ser vivenciados em uma proposta de Aprendizagem Cooperativa, caracterizando e atribuindo identidade a cada uma dessas fases.

A interdependência positiva é núcleo central da Aprendizagem Cooperativa (LOPES; SILVA, 2009) e será assegurada quando os estudantes compreenderem que o êxito na execução de qualquer tarefa somente ocorrerá se todos a concluírem com sucesso. Para isso, os estudantes precisam sentir que seu compromisso individual é útil não só para os demais membros da célula, mas também para eles próprios (LOPES; SILVA, 2009; SOUSA; ATAÍDE, 2020). Desta feita, a compartilhamento de saberes pressupõe a criação de espaços de interação entre os pares, assim, a interação promotora configura-se como a oportunidade para os estudantes atuem como sujeitos da aprendizagem e do sucesso uns dos outros, buscando por meio de estratégias criadas pelo professor, certificar-se de que seus companheiros aprenderam a temática estudada.

A interação entre os pares pode acarretar a dispersão dos estudantes durante as atividades o que resultaria em comprometimento do processo de ensino e aprendizagem. Para minimizar possíveis interferências nesse sentido, deve-se estabelecer responsabilidades para cada membro da célula mediante contrato pactuado por todos. Desse modo, a responsabilidade individual consiste em que cada estudante se comprometa com sua aprendizagem e a aprendizagem dos demais componentes da célula, bem como com o cumprimento da função designada (SOUSA; ATAÍDE, 2020).

Visando a formação integral dos sujeitos e o bom andamento das atividades, os estudantes precisam elaborar o contrato de cooperação. Nele, além da função a ser cumprida e das responsabilidades assumidas, deve-se estabelecer as condutas esperadas pelos componentes das células, individualmente, e pela classe como grupo maior. Tais condutas, as habilidades sociais, assim como os conteúdos disciplinares, precisam ser ensinadas e sua aquisição promove um nível maior de cooperação entre os alunos e uma maior a atenção para com os professores (SOUSA; ATAÍDE, 2020).

Por fim, não menos importante, o processamento de grupo é a oportunidade para que os estudantes possam se autoavaliar como sujeitos da própria aprendizagem. Nesse processo, mediado pelo professor, os estudantes identificam os comportamentos que contribuíram para a eficácia da célula, bem como as atitudes que precisam ser aprimoradas estabelecendo compromissos com vistas a eficiência do trabalho em grupo (JOHNSON; JOHNSON; HOLUBEC, 1999).

3. A ESTRATÉGIA COOPERATIVA ETMFA

A estratégia ETMFA - Exposição introdutória ou inicial, Tarefa individual, Meta coletiva, Fechamento da aula e Avaliação individual de aprendizagem, foi desenvolvido por um grupo de professores da EEEP Alan Pinho Tabosa (MATOS, 2018), sob a orientação do professor Manoel Andrade Neto. Trata-se de uma estratégia de transição da abordagem meramente expositiva para a Aprendizagem Cooperativa. Uma atividade com a estratégia ETMFA é composta de cinco etapas, conforme descreveremos a seguir.

A **exposição inicial** tem como objetivo abordar brevemente o conteúdo que será estudado com o intuito de mobilizar os estudantes para as etapas seguintes. Sugere-se que o tempo de exposição sempre que possível não ultrapasse 30% do tempo da aula. Entretanto, salientamos que o professor tem autonomia para gerenciar tanto o tempo para a realização de cada momento da atividade quanto os recursos ou estratégias pedagógicas que mais se adequam a realidade de cada turma. Conforme Matos (2018, p. 59) "quanto mais tempo o professor leva em sua fala, menos tempo de aprendizado interativo os estudantes terão entre si".

A **tarefa individual** será composta de dois momentos: no primeiro o conteúdo de uma unidade temática será fragmentado em três subtemas com o intuito de promover a interação entre os membros da célula. Cada estudante responsabiliza-se por uma parte do conteúdo/texto para efetuar a leitura. Matos (2018, p. 59) ressalta que "nesta etapa, é importante frisar que o material didático disponibilizado, o tempo de execução da tarefa e seu nível de dificuldade devem estar adequados à turma, para evitar a falta de motivação dos estudantes". No segundo momento os estudantes compartilham com os colegas da célula suas impressões acerca do material analisado contribuindo assim com a aprendizagem uns dos outros.

A terceira etapa da atividade é denominada de **meta coletiva**, sendo realizada pelos estudantes em célula e lhes permitirá reunir os conhecimentos fragmentados adquiridos durante o primeiro momento da tarefa individual. Conforme Matos (2018) é essencial que a

meta coletiva seja um produto como um cálculo, um resumo, um mapa mental/conceitual que deve ser entregue ao professor.

A quarta etapa da atividade é o **fechamento da aula**, configura-se como uma oportunidade para a consolidação e aprofundamento dos conceitos discutidos até o momento. É também uma oportunidade para tirar dúvidas, para a "resolução coletiva de questões e reiterações, a fim de que prepare os estudantes para a avaliação individual, a forma como acontece [...] fica a critério do professor e da dinâmica da turma" (MATOS, 2018, p. 59).

Por fim, na quinta etapa da atividade os estudantes serão submetidos a uma **avaliação individual** com **feedback** rápido cujo propósito é identificar as aquisições individuais de cada estudante e avaliar em que medida a cooperação/aprendizagem foi estabelecida com sucesso.

4. O QUIZLET LIVE COMO RECURSO POTENCIALIZADOR DAS APRENDIZAGENS

O Quizlet "é uma plataforma de aprendizagem *online* que visa tornar o ensino e a aprendizagem mais envolventes" (SANTOS; CHITOLINA, 2021, p. 86). Os recursos disponíveis na plataforma possibilitam a participação ativa dos estudantes no processo de ensinar e aprender, além de tornar as aulas mais atrativas e interativas. Nessa sequência utilizamos o Quizlet com o intuito de fomentar a interdependência positiva, a interação promotora, o engajamento dos estudantes com seus pares e o compartilhamento de saberes.

Dentre os vários recursos disponíveis no Quizlet, utilizamos para esta sequência o Quizlet Live clássico. Nesta opção o professor dispõe de duas possibilidades para realizar uma atividade, "jogadores individuais" ou "aleatórias". No item "aleatórias" a plataforma organizará os estudantes em equipes aleatoriamente. Ao clicar nesta opção o professor precisa definir em "como você deseja jogar?" a configuração "termo e definição" para a geração dos itens ou questões a serem respondidos pelos estudantes. Em seguida deve-se estabelecer a quantidade de estudantes por equipe clicando no botão opções conforme Figura 1.

O acesso dos estudantes à plataforma pode ser feito de três formas distintas: a) endereço eletrônico <https://quizlet.com/live> ou aplicativo Android/IOS utilizando o código de acesso gerando pela plataforma (Figura 1), a) via QR code e, c) através de link disponibilizado pelo professor. A Figura 1 abaixo apresenta a tela inicial do Quizlet Live clássico com as diferentes possibilidades de acesso para os estudantes.

Figura 1 - Página principal do Quizlet Live para organização das equipes.



Fonte: Captura de tela <https://quizlet.com> (2022).

Por fim, para liberar a atividade deve-se clicar no botão "criar jogo" (Figura 1). Nesse momento a plataforma organizará os estudantes em equipes de forma aleatória. Em cada dispositivo conectado aparecerá o nome da equipe e dos seus respectivos componentes. Deve-se orientar os estudantes para que circulem pela sala de aula a fim identificar os membros do seu grupo e iniciar a atividade. Ressalta-se que cada membro do grupo terá acesso ao mesmo item/questão, entretanto, a resposta aceita pela plataforma constará em um único dispositivo por equipe. Para que o grupo cumpra a atividade com sucesso, o professor deve enfatizar a importância do engajamento e do compromisso de cada estudante com a tarefa, evidenciando a responsabilidade individual consigo e com os demais componentes do grupo.

5. METODOLOGIA

Esta pesquisa caracteriza-se por uma abordagem de natureza qualitativa e foi realizada em uma escola pública do estado Ceará em uma turma da 3ª série do Ensino Médio. Os sujeitos de pesquisa foram 36 estudantes de distintos níveis acadêmicos o que possibilitou a construção de cenários de aprendizagem com células heterogêneas, uma condição essencial da Aprendizagem Cooperativa. De acordo com Stake

(2011, p. 30) qualitativa pressupõe uma concepção de pesquisa baseada fundamentalmente na percepção e na capacidade de compreensão do pesquisador que se configura como "um instrumento ao observar ações e contextos [...], ao desempenhar intencionalmente uma função subjetiva no estudo, utilizando sua experiência pessoal em fazer interpretações".

Para a obtenção das informações (CLANDININ; CONNELLY, 2015) ou dados da pesquisa recorreremos à observação, que "consiste na participação real do pesquisador na comunidade ou grupo" (MARCONI; LAKATOS, 2010, p. 177) e a gravação em áudio das discussões nas células durante a realização das atividades. No Quadro 1 consta um resumo da estrutura das atividades desenvolvidas.

Quadro 1: Público-alvo, número de aulas, conteúdos abordados e recursos utilizados.

| Estrutura da sequência didática | | |
|--|---|---|
| Conteúdos a serem desenvolvidos: Conceituais, Procedimentais e Atitudinais | | |
| Público Alvo: Estudantes da 3ª série Ensino Médio | Objetivo Geral: introduzir o conceito de máquinas térmicas com ênfase na relação calor, trabalho e energia a partir do princípio de conservação. | |
| Metodologia | | |
| Aulas | Programa | Dinâmica das atividades |
| 1º Encontro 2 aulas | 1ª Lei da Termodinâmica | Exposição inicial: 1ª Lei da Termodinâmica (30 minutos) -Vascak.cz (https://tinyurl.com/b27phu6x . Acesso em: 03 de out. 2022.) -PheT (https://tinyurl.com/3cxjc49s . Acesso em: 03 de out. 2022.) Tarefa individual: Leitura dos textos e discussão (20 minutos) -Meta coletiva: elaboração do mapa mental (20 minutos) -Fechamento: discussão do mapa mental (20 minutos) -Avaliação individual: 1ª lei da termodinâmica (10 minutos) |
| 2º Encontro 2 aulas | 1ª Lei da Termodinâmica | 1. Retomar as discussões acerca da 1ª Lei da Termodinâmica (15 minutos) 2. Atividade lápis e papel: 1ª Lei da Termodinâmica (35 minutos) 3. Atividade Cooperativa: Quizlet live clássico - Orientações sobre a atividade e envio do link para <i>WhatsApp</i> (7 minutos) -Entrada dos estudantes na sala virtual/formação dos grupos (8 minutos) -Liberação e aplicação da atividade (35 minutos) |
| 3º Encontro 2 aulas | 2ª Lei da Termodinâmica | Exposição inicial: 2ª Lei da Termodinâmica (35 minutos) PheT (https://tinyurl.com/3cxjc49s . Acesso em: 03 de out. 2022.) Tarefa individual: Leitura dos textos e discussão (20 minutos) Meta coletiva: elaboração do mapa mental (20 minutos) Fechamento: discussão do mapa mental (15 minutos) Avaliação individual: 2ª lei da termodinâmica (10 minutos) |
| 4º Encontro 2 aulas | 2ª Lei da Termodinâmica | 1. Fechamento da unidade temática (20 minutos) . 2. Atividade lápis e papel: 2ª Lei da Termodinâmica (30 minutos) . 3. Atividade Cooperativa: Quizlet live -Orientações para a realização da atividade (5 minutos) -Disponibilização do link no grupo do Whatsapp (2 minutos) -Entrada dos estudantes na sala virtual/formação dos grupos (8 minutos) -Liberação e aplicação da atividade (50 minutos) 4. Encerramento da unidade temática – processamento de grupo (5 minutos) |
| Recursos utilizados | Projetor de multimídia, <i>notebook</i> , <i>Power point</i> , <i>Software PheT</i> , <i>Vascak.cz</i> , textos impressos, atividades impressas, <i>smartphones</i> , <i>tablets</i> , <i>Quizlet</i> e conexão com <i>internet</i> . | |

Fonte: Elaborado pelos autores (2022).

6. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Conforme mencionamos a proposta de ensino foi elaborada para ser aplicada em oito aulas de cinquenta minutos cada, distribuídas em quatro encontros de duas aulas. Neste subtópico apresentamos a sequência ou o encadeamento das atividades realizadas e suas contribuições para a participação e o envolvimento dos estudantes nas atividades propostas.

6.1 O princípio de conservação de energia e a 1ª lei da termodinâmica

O primeiro encontro foi organizado em duas etapas. Na primeira etapa, os estudantes foram orientados quanto à temática abordada, os objetivos da atividade e a importância de se envolverem nas atividades. Em seguida, com o recurso do projetor de *Slides* e do computador, realizamos a "exposição inicial" apresentando formas de energia que tivessem relação

direta com cotidiano dos estudantes ressaltando em cada uma delas a ideia de transformação e de conservação. Para fomentar a participação algumas questões foram propostas: o que acontece com as moléculas de uma substância quando esta é aquecida? Calor e temperatura são sinônimos? A frase "estou com calor" do ponto de vista científico está correta?

As respostas obtidas serviram de ponto de partida para suscitar um amplo debate em torno da temática, possibilitando a reformulação dos conhecimentos alternativos dos estudantes em termos científicos (POZO; CRESPO, 2009). A discussão inicial foi fundamental para aprofundar os conceitos de calor e temperatura e para a introdução da 1ª Lei da Termodinâmica e da relação calor-trabalho-energia/princípio de conservação.

Compreender o calor como forma de energia em trânsito de um sistema para outro, nos possibilitou introduzir a ideia de trabalho como a transformação de energia associada ao conceito de máquinas térmicas – sistemas capazes de transformar energia térmica em outras formas de energia, por exemplo, energia mecânica. Ressaltamos a importância de os estudantes compreenderem que a conservação de energia é um princípio aplicado a qualquer sistema, porém, em uma máquina térmica parte do calor recebido é utilizado para aumentar a energia interna do sistema, representando a quantidade de energia degradada ou não aproveitada para realização de trabalho útil.

Zabala (1998) pondera que as atividades propostas pelos professores devem produzir aprendizagens úteis em outros contextos que não sejam estritamente escolares. Para isso, recorreremos ainda ao simulador virtual (Quadro 1) com vistas a aproximar os processos de transformação de energia e suas aplicações ao cotidiano dos estudantes.

A segunda etapa da aula, a primeira atividade cooperativa, foi realizada em quatro momentos, com a utilização da estratégia cooperativa ETMFA. Com os estudantes em células com três membros cada, iniciamos o primeiro momento da aula com a leitura dos textos: As máquinas térmicas, a revolução industrial e o conceito de energia; a força como princípio unificador e a quantificação do fator de conversão³, e Primeira Lei da Termodinâmica: contexto histórico e energia⁴.

Buscamos com leitura possibilitar aos estudantes confrontarem-se com as diferentes perspectivas históricas acerca da construção do conceito de calor e suas aplicações práticas, permitindo-lhes refletir sobre cada teoria proposta e compreender que a ciência é uma construção humana, histórica e social que se faz

pela formulação e reformulação de paradigmas (KUHN, 1997), cuja construção ocorre através de modelos ou aproximações do mundo real (RICARDO, 2010). Concluída a leitura, ainda na "tarefa individual", cada estudante dispôs de três minutos para compartilhar os conhecimentos adquiridos a partir dos textos lidos. Essa etapa da atividade nos possibilitou identificar possíveis desvios conceituais, bem como obter elementos para orientar a meta coletiva.

Como meta coletiva solicitamos aos estudantes que construíssem um mapa mental com os principais cientistas e suas respectivas contribuições para o desenvolvimento do conceito de calor como forma de energia. Cada estudante deveria contribuir com no mínimo quatro subtópicos para a elaboração do mapa mental. Os mapas foram recolhidos para serem utilizados na etapa de fechamento da aula. Nesse momento distribuimos os mapas mentais de forma aleatória entre as células de modo que cada grupo pudesse participar da discussão junto com o professor analisando os trabalhos de outras células. Buscamos revisitar os principais conceitos envolvidos nas discussões a partir de uma proposta de mapa mental previamente elaborada.

Por fim, encerramos a aula com a avaliação individual em que os estudantes realizaram a resolução de uma série com cinco questões conceituais que contemplaram o conceito de calor e as definições atinentes à 1ª lei da Termodinâmica. Essa atividade foi entregue ao professor para posterior correção e *feedback* individual com os estudantes.

6.2 Quizlet Live e a 1ª lei da termodinâmica

O segundo encontro foi realizado em três etapas. A primeira teve início com a retomada dos principais conceitos tratados na aula anterior. Na segunda etapa, uma lista com problemas sobre a 1ª Lei da Termodinâmica foi atribuída com o objetivo de consolidar os conteúdos conceituais e desenvolver os conteúdos procedimentais (POZO; CRESPO, 2009; ZABALA, 1998). Iniciamos a atividade resolvendo itens específicos da lista, porém, ressaltamos a importância da criação de espaços para que os estudantes possam participar ativamente da atividade, dando-lhes tempo para se debruçarem sobre as questões. Enquanto eles trabalhavam em suas células, monitorávamos a execução da atividade dando e recebendo *feedbacks*.

A terceira etapa da aula, foi realizada com o *Quizlet Live*. Antes de iniciarmos a atividade buscamos mobilizar os estudantes a se engajarem na tarefa informando acerca dos critérios de avaliação, dos desafios propostos e da

3. Extraído de "História da física no século XIX: discutindo natureza da ciência e suas implicações para o ensino de física em sala de aula". Disponível em: < <https://tinyurl.com/4ewptwz6> >. Acesso em 03 de out. 2022.

4. Disponível em: < <https://www.passeidireto.com/arquivo/39583147/primeira-lei-da-termodinamica> >. Acesso em 03 out. de 2022.

meta a ser cumprida pelas equipes. Para o acesso dos estudantes à atividade/sala de aula virtual, enviamos o link via grupo do *WhatsApp* da turma, orientando-os que não utilizassem nomes fictícios, o que dificultaria a identificação e formação dos grupos. Enquanto aguardavam a liberação da atividade, os estudantes puderam revisar o conteúdo abordado a partir dos *cards* disponibilizados pela plataforma.

Após configurar a plataforma para a organização das equipes (quatro membros). Os estudantes foram comunicados de que as equipes estavam formadas e que eles circulassem pelo ambiente físico da sala com o intuito de identificar os respectivos companheiros de equipe e começar a atividade. Deixamos claro, que cada membro da equipe teria acesso à mesma questão, entretanto, a resposta correta constaria em único dispositivo por equipe. Nos propusemos, assim, desenvolver nos alunos interação entre os pares, evidenciando-se, assim, um dos elementos essenciais da Aprendizagem Cooperativa, a interdependência positiva.

Segundo Akey (2006), em um trabalho significativo e de qualidade a probabilidade de envolvimento dos estudantes aumenta, aumentando também as possibilidades de que eles aprendam algo novo e se lembrem com mais facilidade do que aprenderam. Assim, uma atividade significativa deve conter metas bem definidas e desafiadoras, um nível apropriado de complexidade e sobretudo deve permitir que os estudantes possam construir novos conceitos, explicar seu raciocínio para resolver um problema, defender suas conclusões e apresentar soluções alternativas e estratégias para a solução de um problema (AKEY, 2006).

Enquanto os estudantes realizavam a atividade, passamos a acompanhar o desenvolvimento do processo, mobilizando-os, dando e recebendo *feedback* do andamento da tarefa. Alertamos que se deve evitar estimular a competição entre as equipes, o que descaracterizaria a essência da Aprendizagem Cooperativa.

6.3 A 2ª lei da termodinâmica e o sentido para a conversão calor

O terceiro encontro teve início com uma breve discussão acerca da conservação de energia e da 1ª Lei da Termodinâmica, ressaltando que esta não estabelece um sentido para a conversão/fluxo de calor, bem como não impõem um limite natural para que esse processo ocorra. Com o recurso do projetor e do computador, demos sequência à exposição problematizando a 2ª Lei da Termodinâmica com algumas problematizações: é

possível construir uma máquina térmica que converta integralmente calor em trabalho? Se só uma parte do calor é convertido em trabalho em uma máquina térmica, para onde foi o resto? Como sabemos o quanto pode render uma máquina térmica?

Considerando que a 1ª Lei da Termodinâmica não estabelece um sentido e/ou limite para a conversão de calor em trabalho, as discussões aqui estabelecidas objetivaram despertar nos estudantes a compreensão de que é impossível a construção de uma máquina térmica que transforme integralmente calor em trabalho. Tal construção se configuraria como uma violação à lei que rege as transformações de energia na natureza, assegurando que o fluxo de calor cuja ocorrência não se dá de forma espontânea, seja um processo irreversível que ocorre do sistema de maior para o de menor temperatura.

Na segunda etapa da aula, organizada em quatro momentos, realizamos a terceira atividade cooperativa com estratégia ETMFA. Para essa atividade utilizamos um fragmento do texto Sadi Carnot: caminhos para o enunciado da segunda Lei da Termodinâmica⁵ que foi subdividido em três partes de modo que cada estudante pudesse realizar a leitura individual do seu material. Após a leitura orientamos que em dois minutos cada estudante compartilhasse com os companheiros da célula suas impressões sobre o assunto abordado (segundo momento).

Por fim, o terceiro momento da atividade, a meta coletiva, consistiu na elaboração de um produto para ser apresentado à turma. Nesse momento os estudantes construíram um mapa conceitual a partir de um modelo impresso. Cada célula recebeu um anexo com uma lista de conceitos envolvendo a 1ª e 2ª Lei da Termodinâmica para serem inseridos no mapa.

Na etapa do fechamento da aula cada célula responsabilizou-se pela correção junto com o professor de um mapa conceitual de uma outra célula. Esse momento mostrou-se muito rico, pois permitiu que os estudantes pudessem se engajar na atividade demonstrando curiosidade e desejo por saber mais, fazendo "contribuições substantivas, trazendo elementos significativos, relacionados aos tópicos em discussão" (SASSERON; SOUZA, 2019, p. 142).

Encerramos do terceiro encontro propondo uma avaliação individual com dez itens que abrangiam questões conceituais relativas a 1ª e 2ª Lei da Termodinâmica em que estabelecemos como meta individual setenta por cento de acerto para que a célula atingisse a meta cooperativa.

5. Extraído de PASCOAL, A. S. A evolução histórica da máquina térmica de Carnot como proposta para o ensino da segunda lei da termodinâmica. Disponível em: < <https://tinyurl.com/5cnw46fm> >. Acesso em 03 de out. 2022.

6.4 Encerrando a unidade didática

No quarto encontro, composto de três etapas, se deu o encerramento da unidade temática. Iniciamos o encontro fazendo um apanhado geral dos principais conceitos tratados até o momento recorrendo ao apresentador de *slides* e aos objetos de aprendizagem propostos no Quadro 1. Em seguida, com o intuito de aprimorar os conteúdos conceituais e procedimentais (POZO; CRESPO, 2009), disponibilizamos uma série de problemas para discussão em grupo, cuja resolução foi feita em parceria com os estudantes como uma preparação para a atividade cooperativa com a plataforma *Quizlet Live*.

Realizamos a última etapa da tarefa utilizando o *Quizlet Live* seguindo as orientações descritas no segundo encontro. Por tratar-se de uma atividade com maior complexidade, foi necessário assessorar e monitorar a realização da tarefa com maior afinco, observando os grupos com mais dificuldades, fazendo perguntas mobilizadoras e oferecendo suporte à superação de possíveis obstáculos. Quando os estudantes têm a oportunidade de pensar juntos, são mais receptivos às atividades desafiadoras e, portanto, se engajam mais intensamente nas tarefas (AKEY, 2006). Para a autora os alunos "são mais propensos a participar das tarefas escolares quando seus professores empregam estratégias pedagógicas ativas" (p. 9), sendo a cooperação entre colegas associada ao maior engajamento e maior aprendizagem.

Encerramos a unidade com a realização do processamento de grupo, momento ímpar para que os estudantes pudessem identificar os comportamentos que consideraram adequados e que deveriam ser intensificados, bem como aqueles que não contribuíram para o bom andamento do grupo, comprometendo-se em melhorá-los.

7. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Ressignificar o ensino de ciências no contexto da escola atual configura-se como um dos grandes desafios para educadores, professores e formadores de professores, cuja necessidade urgente, ao nosso ver, consiste em compreender que a formação docente se materializa num constante vir a ser que se delineia nas experiências da docência vividas, historiadas, contadas e recontadas. É nesse movimento de compartilhar as vivências da prática que nos constituímos e nos tornamos professores.

Diante disso, optamos por não apresentar os achados e nuances advindos das vivências experienciadas durante a realização das atividades, por entendermos que a apresentação propriamente dita do desenvolvimento das atividades, pode suscitar contribuição para a superação do modelo de ensino arraigado à transmissão de conteúdo, com pouca ou nenhuma participação dos estudantes, além de potencializar a aprendizagem individual e coletiva.

Por fim, a proposta se mostrou promissora uma vez que promoveu a participação ativa, a organização do pensamento, a criação de espaços de discussão e de compartilhamento de saberes entre os estudantes envolvendo-os em um trabalho significativo e de qualidade aumentando as possibilidades de aquisição de novos conceitos para apresentar soluções alternativas e novas estratégias para a solução de um problema.

REFERÊNCIAS

- AKEY, T. M. School Context, Student Attitudes and Behavior, and Academic Achievement: An Exploratory Analysis. **MDRC**, p. 1-52, 2006.
- CACHAPUZ, A. F., PRAIA, J. F., JORGE, M. P. **Perspectivas de ensino de ciências**. In: _____. Perspectivas de ensino. Porto: Eduardo & Nogueira LTDA, 2000. p. 1-79.
- CAMPOS, F. C.A. *et al.* **Cooperação e aprendizagem on-line**. Rio de Janeiro: PD&A Editora, 2003. 167 p. (Educação à distância).
- CLANDININ, D. J.; CONNELLY, F. M. **Pesquisa narrativa: experiência e história em pesquisa qualitativa**. 2 ed. Uberlândia: EDUFU, 2015.
- CARVALHO, A. M. P., SASSERON, L. H. Ensino e aprendizagem de Física no Ensino Médio e a formação de professores. Estudos avançados n. 32, v. 94, p. 43-55. 2018.
- JOHNSON, D. W.; JOHNSON, R. T.; HOLUBEC, E. J. **El aprendizaje cooperativo en el aula**. Buenos Aires: Editorial Paidós SIF, 1999.
- KUHN, T. S. **A estrutura das revoluções científicas**. 5. ed. São Paulo: Editora Perspectiva S.A, 1997.
- LOPES, J.; SILVA, H. S. **Aprendizagem cooperativa da sala de aula: um guia prático para o professor**. Lisboa: Lidel, 2009.
- MARCONI, M. A.; LAKATOS, E. M. **Fundamentos de Metodologia Científica**. 7. ed. São Paulo: Atlas, 2010.
- MATOS, C. G. A. **Aprendizagem Cooperativa em sala de aula na EEEP Alan Pinho Tabosa - CE e sua relação com uma cultura de paz, sob a ótica das juventudes**. Fortaleza: UFC, 2018. 96 p. Dissertação (Mestrado) - Programa de Pós-Graduação em Educação da Faculdade de Educação da Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2018.
- POZO, J. I. **Aprendizes e mestres: a nova cultura da aprendizagem**. Porto Alegre: Artmed, 2002.
- POZO, J. I. **Aprender em tiempos revueltos: la nueva ciencia del aprendizaje**. Madrid: Alianza editorial, 2016.
- POZO, J. I. *et al.* **Las teorías implícitas sobre el aprendizaje y la enseñanza**. In: _____. Nuevas formas de pensar la enseñanza y el aprendizaje: las concepciones de profesores y alumnos. Barcelona: Graó, 2006. p. 95-134.
- POZO, J. I.; CRESPO, M. A. G. **A aprendizagem e o ensino de ciências: do conhecimento cotidiano ao conhecimento científico**. 5. ed. Porto Alegre: Artmed, 2009.
- RICARDO, E. C. **Problematização e contextualização no ensino de Física**. In: _____. Ensino de Física. São Paulo: Cengage Learning, 2010. P. 29-47.
- SANTOS, G. B.; CHITOLINA, M. R. **A plataforma Quizlet como promotora de ensino e aprendizagem modernos**. In: LUNARDI, L.; RAKOSKI, M. C.; FORIGO, F. M. Ferramentas digitais para o ensino de Ciências da Natureza. Bagé: Editora Faith, 2021.

SASSERON, L. H.; SOUZA, T. N. O engajamento dos estudantes em aula de física: apresentação e discussão de uma ferramenta de análise. **Investigações em ensino de Ciências**. v. 24, n. 1, p. 139-153, abr. 2019

SOUSA, F. I.; ATAÍDE, P. A. O estudo do comportamento dual da luz com a mediação da aprendizagem cooperativa: uma análise qualitativa do efeito fotoelétrico. **Experiências em Ensino de Ciências**, Mato Grosso, v. 15, n. 1, p. 395-410, abr. 2020.

SOUSA, F. I.; GONÇALVES, T. V. O. Teorias implícitas de professores que ensinam física com a interface da aprendizagem cooperativa. **VIII Congresso Nacional de Educação**. Campina Grande: Realize Editora, 2022.

STAKE, R. E. **Pesquisa Qualitativa: estudando como as coisas funcionam**. Porto Alegre: Penso, 2011

ZABALA, A. **A prática educativa: como ensinar**. Porto Alegre: Artmed, 1998.



ROBÓTICA EDUCACIONAL EM ESCOLAS PÚBLICAS DO CEARÁ: AVALIAÇÃO DOS IMPACTOS SOBRE O DESENVOLVIMENTO DE COMPETÊNCIAS DISCENTES E A QUALIDADE DO ENSINO¹

Wagner Bandeira Andriola ²

Educational Robotics in Public Schools in Ceará: assessment of impacts on the development of student skills and the quality of teaching

Resumo:

Neste trabalho compreendeu-se a Robótica Educacional como estratégia de ensino de caráter interdisciplinar, desafiadora e lúdica, voltada à promoção da aprendizagem de conceitos curriculares e ao desenvolvimento de competências úteis à sociedade. Efetivou-se estudo de campo do tipo ex-post facto, com o emprego de instrumento de coleta de dados primários dirigidos aos alunos de escolas públicas estaduais do Ceará, de modo a se identificar os impactos da Robótica Educacional sobre o desenvolvimento de competências e a qualidade do aprendizado discente. Os resultados indicaram que a expressiva maioria dos alunos participantes da pesquisa destacou: (i) ter incrementado a curiosidade pela Robótica Educacional e pela leitura de livros sobre a temática; (ii) vislumbrar a potencialidade de a Robótica Educacional abordar temas transversais ao currículo escolar, tais como a sustentabilidade ambiental e a reciclagem de resíduos tecnológicos e industriais; (iii) identificar a relevância do ensino da Robótica Educacional para aguçar a visão do alunado acerca da importância dos processos de reciclagem de resíduos tecnológicos; (iv) ter incrementado a motivação, o interesse pelo ensino e pela escola, ocasionando impactos muito positivos sobre o aprendizado de conceitos curriculares e o desenvolvimento de ampla gama de competências úteis à sociedade.

Palavras-chave: Ensino Médio, Robótica Educacional, Avaliação Educacional.

Abstract:

In this work, Educational Robotics was understood as an interdisciplinary, challenging and playful teaching strategy, aimed at promoting the learning of curricular concepts and the development of skills useful to society. An ex-post facto field study was carried out, using a primary data collection instrument aimed at students from state public schools in Ceará, in order to identify the impacts of Educational Robotics on the development of skills and quality of student learning. The results obtained indicated that the significant majority of students participating in the research highlighted: (i) having increased curiosity about Educational Robotics and reading books on the subject; (ii) envision the potential for Educational Robotics to address themes that cross-cut the school curriculum, such as environmental sustainability and the recycling of technological and industrial waste; (iii) identify the relevance of teaching Educational Robotics to sharpen students' vision of the importance of technological waste recycling processes; (iv) have increased motivation and interest in teaching and school, causing very positive impacts on the learning of curricular concepts and the development of a wide range of skills useful to society.

Keywords: High School, Educational Robotics, Educational Evaluation.

1. Estudo financiado pelo Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) através do Edital MCTIC/CNPq Nº 05/2019 - Programa Ciência na Escola - Linha 2: Ações de intervenção em escolas de educação básica com foco em ensino de ciências (Processo nº 440.471/2019-2).

2. Doutor em Filosofia e Ciências da Educação pela Universidad Complutense de Madrid (UCM); Pesquisador Nível 1B do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq); Professor Titular da Universidade Federal do Ceará (UFC); Coordenador do Mestrado em Políticas Públicas e Gestão da Educação Superior (POLEDUC/UFC). E-mail: w_andriola@ufc.br

1. INTRODUÇÃO

A Robótica passou a ser empregada no âmbito educacional com os trabalhos de William Ross Ashby, médico e psiquiatra inglês, que, no início de 1950, desenvolveu estudos de Cibernética, tornando-se pioneiro (PEREZ; DELIGIANNI; RAVI; YANG, 2018). Entre 1948 e 1949, o norte-americano William Gray Walter, renomado neurofisiologista, estudou e analisou como um pequeno número de conexões podia vir a originar comportamentos muito complexos, empregando, para tal, dois robôs autônomos chamados *Elmer e Elsie* (ROBAZZI, 2018). Porém, foi o matemático sul-africano Seymour Papert quem conseguiu desenvolver atividades que permitiram a Robótica converter-se em área estratégica e proeminente na Educação (ANDRIOLA, 2021a). Sob esta ótica pedagógica, o computador converteu-se em ferramenta auxiliar no processo de construção de conhecimentos e em poderosa estratégia de ensino que adapta os princípios do construtivismo de Jean Piaget, a fim de melhor aproveitar-se das tecnologias disponíveis (ANDRIOLA; GOMES, 2017; PERALTA *et al.* 2018).

A *Robótica Educacional* ou *Robótica Pedagógica* caracteriza-se por ser uma ação pedagógica, executada em ambientes de aprendizagem, a partir do uso de kits ou sucatas de *e-waste*³, que permitem a criação de compostos diversos indutores do funcionamento de modelos de autômatos montados pelos aprendizes, a partir de um planejamento didático-pedagógico previamente efetivado pelo docente responsável (ANDRIOLA, 2021b). Portanto, a Robótica Educacional é uma estratégia de ensino de caráter interdisciplinar, desafiadora e lúdica para a promoção da aprendizagem de conceitos curriculares (SÖRENSEN, 2018; SANTOS; ARAÚJO; BITTENCOURT, 2018). Nesta perspectiva, o emprego da robótica educacional tem vários objetivos e metodologias, apontando, em geral, para que o aluno siga instruções e manuais ou crie e experimente a partir dos materiais específicos, caracterizando um *processo dinâmico e interativo de construção da aprendizagem* (AZEVEDO; FRANCISCO; NUNES, 2017).

Alguns objetivos das atividades e ações da Robótica Educacional relacionam-se com o ensino de conteúdos pedagógicos das ciências naturais, da matemática, do design, da cibernética, da inteligência artificial e das artes plásticas, dentre outras. Por outro lado, a confecção de sistemas robotizados incentiva a reflexão do alunado sobre as implicações que os projetos de pesquisa podem gerar em âmbito social, cultural, político e ambiental (GINOYA; MADDAHI; ZAREINIA, 2021; ARAÚJO; LEITE; ANDRIOLA, 2019).

Desde os anos 1970 há empresas que fabricam e comercializam *kits* de robótica educacional, com projetos e orientações para o uso desses materiais em sala de aula. São blocos, tijolos vazados, motores, polias, sensores, correias, engrenagens e eixos conectados ao computador através de interface, permitindo a montagem de sistemas controlados por comandos oriundos do uso de linguagens de programação (CUNHA; NASCIMENTO, 2018). A seguir são descritas algumas das mais proeminentes potencialidades da Robótica Educacional para abordar temas curriculares vitais para a vida social no século XXI.

2. CONTRIBUTOS DO ENSINO DE ROBÓTICA EDUCACIONAL PARA O CURRÍCULO ESCOLAR

Uma das potencialidades da Robótica Educacional, sobretudo quando emprega resíduos tecnológicos e industriais adequados à reciclagem, centra-se na possibilidade de abordar a sustentabilidade ambiental, bem como vantagens da reciclagem do lixo tecnológico (*e-waste*). Conforme Baldé *et al.* (2017), dados de 2012 da Organização das Nações Unidas (ONU), apontaram que, no Brasil, a produção anual per capita era de meio quilo de lixo eletrônico. Tendo este valor por base, é possível inferir que, de acordo com o último censo realizado pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), o Brasil teria produzido o incrível volume de quase 100.000 toneladas de *e-waste* em 2012.

Vê-se, portanto, que esta quantidade de *e-waste* relaciona-se a dois fatores: (a) a evolução tecnológica e (b) ao consumismo influenciado pelo poder aquisitivo da população e pelos incentivos proporcionados pelos veículos de comunicação de massa. Esse consumismo por materiais cada vez mais modernos, com tecnologias e funcionalidades cada vez avançadas (fenômeno denominado *obsolescência programada*) tem por consequência aumento rápido da quantidade de material que é descartado, muitas vezes de modo inadequado, acarretando problemas ambientais e sociais (CAMPOS, 2017). Assim sendo, vislumbra-se a relevância de abordarem-se temas associados à sustentabilidade ambiental através da Robótica Educacional.

Neste sentido, serão citados alguns estudos que atestam a exequibilidade e a relevância de ações de pesquisa sobre a sustentabilidade ambiental, além de ilustrarem a capacidade da Robótica Educacional para desenvolver novas competências nos jovens cidadãos do século XXI e, assim, contribuir com esta temática curricular da maior importância social. Por exemplo, os estudos executados por Baldow *et al.* (2018), Oliveira,

3. *E-waste* é um termo para designar resíduos e lixos eletrônicos que estão ao final da sua vida útil ou sob o prisma dos leigos, completamente sem uso. Essas sucatas eletrônicas como computadores, videocassetes, aparelhos de som, dentre outros, são facilmente encontrados em lixos residenciais, sendo, muitas vezes, descartados de forma inadequada.

Sobral e Oliveira (2020) exemplificam atividades que abordam o descarte consciente dos resíduos eletrônicos e discutem a viabilidade do reuso de partes deste material em oficinas de robótica educativa de baixo custo, destinadas a alunos de escolas públicas.

Paiva *et al.* (2016) executou estudo com alunos do curso de Licenciatura em Computação, com o fito de iniciá-los nas ações voltadas ao reuso de *e-waste*, de modo a produzir jogos e materiais didático-pedagógicos para uso em sala de aula. Como conclusão, os autores apontam as contribuições do trabalho para: (i) a redução de impacto ambiental decorrente da reutilização de resíduos eletrônicos; (ii) o desenvolvimento de material didático para ser usado no processo de ensino, aliando conscientização ambiental e engajamento estudantil (PEREIRA JÚNIOR; SARDINHA; SANTOS JESUS, 2020). Outras potencialidades da Robótica Educacional são destacadas nos próximos tópicos.

3. CONTRIBUTOS DO ENSINO DE ROBÓTICA EDUCACIONAL PARA O ALUNADO

Conforme a opinião de Silva, Lima e Andriola (2016), Pereira, Araújo e Bittencourt (2019), Andriola (2021a), há diversas competências que podem vir a ser desenvolvidas, exercitadas e aprimoradas a partir do uso da Robótica Educacional nos processos de Ensino, sobretudo nas séries iniciais da Educação Básica. Nesse diapasão, teoriza-se a ocorrência das seguintes contribuições:

a) Estímulo ao raciocínio lógico: ao aprender a linguagem de programação, os alunos são induzidos a pensar de forma lógica e estruturada, pois estes irão programar ações hierárquicas a serem cumpridas pelo computador, mediante a especificação de códigos específicos, criados por sequências de números e palavras. Assim, o aluno desenvolve o lado esquerdo do cérebro, responsável pelo raciocínio lógico, analítico e crítico (ANDRIOLA; CAVALCANTE, 1999; MURPHY, 2019; OLIVEIRA; SILVA; SOUSA JÚNIOR, 2019).

b) Auxílio à organização mental: a programação estimula o aluno a organizar os pensamentos e as ações a serem executadas para solucionar os desafios envolvidos nos projetos de criação de games ou aplicativos. Tal atividade terá impactos sobre a capacidade de organização, planejamento de atividades, estruturação de pensamentos e até mesmo modo de estudar (ANDRIOLA, 2021b).

c) Estímulo à criatividade: os alunos aprendem a pensar de forma lógica e estruturada; usam a criatividade nas aulas para analisar, planejar, criar e executar um projeto valorizando as várias etapas de execução; os aprendizes são estimulados a trabalhar em equipe,

de forma cooperativa (BARROS; LINS, 2017; LIMA; ANDRIOLA, 2013).

d) Estímulo ao desenvolvimento de habilidades para solucionar situações adversas: a programação permitirá aos estudantes desenvolver capacidades para solucionar problemas adversos e não previstos, proporcionando experiências para lidar adequadamente com insucessos e frustrações (CUNHA; NASCIMENTO, 2018; PERALTA; GUIMARÃES, 2018; PEREIRA; ARAÚJO; BITTENCOURT, 2019; GALVÃO, 2020).

e) Apoio ao aprendizado de matemática, física e língua inglesa: os usuários da Robótica passam a se familiarizar muito rapidamente com números e novas palavras, aprendem a raciocinar com mais precisão e de maneira hierarquizada, a partir de hipóteses que deverão ser aplicadas na prática (OLIVEIRA; SILVA; SOUSA JÚNIOR, 2019), com visíveis avanços destes alunos no desempenho escolar, principalmente nas matérias que exigem raciocínio lógico, tais como matemática, física, língua portuguesa e línguas estrangeiras.

f) Apoio ao aprimoramento da escrita: o ensino de Robótica poderá auxiliar e aprimorar a escrita, já que o aluno aprende a organizar melhor suas ideias, impactando positivamente sobre a capacidade de estruturação de textos escritos (ANDRIOLA, 2021b).

g) Incremento da motivação e do envolvimento educacional: aprender a programar auxilia os alunos a descobrirem novas potencialidades, convertendo-os em indivíduos mais engajados e entusiasmados em solucionar desafios. No futuro, por terem aptidões diferenciadas, provavelmente se destacarão profissionalmente (ANDRIOLA, 2021a).

4. CONTRIBUTOS DA ROBÓTICA EDUCACIONAL PARA AS PRÁTICAS DE ENSINO

As bases pedagógicas das práticas de ensino evoluíram em direção às concepções que colocam **o aluno no centro do processo**, invertendo o ponto de partida da reflexão: *trata-se de compreender como os alunos aprendem, para que se saiba como o professor deve ensinar* (ALTET, 2004). Sob esta perspectiva, a proposta mais adequada ao uso da Robótica Educacional como estratégia de ensino é via *produção de projetos*, pois este consolida a identidade dos alunos com o projeto e os conhecimentos produzidos (BARROS; LINS, 2017; HERNÁNDEZ; VENTURA, 2016).

Se antes os alunos aprendiam fórmulas e modelos de cálculos e não identificavam seu funcionamento na prática, o uso da Robótica Educacional pode inverter este processo: podem ser criadas situações-problema,

gerando demanda de conhecimentos que serão desenvolvidos a partir de uma ótica interdisciplinar, que não necessariamente pertencem a uma área específica, como é organizado no currículo escolar tradicional (ANDRIOLA, 2022).

Portanto, o ato de ensinar baseado na *produção de projetos* resultará numa nova perspectiva didática e pedagógica de entendimento do processo de ensino-aprendizagem, na qual o conhecimento é construído em estreita relação com os contextos em que são usados, sendo por isso impossível separar os aspectos cognitivos, emocionais e sociais presentes neste processo dinâmico (ARAÚJO; ANDRIOLA; COELHO, 2018). O projeto é um plano de trabalho, um conjunto de tarefas que tende a um progressivo envolvimento individual e social do aluno nas atividades empreendidas voluntariamente, por ele e pelo grupo, sob a mediação de um professor (SANTOS; ARAÚJO; BITTENCOURT, 2018; ANDRIOLA, 2021c). Um projeto gera situações de aprendizagem, favorecendo, assim, a autonomia e autodisciplina por meio de situações criadas em sala de aula voltadas à reflexão, discussão, tomada de decisão e críticas em torno do trabalho em andamento.

Não obstante, essa atividade pedagógica exigirá dos professores atuação didática distinta da tradicional, focada em elementos pedagógicos multidisciplinares e no uso das Tecnologias da Informação e da Comunicação (ANDRIOLA; GOMES, 2017; PANIAGO *et al.*, 2020; OLIVEIRA; SILVA; SOUSA JÚNIOR, 2019).

Como decorrência das posições teóricas referidas, executou-se pesquisa com alunos de Instituições Educacionais Públicas do Ceará, com o fito de se identificar os impactos da Robótica Educacional sobre o desenvolvimento de competências e a qualidade do aprendizado discente, como resultado da adoção de metodologias de ensino baseadas na Experimentação e na Robótica.

5. METODOLOGIA

Tratou-se de estudo *ex post-facto*, de natureza descritiva, no qual se fez uso de uma Escala para Avaliar a Percepção sobre a Robótica Educacional de alunos de Instituições Públicas de Educação em Tempo Integral, sediadas nos municípios cearenses de Caridade e Aracati.

5.1. Instrumento e Procedimento

A Escala para Avaliar a Percepção sobre a Robótica Educacional foi desenvolvida por Andriola (2021a), sendo composta por 15 itens seguidos de uma escala de resposta do tipo Likert, de quatro pontos: 1. *Discordo Totalmente*; 2. *Discordo*; 3. *Concordo*; 4. *Concordo Totalmente*. O referido instrumento foi aplicado aos alunos da 2ª série do Ensino Médio de dois estabelecimentos educacionais.

5.2. Descrição da Amostra de Alunos

A amostra foi composta por 62 alunos da 2ª série do Ensino Médio de duas escolas públicas do Estado do Ceará, que funcionavam em tempo integral nos municípios de Caridade (Escola 1 – E1) e Aracati (Escola 2 - E2). A maioria dos 62 alunos compôs-se de indivíduos do sexo masculino (n = 44 ou 71%) e a minoria do sexo feminino (n = 18 ou 29%), cujas idades variaram de 15 a 17 anos, com média aritmética de 15,95 anos, moda de 16 anos (n = 54 ou 87,1%) e desvio-padrão 0,338.

6. APRESENTAÇÃO E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

Na Tabela 1 constam os padrões de resposta dos 62 alunos acerca da indagação sobre aumento da curiosidade pela Robótica Educacional.

Tabela 1 - Frequência de Respostas sobre o incremento da curiosidade pela Robótica Educacional.

| | | | Frequência | Porcentual | Porcentagem válida | Porcentagem acumulativa |
|---------------|--------|---------------------|------------|------------|--------------------|-------------------------|
| Escola 1 (E1) | Válido | Concordo | 18 | 58,1 | 58,1 | 58,1 |
| | | Concordo Totalmente | 10 | 32,3 | 32,3 | 90,3 |
| | | Discordo | 2 | 6,5 | 6,5 | 96,8 |
| | | Discordo Totalmente | 1 | 3,2 | 3,2 | 100,0 |
| | | Total | 31 | 100,0 | 100,0 | |

| | | | Frequência | Porcentual | Porcentagem válida | Porcentagem acumulativa |
|---------------|--------|-------------------------------|------------|------------|--------------------|-------------------------|
| Escola 2 (E2) | Válido | Concordo | 21 | 67,7 | 67,7 | 67,7 |
| | | C o n c o r d o Totalmente | 4 | 12,9 | 12,9 | 80,6 |
| | | Discordo | 4 | 12,9 | 12,9 | 93,5 |
| | | D i s c o r d o Totalmente | 2 | 6,5 | 6,5 | 100,0 |
| | | Total | 31 | 100,0 | 100,0 | |

Fonte: Pesquisa Direta (2022).

Os dados da Tabela 1 indicam que as frequências de respostas dos 62 alunos parecem ser distintas, isto é, nos dois grupos, a imensa maioria de alunos informou ter tido aumento da curiosidade pela Robótica Educacional, expressando "concordar" ou "concordar totalmente" com a assertiva: *na E1 houve 90,3% e na E2 80,6%*. Para averiguar suposta diferença nestes padrões de resposta, usou-se o Teste do Qui-Quadrado, obtendo-se o valor χ^2 (gl = 6) = 3,80 ($p <$

0,01), que atestou a existência de diferença significativa entre os alunos da E1 e da E2. Desse modo, há fortes indícios de heterogeneidade no padrão de respostas dos 62 alunos quanto ao aumento da curiosidade pela Robótica Educacional.

Na Tabela 2 constam os padrões de resposta dos 62 alunos acerca da indagação sobre aumento do interesse pela leitura de livros sobre a Robótica Educacional.

Tabela 2 - Aumento do interesse pela leitura de livros sobre a Robótica Educacional.

| | | | Frequência | Porcentual | Porcentagem válida | Porcentagem acumulativa |
|---------------|--------|-------------------------------|------------|------------|--------------------|-------------------------|
| Escola 1 (E1) | Válido | Concordo | 5 | 16,1 | 16,1 | 16,1 |
| | | Discordo | 16 | 51,6 | 51,6 | 67,7 |
| | | D i s c o r d o Totalmente | 10 | 32,3 | 32,3 | 100,0 |
| | | Total | 31 | 100,0 | 100,0 | |
| Escola 2 (E2) | Válido | Concordo | 10 | 32,3 | 32,3 | 32,3 |
| | | Discordo | 16 | 51,6 | 51,6 | 83,9 |
| | | D i s c o r d o Totalmente | 5 | 16,1 | 16,1 | 100,0 |
| | | Total | 31 | 100,0 | 100,0 | |

Fonte: Pesquisa Direta (2022).

As frequências de respostas dos 62 alunos parecem ser díspares, isto é, nos dois grupos houve um grupo minoritário de alunos que informou ter tido aumento do interesse pela leitura de livros sobre a Robótica Educacional, expressando "concordar" com a assertiva: *na E1 houve 16,1% e na E2 32,3%*. Para averiguar suposta diferença nestes padrões de resposta dos dois grupos, empregou-se o Teste do Qui-Quadrado de Pearson, obtendo-se o valor χ^2 (gl = 6) = 7,153 ($p <$ 0,01), que atestou a existência de diferença significativa entre os alunos da E1 e da E2. Portanto, há fortes indícios de

heterogeneidade nas respostas dos 62 alunos quanto ao aumento do interesse por livros sobre a Robótica Educacional, sobressaindo-se os alunos da E2, pois 32,3% indicaram ter aumentado o interesse por livros aderentes à área referida.

Na Tabela 3 constam os padrões de resposta dos 62 alunos sobre motivação para a montagem de equipamentos eletrônicos nas aulas de Robótica Educacional.

Tabela 3 - Motivação para a montagem de equipamentos eletrônicos (autômatos, máquinas etc.).

| | | | Frequência | Porcentual | Porcentagem válida | Porcentagem acumulativa |
|---------------|--------|----------------------------|------------|------------|--------------------|-------------------------|
| Escola 1 (E1) | Válido | Concordo | 6 | 19,4 | 19,4 | 19,4 |
| | | C o n c o r d o Totalmente | 24 | 77,4 | 77,4 | 96,8 |
| | | D i s c o r d o Totalmente | 1 | 3,2 | 3,2 | 100,0 |
| | | Total | 31 | 100,0 | 100,0 | |
| Escola 2 (E2) | Válido | Concordo | 9 | 29,0 | 29,0 | 29,0 |
| | | C o n c o r d o Totalmente | 20 | 64,5 | 64,5 | 93,5 |
| | | Discordo | 1 | 3,2 | 3,2 | 96,8 |
| | | D i s c o r d o Totalmente | 1 | 3,2 | 3,2 | 100,0 |
| | | Total | 31 | 100,0 | 100,0 | |

Fonte: Pesquisa Direta (2022).

Os dados da Tabela 3 informam que as frequências de respostas dos 62 alunos parecem ser similares, isto é, nos dois grupos, a imensa maioria ter demonstrado motivação para a montagem de equipamentos eletrônicos nas aulas de Robótica Educacional, expressando "concordar" ou "concordar totalmente" com a assertiva: *na E1 houve 96,8%* e *na E2 houve 93,5%*. Para averiguar suposta diferença nestes padrões de resposta dos dois grupos, empregou-se o Teste do Qui-Quadrado, obtendo-se o valor χ^2 (gl = 6) = 1,180 ($p > 0,01$), que atestou a inexistência de diferença significativa

entre os alunos da E1 e da E2. Dessa forma, há fortes indícios de homogeneidade no padrão de respostas dos 62 alunos quanto à motivação para a montagem de equipamentos eletrônicos nas aulas de Robótica Educacional.

A Tabela 4 apresenta os padrões de resposta dos 62 alunos acerca da indagação sobre a importância de haver um Laboratório de Robótica Educacional na Escola.

Tabela 4 - Importância de haver um Laboratório de Robótica Educacional na Escola.

| | | | Frequência | Porcentual | Porcentagem válida | Porcentagem acumulativa |
|---------------|--------|----------------------------|------------|------------|--------------------|-------------------------|
| Escola 1 (E1) | Válido | Concordo | 5 | 16,1 | 16,1 | 16,1 |
| | | C o n c o r d o Totalmente | 26 | 83,9 | 83,9 | 100,0 |
| | | Total | 31 | 100,0 | 100,0 | |
| Escola 2 (E2) | Válido | Concordo | 15 | 48,4 | 48,4 | 48,4 |
| | | C o n c o r d o Totalmente | 11 | 35,5 | 35,5 | 83,9 |
| | | Discordo | 5 | 16,1 | 16,1 | 100,0 |
| | | Total | 31 | 100,0 | 100,0 | |

Fonte: Pesquisa Direta (2022).

De acordo com os dados da Tabela 4, as frequências de respostas dos 62 alunos parecem ser heterogêneas, pois embora a imensa maioria de alunos tenha destacado a importância de haver um Laboratório de Robótica Educacional na Escola, expressando "concordar" ou "concordar totalmente" com a assertiva, *na E1 houve 100%* e *na E2 houve 83,9%*. Empregou-se o Teste do Qui-Quadrado de Pearson, obtendo-se o valor χ^2 (gl = 6) = 17,51 ($p < 0,01$), que atestou a existência de diferença significativa entre os alunos da E1 e da E2. Assim, há

fortes indícios de heterogeneidade ou distinção no padrão de respostas dos 62 alunos quanto à importância de haver um Laboratório de Robótica Educacional na Escola, com os alunos da E1 destacando, de modo unânime, a relevância deste aspecto pedagógico.

Na Tabela 5 estão os padrões de resposta dos 62 alunos acerca da indagação sobre dificuldades no aprendizado dos conteúdos de Robótica Educacional.

Tabela 5 - Dificuldades em aprender os conteúdos da Robótica Educacional.

| | | | Frequência | Porcentual | Porcentagem válida | Porcentagem acumulativa |
|---------------|--------|----------------------------|------------|------------|--------------------|-------------------------|
| Escola 1 (E1) | Válido | Concordo | 5 | 16,1 | 16,1 | 16,1 |
| | | C o n c o r d o Totalmente | 2 | 6,5 | 6,5 | 22,6 |
| | | Discordo | 23 | 74,2 | 74,2 | 96,8 |
| | | D i s c o r d o Totalmente | 1 | 3,2 | 3,2 | 100,0 |
| | | Total | 31 | 100,0 | 100,0 | |
| Escola 2 (E2) | Válido | Concordo | 16 | 51,6 | 51,6 | 51,6 |
| | | C o n c o r d o Totalmente | 1 | 3,2 | 3,2 | 54,8 |
| | | Discordo | 14 | 45,2 | 45,2 | 100,0 |
| | | Total | 31 | 100,0 | 100,0 | |

Fonte: Pesquisa Direta (2022).

Conforme os dados da Tabela 5, as frequências de respostas dos 62 alunos parecem ser díspares, pois há um grupo majoritário de alunos que informou ter tido dificuldades no aprendizado dos conteúdos de Robótica Educacional, expressando "concordar" ou "concordar totalmente" com a assertiva: *na E1 houve 22,6% e na E2 54,8%*. Usou-se o Teste do Qui-Quadrado de Pearson para averiguar a existência de diferença significativa entre a E1 e a E2, com o valor χ^2 (gl = 6) = 21,853 ($p < 0,01$) indicando distinções entre os dois grupos de alunos.

de dificuldades no aprendizado dos conteúdos de Robótica Educacional, sobressaindo-se os alunos da E2, pois 54,8% indicaram ter dificuldades. Para este grupo de alunos, estratégias de reforço do aprendizado e de revisão dos conteúdos curriculares devem ser previstas. Este mesmo procedimento deverá ser adotado com os 22,6% de alunos da E1.

A Tabela 6 apresenta padrões de resposta dos 62 alunos acerca da indagação sobre dificuldades a indução de trabalho em equipe através da Robótica Educacional.

Portanto, há fortes indícios de heterogeneidade nas respostas dos 62 alunos quanto à existência

Tabela 6 - A Robótica Educacional permite o trabalho em equipe, com colegas de classe.

| | | | Frequência | Porcentual | Porcentagem válida | Porcentagem acumulativa |
|---------------|--------|----------------------------|------------|------------|--------------------|-------------------------|
| Escola 1 (E1) | Válido | Concordo | 9 | 29,0 | 29,0 | 29,0 |
| | | C o n c o r d o Totalmente | 19 | 61,3 | 61,3 | 90,3 |
| | | Discordo | 2 | 6,5 | 6,5 | 96,8 |
| | | D i s c o r d o Totalmente | 1 | 3,2 | 3,2 | 100,0 |
| | | Total | 31 | 100,0 | 100,0 | |
| Escola 2 (E2) | Válido | Concordo | 18 | 58,1 | 58,1 | 58,1 |
| | | C o n c o r d o Totalmente | 10 | 32,3 | 32,3 | 90,3 |
| | | Discordo | 1 | 3,2 | 3,2 | 93,5 |
| | | D i s c o r d o Totalmente | 2 | 6,5 | 6,5 | 100,0 |
| | | Total | 31 | 100,0 | 100,0 | |

Fonte: Pesquisa Direta (2022).

Os dados da Tabela 6 informam que as frequências de respostas dos 62 alunos parecem ser muito similares, isto é, nos dois grupos, a imensa maioria de alunos opinou que a Robótica Educacional permite trabalhar em equipe, com os colegas de classe, expressando "concordar" ou "concordar totalmente" com a assertiva: *na E1 houve 90,3% e na E2 90,3%*. Empregando-se o Teste do Qui-Quadrado de Pearson, obteve-se o valor χ^2 (gl = 6) = 0,00 ($p > 0,01$), que atestou a inexistência de diferença significativa entre os alunos da E1 e da E2. Desse modo, há fortes indícios de homogeneidade

ou similaridade no padrão de respostas dos 62 alunos quanto à opinião de que a Robótica Educacional permite aos alunos trabalharem em equipe, com os colegas de classe.

Na Tabela 7 constam os padrões de resposta dos 62 alunos acerca da indagação sobre a importância da Robótica Educacional para o aprendizado de conteúdos curriculares, tais como matemática, física, computação, inglês, biologia, dentre outros.

Tabela 7 - A Robótica Educacional é importante para o aprendizado de outros conteúdos curriculares (Matemática, Física, Biologia, Computação e Inglês).

| | | | Frequência | Porcentual | Porcentagem válida | Porcentagem acumulativa |
|---------------|--------|---------------------|------------|------------|--------------------|-------------------------|
| Escola 1 (E1) | Válido | Concordo | 14 | 45,2 | 45,2 | 45,2 |
| | | Concordo Totalmente | 6 | 19,4 | 19,4 | 64,5 |
| | | Discordo | 9 | 29,0 | 29,0 | 93,5 |
| | | Discordo Totalmente | 2 | 6,5 | 6,5 | 100,0 |
| | | Total | 31 | 100,0 | 100,0 | |
| Escola 2 (E2) | Válido | Concordo | 20 | 64,5 | 64,5 | 64,5 |
| | | Concordo Totalmente | 3 | 9,7 | 9,7 | 74,2 |
| | | Discordo | 7 | 22,6 | 22,6 | 96,8 |
| | | Discordo Totalmente | 1 | 3,2 | 3,2 | 100,0 |
| | | Total | 31 | 100,0 | 100,0 | |

Fonte: Pesquisa Direta (2022).

Conforme a Tabela 7, as frequências de respostas dos 62 alunos parecem ser muito similares, isto é, nos dois grupos, a imensa maioria de alunos destacou a importância da Robótica Educacional para o aprendizado de outros conteúdos curriculares, tais como matemática, física, computação, inglês, biologia, dentre outros, expressando "concordar" ou "concordar totalmente" com a assertiva: *na E1 houve 64,5% e na E2 74,2%*. Empregando-se o Teste do Qui-Quadrado de Pearson, obteve-se o valor χ^2 (gl = 6) = 2,213 ($p > 0,01$), que atestou a inexistência de diferença significativa

entre os alunos da E1 e da E2. Dessa forma, há fortes indícios de homogeneidade ou similaridade no padrão de respostas dos 62 alunos quanto à importância da Robótica Educacional para o aprendizado de outros conteúdos curriculares, tais como matemática, física, computação, inglês, biologia, dentre outros.

Na Tabela 8 constam os padrões de resposta dos 62 alunos acerca do atual nível de conhecimento sobre a Robótica Educacional.

Tabela 8 - Nível de conhecimentos sobre a Robótica Educacional.

| | | | Frequência | Porcentual | Porcentagem válida | Porcentagem acumulativa |
|---------------|--------|-------------|------------|------------|--------------------|-------------------------|
| Escola 1 (E1) | Válido | Elevado | 2 | 6,4 | 6,4 | 6,4 |
| | | Mediano | 18 | 58,1 | 58,1 | 64,5 |
| | | Baixo | 11 | 35,5 | 35,5 | 100,0 |
| | | Total | 31 | 100,0 | 100,0 | |
| Escola 2 (E2) | Válido | Elevado | 3 | 9,7 | 9,7 | 9,7 |
| | | Mediano | 14 | 45,2 | 45,2 | 54,9 |
| | | Baixo | 10 | 32,2 | 32,2 | 87,1 |
| | | Muito Baixo | 4 | 12,9 | 12,9 | 100,0 |
| | | Total | 31 | 100,0 | 100,0 | |

Fonte: Pesquisa Direta (2022).

Observou-se que as frequências de respostas dos 62 alunos parecem ser muito similares, isto é, nos dois grupos, a imensa maioria de alunos destacou possuir nível de conhecimento "mediano" ou "elevado" acerca da Robótica Educacional: na E1 houve 64,5% e na E2 54,9%. O Teste do Qui-Quadrado resultou no valor χ^2 (gl = 6) = 1,915 ($p > 0,01$), que atestou a inexistência de diferença significativa entre a E1 e a E2. Dessa maneira, há fortes indícios de homogeneidade no padrão de respostas

dos 62 alunos quanto ao nível de conhecimento sobre a Robótica Educacional. Nos dois grupos observaram-se os seguintes valores modais para o nível mediano de conhecimento sobre a Robótica Educacional: na E1 foi 58,1% e na E2 foi 45,2%.

Na Tabela 9 constam os padrões de resposta dos 62 sujeitos acerca do nível de satisfação do alunado com a atual Escola.

Tabela 9 - Nível de satisfação do alunado com a Escola.

| | | | Frequência | Porcentual | Porcentagem válida | Porcentagem acumulativa |
|---------------|--------|---------------|------------|------------|--------------------|-------------------------|
| Escola 1 (E1) | Válido | Muito Elevado | 3 | 9,7 | 9,7 | 9,7 |
| | | Elevado | 10 | 32,3 | 32,3 | 42,0 |
| | | Mediano | 13 | 41,9 | 41,9 | 83,9 |
| | | Baixo | 4 | 12,9 | 12,9 | 96,8 |
| | | Muito Baixo | 1 | 3,2 | 3,2 | 100,0 |
| | | Total | 31 | 100,0 | 100,0 | |
| Escola 2 (E2) | Válido | Muito Elevado | 3 | 9,7 | 9,7 | 9,7 |
| | | Elevado | 13 | 41,9 | 41,9 | 51,6 |
| | | Mediano | 12 | 38,7 | 38,7 | 90,3 |
| | | Baixo | 2 | 6,5 | 6,5 | 96,8 |
| | | Muito Baixo | 1 | 3,2 | 3,2 | 100,0 |
| | | Total | 31 | 100,0 | 100,0 | |

Fonte: Pesquisa Direta (2022).

Na Tabela 9 constatou-se que as frequências de respostas dos 62 alunos parecem ser similares, isto é, nos dois grupos, a imensa maioria de alunos destacou possuir nível de satisfação "mediano", "elevado" ou "muito elevado", com a atual Escola: *na E1 houve 83,9% e na E2 90,3%*. Empregando-se o Teste do Qui-Quadrado de Pearson, obteve-se o valor χ^2 (gl = 6) = 1,827 ($p > 0,01$), que atestou a inexistência de diferença significativa entre os alunos da E1 e da E2. Assim, há fortes indícios de

homogeneidade ou similaridade nas respostas dos 62 sujeitos quanto à satisfação com a atual Escola. Nos dois grupos, o valor modal para a satisfação correspondeu ao nível mediano: na E1 foi 41,9% e na E2 foi 38,7%.

A Tabela 10 apresenta os padrões de resposta dos 62 sujeitos acerca do nível de satisfação dos estudantes com as aulas de Robótica Educacional.

Tabela 10 - Nível de satisfação dos estudantes com as aulas de Robótica Educacional.

| | | | Frequência | Porcentual | Porcentagem válida | Porcentagem acumulativa |
|---------------|--------|---------------|------------|------------|--------------------|-------------------------|
| Escola 1 (E1) | Válido | Muito Elevado | 12 | 38,7 | 38,7 | 38,7 |
| | | Elevado | 11 | 35,5 | 35,5 | 74,2 |
| | | Mediano | 5 | 16,1 | 16,1 | 80,3 |
| | | Baixo | 2 | 6,5 | 6,5 | 86,8 |
| | | Muito Baixo | 1 | 3,2 | 3,2 | 100,0 |
| | | Total | 31 | 100,0 | 100,0 | |
| Escola 2 (E2) | Válido | Muito Elevado | 1 | 3,2 | 3,2 | 3,2 |
| | | Elevado | 11 | 35,5 | 35,5 | 38,7 |
| | | Mediano | 13 | 41,9 | 41,9 | 80,6 |
| | | Baixo | 4 | 12,9 | 12,9 | 93,5 |
| | | Muito Baixo | 2 | 6,5 | 6,5 | 100,0 |
| | | Total | 31 | 100,0 | 100,0 | |

Fonte: Pesquisa Direta (2022).

A Tabela 10 apresenta as frequências de respostas dos 62 alunos, que parecem ser similares, isto é, nos dois grupos, a imensa maioria de alunos destacou possuir nível de satisfação "mediano", "elevado" ou "muito elevado" acerca das aulas de Robótica Educacional: *na E1 houve 80,3% e na E2 80,6%*. O Teste do Qui-Quadrado de Pearson atestou a inexistência de diferença entre os alunos da E1 e da E2 χ^2 (gl = 6) = 0,003; $p > 0,01$. Portanto, há fortes indícios de homogeneidade ou similaridade no padrão de respostas dos 62 sujeitos quanto ao

nível de satisfação dos estudantes com as aulas de Robótica Educacional. Nos dois grupos observaram-se os seguintes valores modais para a satisfação: na E1 foi 38,7% (satisfação muito elevada) e na E2 foi 41,9% (satisfação mediana).

A Tabela 11 contém os padrões de resposta dos 62 sujeitos acerca do nível de satisfação dos estudantes com o atual Professor de Robótica Educacional.

Tabela 11 - Nível de satisfação com o meu professor de Robótica Educacional.

| | | | Frequência | Porcentual | Porcentagem válida | Porcentagem acumulativa |
|---------------|--------|---------------|------------|------------|--------------------|-------------------------|
| Escola 1 (E1) | Válido | Muito Elevado | 12 | 38,7 | 38,7 | 38,7 |
| | | Elevado | 11 | 35,5 | 35,5 | 74,2 |
| | | Mediano | 5 | 16,1 | 16,1 | 80,3 |
| | | Baixo | 2 | 6,5 | 6,5 | 86,8 |
| | | Muito Baixo | 1 | 3,2 | 3,2 | 100,0 |
| | | Total | 31 | 100,0 | 100,0 | |
| Escola 2 (E2) | Válido | Muito Elevado | 1 | 3,2 | 3,2 | 3,2 |
| | | Elevado | 11 | 35,5 | 35,5 | 38,7 |
| | | Mediano | 13 | 41,9 | 41,9 | 80,6 |
| | | Baixo | 4 | 12,9 | 12,9 | 93,5 |
| | | Muito Baixo | 2 | 6,5 | 6,5 | 100,0 |
| | | Total | 31 | 100,0 | 100,0 | |

Fonte: Pesquisa Direta (2022).

A Tabela 11 apresenta as frequências de respostas dos 62 alunos, que parecem possuir padrões distintos, pois na E1 a imensa maioria de alunos (93,5% ou $n = 29$) destacou possuir nível de satisfação "elevado" ou "muito elevado", enquanto na E2 houve 38,7% de alunos situados neste mesmo nível de satisfação com o Professor de Robótica. Empregando-se o Teste do Qui-Quadrado de Pearson, obteve-se o valor χ^2 ($gl = 6$) = 76,385 ($p < 0,01$), que atestou a existência de diferença significativa entre os alunos da E1 e da E2. Desse modo, há fortes indícios de heterogeneidade ou distinção no padrão de respostas dos 62 sujeitos quanto ao nível de satisfação dos estudantes com o Professor de Robótica Educacional. Nos dois grupos observaram-se os seguintes valores modais para a satisfação: na E1 foi 64,5% (satisfação muito elevada) e na E2 foi 45,2% (satisfação mediana).

7. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O objetivo central do estudo foi identificar os impactos da Robótica Educacional sobre o desenvolvimento de competências e a qualidade do aprendizado discente, cujos principais resultados indicaram que a expressiva maioria dos participantes destacou ter incrementado a curiosidade pela Robótica Educacional e pela leitura de livros sobre a temática. Estes aspectos são vitais à aquisição de novos e aquilatados aprendizados, bem como ao desenvolvimento de novas competências pedagógicas, consoante as posições de Andriola (2021a), além de Sampaio e Silva (2019).

Igualmente, a maioria dos alunos participantes da pesquisa destacou vislumbrar a potencialidade de a Robótica Educacional abordar temas transversais ao currículo escolar, tais como a sustentabilidade ambiental e a

reciclagem de resíduos tecnológicos e industriais, fortalecendo os achados dos estudos efetivados por Galvão (2020), Albuquerque *et al.* (2019), Baldow *et al.* (2018), Barros e Lins (2017), Bogarim, Larrea e Ghinozzi (2015) e Celinski (2012).

Ainda na mesma esteira, a maioria dos aprendizes do estudo realçou ter incrementado a motivação, o interesse pelo ensino e pela escola, ocasionando impactos positivos sobre o aprendizado de conceitos curriculares e o desenvolvimento de ampla gama de competências úteis à sociedade, tais como destacado por Andriola (2021b), Pereira Júnior, Sardinha e Santos Jesus (2020), além de Robazzi (2018).

Decorrentes deste último aspecto há de se destacar, por relevante, que os alunos participantes da pesquisa deram ênfase à relevância de existir um Laboratório de Informática Educacional como componente intrínseco e vital à Escola, posto se tratar de um espaço científico de indução ao trabalho em grupo, cujas executadas em equipe permitirão desenvolver competências específicas e consolidar aprendizados em outras áreas do conhecimento humano, tais como, Matemática, Física e Computação, consoante os posicionamentos de Sörensen (2018), Robazzi (2018), Peralta e Guimarães (2018), Alves e Sampaio (2014), Troncarelli e Faria (2014), Zanetti, Souza, D'Abreu e Borges (2013), Barbero, Demo e Vaschetto (2011), além de Felipe (2011).

Os indícios da importância da Robótica Educacional para desenvolver competências, consolidar e aprofundar os aprendizados discentes põe em destaque seu potencial para aquilatar a qualidade dos processos de ensino, consoante os resultados obtidos nos dois anos de atividades de pesquisa nas duas escolas dos

municípios de Caridade e Aracati. Não obstante, a partir dessa singular experiência de pesquisa, nos ocorre citar uma frase proferida por William Henry Gates III, mais conhecido como Bill Gates, o gênio norte-americano criador da Microsoft, acerca da importância

da Tecnologia na Educação: a Tecnologia é só uma ferramenta. Para motivar as crianças e conseguir que trabalhem juntas e em equipe, o professor é o recurso mais importante.

REFERÊNCIAS

ALBUQUERQUE, Edson; BALDOW, Rodrigo; LEITE, Bruno; LEÃO, Marcelo. **Robótica Sustentável e o Ensino de Química: uma Prática Pedagógica Utilizando Lixo Eletrônico**. XII Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências (XII ENPEC), Natal, UFRN, 2019.

ALVES, Rafael; SAMPAIO, Fábio; ELIA, Marcos. Duino Blocks: Desenho e Implementação de um Ambiente de Programação Visual para Robótica Educacional. **Revista Brasileira de Informática na Educação**, v. 22, n. 3, p. 216-240, 2014.

ANDRIOLA, Wagner Bandeira. Escala para avaliar a qualidade da mediação docente em ambiente universitário: adaptação cultural e evidências de validade. **Perspectiva (online)**, Florianópolis, v. 40, p. 1-19, 2022.

ANDRIOLA, Wagner Bandeira. Impactos da Robótica no Ensino Básico: estudo comparativo entre Escolas Públicas e Privadas. **Ciência e Educação**, Bauru, v. 27, e21050, 2021a.

ANDRIOLA, Wagner Bandeira. Avaliação da familiaridade de alunos do Ensino Fundamental com a Robótica Educacional. **Revista Educação e Linguagem**, Aracati, v. 8, n. 1, p. 33-53, 2021b.

ANDRIOLA, Wagner Bandeira. Evaluation of the quality of teaching mediation in a university environment. **Revista Diálogo Educacional**, Curitiba, v. 21, n. 68, p. 75-100, 2021c.

ANDRIOLA, Wagner Bandeira; CAVALCANTE, Luana Rodrigues. Avaliação do raciocínio abstrato em estudantes do ensino médio. **Estudos de Psicologia**, v. 4, n. 1, p. 23-37, 1999.

ANDRIOLA, Wagner Bandeira; GOMES, Carlos Adriano. Programa Um Computador Por Aluno (PROUCA): uma análise bibliométrica. **Educar em Revista**, n. 63, p. 267-288, 2017.

ARAÚJO, Karlane; LEITE, Raimundo Hélio; ANDRIOLA, Wagner Bandeira. Prêmios para escolas e professores com base no desempenho acadêmico discente: a experiência do estado do Ceará (Brasil). **Revista Linhas**, Florianópolis, v. 20, n. 42, p. 303-325, 2019.

ARAÚJO, Adriana Castro; ANDRIOLA, Wagner Bandeira; COELHO, Afrânio Araújo. Programa Institucional de bolsa de Iniciação à Docência (PIBID): desempenho de bolsistas versus não bolsistas. **Educação em Revista**, Belo Horizonte, n.34, e172839, 2018.

AZEVEDO, Edjane Silva; FRANCISCO, Deise Juliana; NUNES, Albino Oliveira. O Avanço das publicações sobre a robótica educacional como possível potencializadora no processo de ensino aprendizagem: uma revisão sistemática da literatura. **Revista Educacional Interdisciplinar**, Mossoró, v. 6, n. 1, 2017.

BALDÉ, Cornelis; FORTI Vanessa; GRAY, Vanessa; KUEHR, Ruediger; STEGMANN, Paul. **The Global E-waste Monitor – 2017**. United Nations University (UNU), International Telecommunication Union (ITU) & International Solid Waste Association (ISWA), Bonn/Geneva/Vienna, 2017.

BALDOW, Rodrigo; FARIAS FILHO, Everaldo; LEITE, Bruno; FARIAS, Carmen; LEÃO, Marcelo Brito. Ensino de física e educação ambiental: percepções de sustentabilidade dos estudantes em uma atividade de robótica sustentável. **Experiências em Ensino de Ciências**, v. 13, n. 5, p.152-167, 2018.

BARBERO, Alberto; DEMO, Barbara; VASCHETTO, Francesco. A Contribution to the Discussion on Informatics and Robotics in Secondary Schools. **Proceedings of the 2nd International Conference on Robotics in Education, RiE**. Sienna, Italy, 2011.

BARROS; Everton; LINS, Walquíria. O Ensino da Robótica Educacional por Meio do E-Waste: uma Proposta de Baixo Custo e Reuso de Materiais Eletrônicos. **II Congresso sobre Tecnologias na Educação (Ctrl+E 2017)**. Universidade Federal da Paraíba - Campus IV Mamanguape - Paraíba – Brasil 18, 19 e 20 de maio de 2017.

BOGARIM, Cintia; LARREA, Andreia; GHINOZZI, Glauder. Larpp Sustentável e seu Auxílio na Educação Ambiental nas Escolas e Comunidade de Ponta Porã. **Anais do II Congresso Nacional de Educação**, Campina Grande, p. 1-5, 2015.

CAMPOS, Flavio Rodrigues. Robótica educacional no Brasil: questões em aberto, desafios e perspectivas futuras. **Revista Ibero-Americana de Estudos em Educação**, Araraquara, v. 12, n. 4, p. 2108-2121, 2017.

CELINSKI, Tatiana. Robótica Educativa: uma Proposta para o Reuso do Lixo Eletrônico em uma Atividade de Extensão Universitária. **4º Congresso Internacional de Educação, Pesquisa e Gestão**, Curitiba-PR, 2012.

CUNHA, Felipe; NASCIMENTO, Cristiane Ribeiro. Uma Abordagem Baseada em Robótica e Computação Desplugada para Desenvolver o Pensamento Computacional na Educação Básica. **Anais do XXIX Simpósio Brasileiro de Informática na Educação (SBIE 2018)**, p. 1845-1849, 2018.

FELIPE, André Anderson Cavalcante. **Ciência da informação e ambientes colaborativos de aprendizagem: um estudo de caso da Plataforma Moodle – UFPB**. Dissertação de Mestrado em Ciência da Informação (154 p.). João Pessoa: UFPB, 2011.

GALVÃO, Ângela Pena. Robótica sustentável: uma visão de sustentabilidade dos estudantes do Ensino Fundamental da Amazônia em atividades da Robótica Educacional (cap. 13). In Gustavo Henrique Cepolini Ferreira. **As ciências humanas como protagonistas no mundo atual [recurso eletrônico]**. (Org.). Ponta Grossa (PR): Editora Atena, 2020.

GINOYA, Tirth; MADDAHI, Yaser; ZAREINIA, Kourosh. A Historical Review of Medical Robotic Platforms. **Journal of Robotics**, v. 2021, Article ID 6640031, 13 pages, 2021.

HERNÁNDEZ, Fernando; VENTURA, Montserrat. **A organização do currículo por projeto de trabalho: o conhecimento é um caleidoscópio**. Porto Alegre: Artmed, 2016.

LIMA, Alberto Sampaio; ANDRIOLA, Wagner Bandeira. Avaliação de práticas pedagógicas inovadoras em curso de graduação em sistemas de informação. **Revista Iberoamericana sobre Calidad, Eficacia y Cambio en Educación**, Santiago de Chile, v. 11, n. 2, p. 104-121, 2013.

MURPHY, Robin. **Introduction to A.I. Robotics**. Cambridge, MA: The Massachusetts Institute of Technology (MIT) Press, 2019.

OLIVEIRA; Janaina Aparecida; SILVA, Hutson Roger; SOUSA JR., Arlindo José. A Robótica Educacional como proposta de ensino de conceitos da Geometria (P. 1-7). **Anais do XVIII Encontro Baiano de Educação Matemática**. Ilhéus, Bahia. XVIII EBEM, 2019.

OLIVEIRA, Andriela Dutra; SOBRAL; Luis Gonzaga; OLIVEIRA, Débora Monteiro. **Bio-extração de metais de base a partir de sucatas eletroeletrônicas: uma abordagem teórica**. Rio de Janeiro: CETEM/MCT, 2020.

PAIVA, Daniel; GONZAGA, Gláucia; OLIVEIRA, Francisco; JASBICK, Daniel. Utilização de lixo eletrônico para a produção de jogos e materiais didático-pedagógicos. **Educação Ambiental em Ação**. Rio Claro, n. 58, Ano XV, p. 1-14, 2016.

PANIAGO, Rosenilde; NUNES, Patrícia; CUNHA, Fátima; SALES, Paulo Alberto; SOUZA, Calixto. Quando as Práticas da Formação Inicial se Aproximam na e pela Pesquisa do Contexto de Trabalho dos Futuros Professores. **Ciência & Educação**, Bauru, v. 26, e20047, 2020.

PERALTA, Deise Aparecida; GUIMARÃES, Eduardo Cortez. A robótica na escola como postura interdisciplinar: o futuro chegou para a Educação Básica? **Revista Brasileira de Informática na Educação**, v. 26, n. 1, p. 30-50, 2018.

PEREIRA, Francisco; ARAÚJO, Luis Gustavo; BITTENCOURT, Roberto A. Intervenções de Pensamento Computacional na Educação Básica através de Computação Desplugada. **Anais do XXIX Simpósio Brasileiro de Informática na Educação (SBIE 2019)**, p. 315-324, 2019.

PEREIRA JÚNIOR, Antonio; SARDINHA, Aline Sousa; SANTOS JESUS, Edmir. Evolução e aplicação da tecnologia da informação e comunicação, os impactos ambientais e a sustentabilidade. **Brazilian Journal of Development**, Curitiba, v. 6, n. 1, p. 3628-3666, 2020.

PEREZ, Javier; DELIGIANNI, Fani; RAVI, Deligianni; YANG, Guang-Zhong. **Artificial Intelligence and Robotics**. Londres: UK-RAS Network, 2018.

ROBAZZI, Maria Lúcia do Carmo Cruz. The use of robots in nursing. **Revista Latino-Americana de Enfermagem**, Ribeirão Preto, v. 26, e3064, 2018.

SAMPAIO, Fernando Alisson Santos; SILVA, Simone Bueno Borges. Da decodificação ao Projeto de Leturização: perspectivas para o ensino de Leitura nas Escolas. **Revista Tabuleiro de Letras**, Salvador, v. 13, n. 01, p. 130-144, 2019.

SANTOS, Priscila, ARAÚJO, Luís Gustavo de Jesus; BITTENCOURT, Roberto Almeida. A Mapping Study of Computational Thinking and Programming in Brazilian K-12 Education. **IEEE Frontiers in Education Conference (FIE)**, p. 2-8, 2018.

SILVA, Francisco César Martins; LIMA, Alberto Sampaio; ANDRIOLA, Wagner Bandeira. Avaliação do suporte de TDIC na formação do pedagogo: Um estudo em Universidade Brasileira. **Revista Iberoamericana sobre Calidad, Eficacia y Cambio en Educación**, Madrid, v. 14, n. 3, p. 77-93, 2016.

SÖRENSEN, Anderson. **Desenvolvimento de um Robô Gantry com três graus de liberdade para marcenaria**. Trabalho de conclusão de curso apresentado à banca avaliadora do curso de Engenharia Mecânica, da Universidade Regional do Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul (UNIJUÍ), como requisito parcial para a obtenção do título de Engenheiro Mecânico (68 p.). Panambi, UNIJUÍ, 2018.

TRONCARELLI, Marcella Zampoli; FARIA, Adriano Antonio. A aprendizagem colaborativa para a interdependência positiva no processo ensino-aprendizagem em cursos universitários. **Educação**, Santa Maria, v. 39, n. 2, p. 427-444, 2014.

ZANETTI, Humberto; SOUZA, Ana; D'ABREU, João; BORGES, Marcos. Uso de robótica e jogos digitais como sistema de apoio ao aprendizado. **Anais da Jornada de Atualização em Informática na Educação (JAIE)**, p. 142-161. Campinas, São Paulo, 2013.



Mathematical circles: an olympic proposal

RESUMO

Os Círculos Matemáticos ou Círculos Tradicionais Russo, representam uma metodologia inovadora e ativa no ensino de matemática. Envolve a formação de grupos de estudantes, orientados por um professor ou um aluno, para analisar conceitos matemáticos de maneira ampla e desafiadora. Diferente do método tradicional, esses incentivam a resolução de problemas, o desenvolvimento do raciocínio e a exploração de tópicos além do currículo convencional. Objetivo do trabalho foi analisar como o círculo matemático contribui para ampliar as habilidades matemáticas dos estudantes, concentrando-se no desenvolvimento do raciocínio lógico, estratégias de resolução de problemas e desempenho em olimpíadas de matemática. Utilizou-se uma abordagem qualitativa, desenvolvida pela técnica de revisão de literatura, com buscas nos sites: Scientific Electronic Library Online (Scielo); Biblioteca do Instituto de Matemática Pura e Aplicada (IMPA) e Portal de Periódicos da CAPES (Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior). Os critérios de inclusão adotados compreendem artigos publicados entre 2015 e 2020, com texto completo disponível, revisões de literatura, publicações em revistas indexadas nos idiomas português e inglês. Os resultados apontam que os Círculos Matemáticos oferecem uma perspectiva diferente do aprendizado matemático tradicional, proporcionando uma experiência educacional além da memorização de fórmulas, promovendo uma compreensão profunda e duradoura da disciplina.

Palavras-chave: Círculo matemático. Ensino de matemática. Olimpíadas.

Abstract

Mathematical Circles, or Traditional Russian Circles, represent an innovative and active methodology in teaching mathematics. It involves forming groups of students, guided by a teacher or a student, to analyze mathematical concepts in a broad and challenging way. Unlike the traditional method, these encourage problem solving, the development of reasoning and the exploration of topics beyond the conventional curriculum. The objective of the work was to analyze how the mathematical circle contributes to expanding students' mathematical skills, focusing on the development of logical reasoning, problem-solving strategies and performance in mathematics olympiads. A qualitative approach was used, developed using the literature review technique, with searches on the following websites: Scientific Electronic Library Online (Scielo); Library of the Institute of Pure and Applied Mathematics (IMPA) and Journal Portal of CAPES (Coordination for the Improvement of Higher Education Personnel). The inclusion criteria adopted include articles published between 2015 and 2020, with full text available, literature reviews, publications in journals indexed in Portuguese and English. The results indicate that Mathematical Circles offer a different perspective from traditional mathematical learning, providing an educational experience beyond memorizing formulas, promoting a deep and lasting understanding of the discipline

Keywords: *Mathematical circle. Russian traditional circle. Olympics.*

¹ Licenciado em Matemática pelo Instituto Federal do Ceará (IFCE – 2012), pós-graduado em Gestão e Coordenação Escolar (FAIARA), Professor da Rede Estadual do Ceará – EEM Epitácio Pessoa (16ª CREDE) e mestrando do Programa em Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Educação Matemática-PPGECM-UEPB. E-mail: uedson.rodrigues@prof.ce.gov.br

1. INTRODUÇÃO

A dificuldade no domínio da matemática representa uma questão que impacta muitos estudantes, acarretando consequências significativas em seus percursos acadêmicos e profissionais. A disciplina matemática demanda não apenas a assimilação de conceitos e fórmulas, mas também a aquisição de habilidades essenciais como raciocínio lógico, resolução de problemas e análise crítica (Vitali, 2015).

Mas além de ser considerada uma disciplina abstrata, a matemática é uma ciência viva, que está presente no cotidiano de todas as pessoas, desde o momento em que acordam até a hora de dormir. Ela permeia inúmeras atividades diárias, muitas vezes de forma imperceptível, influenciando desde simples cálculos ao planejamento de rotinas e decisões essenciais (Base Nacional Comum Curricular – BNCC, 2017).

Assim, a compreensão da matemática pelos estudantes requer a aplicação de diversas metodologias por parte dos professores, a fim de superar os baixos índices de aprendizagem evidenciados em avaliações internas ou externas (Almeida, 2018). Pode-se ver um dos resultados pela Prova SAEB de 2021, que registrou 254,05 de proficiência em matemática (QEDU, 2023, *online*).

Segundo Almeida (2018, p. 40), metodologias de ensino se referem "ao ato de ensinar. Ensinar requer um conjunto de esforços e decisões que se refletem em caminhos propostos, as chamadas opções metodológicas. O professor organiza e propõe situações em sala de aula a fim de apresentar um determinado conteúdo", assim há várias metodologias, uma delas é o objeto desse estudo, que se trata dos "Círculos Matemáticos".

Os "Círculos Matemáticos" referem-se a programas ou grupos de estudo destinados a estudantes interessados e talentosos em matemática. Esses programas geralmente buscam promover o desenvolvimento de habilidades matemáticas avançadas, a resolução de problemas desafiadores e o aprofundamento do entendimento conceitual (Devigli; Brandl, 2019).

Os participantes dos Círculos Matemáticos geralmente se reúnem regularmente para explorar tópicos matemáticos mais avançados do que os ensinados no currículo regular da escola, podem trabalhar em conjunto para resolver problemas, discutir teoremas, aprender novas técnicas e desenvolver amor pela matemática pura (Devigli; Brandl, 2019).

Dessa forma, os círculos matemáticos também conhecidos pela denominação de círculo tradicional russo, pela tradição educacional que tem suas raízes na Rússia e outros países do Leste Europeu. Tem por objetivo proporcionar um ambiente estimulante para

o aprendizado e a prática da matemática, muitas vezes preparando os participantes para competições matemáticas, como as olimpíadas de matemática (Devigli; Brandl, 2019).

Nota-se a eficácia dos círculos matemáticos, originada na Europa Oriental, essa tradição centenária envolve grupos de estudantes orientados por um matemático experiente, reunindo-se fora do horário regular de aulas, proporcionam uma perspectiva diferente da aprendizagem tradicional, destacando-se por características comuns, como foco na resolução de problemas, desenvolvimento do raciocínio matemático lógico e métodos informais, sem a pressão de avaliação imediata (Vandeveldde, 2017).

Diante desses aspectos, a questão problema do presente trabalho foi: Como os círculos matemáticos implantado em uma escola podem contribuir para um bom desempenho nas olimpíadas de matemática?

A implementação de círculos matemáticos em escolas pode impulsionar o desempenho dos alunos em competições, como as olimpíadas de matemática. Ao desafiar-los com problemas complexos, estimular o raciocínio lógico e explorar conceitos além do currículo convencional, essa ferramenta cultiva a compreensão e prazer pela disciplina (Vandeveldde, 2017).

Foi utilizada uma abordagem qualitativa, com a técnica de revisão de literatura. As pesquisas bibliográficas foram realizadas em sites de buscas oficiais, como: Scielo, Biblioteca do IMPA e Portal de Periódico da CAPES. Os critérios de inclusão adotados envolvem artigos no período de 2015 a 2024, apresentando texto completo e disponível de forma gratuita, publicadas nos idiomas português e inglês. Foram excluídos artigos não pertinentes ao tema em questão, e que não contemplavam os critérios de inclusão.

Portanto, o objetivo geral do trabalho foi analisar como o círculo matemático tradicional russo contribui para ampliar as habilidades matemáticas dos estudantes, concentrando-se no desenvolvimento do raciocínio lógico, estratégias de resolução de problemas e no aprimoramento do desempenho em olimpíadas de matemática.

2. A CONTRIBUIÇÃO DOS CÍRCULOS MATEMÁTICOS PARA ENSINO DA MATEMÁTICA

2.1 Metodologias de ensino

A metodologia educacional tecnicista predominante na maioria das escolas brasileiras fundamenta-se em ações passivas e fragmentadas do conhecimento escolar, refletindo a concepção da escola tradicional, centrada na ideia de que o professor é o único detentor do saber. Em muitos casos, as metodologias de aprendizagem tradicionais exercem uma influência significativa, contribuindo para a perpetuação desse cenário, dada a sua relevância no processo de ensino dos alunos (Sousa *et al.*, 2019).

Portanto, é evidente que tais aspectos também caracterizam uma educação universalista, desconsiderando as experiências individuais dos alunos. Freire (2002) denominou esse tipo de educação como "bancária", caracterizada pela memorização e repetição de conteúdo sem conexão com o contexto social. Uma maneira de estabelecer ensino mais diferenciado, visando uma educação libertadora e emancipatória, é desenvolver métodos que promovam a participação ativa dos alunos durante as aulas.

Sendo assim, é importante considerar o surgimento de novas metodologias de ensino que estejam alinhadas com as necessidades dos estudantes, e entre essas abordagens, destacam-se as metodologias ativas (Bacich; Moran, 2018). No campo da Matemática, que oferece conhecimentos científicos e se dedica à resolução de problemas, é essencial envolver-se em abordagens de ensino diferenciadas, permitindo o aprimoramento de novas tendências e discussões (Souza; Tinti, 2019).

As metodologias ativas: "são estratégias de ensino centradas na participação efetiva dos estudantes na construção do processo de aprendizagem, de forma flexível, interligada e híbrida" (Bacich; Moran, 2018, p. 4). Por essa razão, é importante que os professores incentivem os alunos a desenvolverem pensamento autônomo. Um dos fundamentos das Metodologias Ativas é precisamente a capacidade de autorregulação da aprendizagem, visando estimular a construção colaborativa do conhecimento. O que não acontece na metodologia tradicional, em que os professores são frequentemente vistos apenas como transmissores, ao contrário do que ocorre nessas novas estratégias de ensino, inclusive nos Círculos Matemáticos.

2.2 Círculos Matemáticos

Os Círculos de Matemática (CM) são reuniões semanais de atividades extracurriculares, promovidas por

professores e futuros professores de matemática, que ocorrem em ambientes informais após o horário escolar ou nos fins de semana, têm como propósito a pesquisa e resolução de problemas ou tópicos matemáticos interessantes (Brodsky, 2017).

Esses círculos buscam integrar conteúdo e aspectos significativos que estimulem a descoberta e o entusiasmo pela matemática por meio da resolução de problemas. Segundo Stankova e Rick (2018), os participantes não estão sujeitos aos requisitos escolares tradicionais e não há necessidade de seguir o currículo padrão. A maioria dos alunos envolvidos demonstra interesse genuíno pela matemática.

Conforme Dorichenko (2016), o ambiente nos CM é caracterizada pela busca do conhecimento e entusiasmo, estendendo-se além da experiência convencional em sala de aula. Professores e alunos aguardam com expectativa cada reunião, criando um ambiente que valoriza a paixão pela matemática, de maneira análoga ao entusiasmo gerado por equipes esportivas. Os participantes muitas vezes se envolvem em atividades extracurriculares, navegando juntos e construindo laços de intimidade e cooperação.

Segundo Fajardo e Foreque (2018), os CM têm suas origens na Rússia, com uma tradição de mais de um século, sendo os mais populares em Moscou e São Petersburgo. Ressalta-se que, na Universidade Estatal de Moscou, esses círculos começam a ser aplicados na sétima série do ensino fundamental e se estendem até as séries do ensino médio.

De acordo com Gomes, Barbosa e Concordido (2017), a organização, estilo de reunião e objetivos dos CM podem variar, mas, em geral, são sessões de duas horas com a participação de 10 a 30 alunos e de 3 a 6 professores por turma. Essas configurações são adaptadas de acordo com os recursos disponíveis em cada contexto. Os professores, em sua maioria, são alunos de graduação e pós-graduação, mas os líderes são geralmente professores de matemática experientes.

Não há listas de chamadas ou testes, e os alunos têm a liberdade de participar de forma não contínua ou se desconectar do programa a qualquer momento. Os tópicos abordados nesses círculos incluem paridade, análise combinatória, divisibilidade, resto, congruência, equações diofantinas, princípios pombal, invariantes, geometria, base numérica, desigualdades, entre outros (Gomes, Barbosa, Concordido, 2017). O público pode variar muito em conhecimento e habilidades. Enquanto houver recursos nessa área, os alunos podem ser divididos em turmas a cada ano. Níveis iniciante e avançado. Este método requer pelo menos o dobro de trabalho, porque ele precisa ser montado para as duas

listas de problemas encontradas a cada vez. exigir há muitos mais mentores (Shubin, 2016).

Portanto, é comum não distinguir alunos de diferentes níveis nos Círculos de Matemática. Conforme Stankova e Rike (2018), uma das atividades é criar uma única versão de material, distribuída para todos os alunos, sem segmentá-los em níveis distintos. Nessa perspectiva, cada conjunto de problemas apresenta questões variadas em termos de dificuldade, permitindo que os alunos progridam em seu próprio ritmo. Essa prática é gerenciável, especialmente com a presença de vários professores na sala, proporcionando oportunidades para discussões mais avançadas.

Os princípios e ideias explorados nas perguntas iniciais são fundamentais para abordar as questões mais desafiadoras da lista. Essas aulas não se limitam apenas a problemas, incluindo também jogos matemáticos e partidas, frequentemente realizadas no último encontro de cada período (Fomim, Genkin, Itenberg, 2019).

Uma competição nos círculos russos é o "Mathematical Maze", um jogo que se assemelha a um "labirinto" composto por salas temáticas, abrangendo aritmética mental, jogos, geometria, lógica, combinações e quebra-cabeças. Os competidores resolvem um problema em cada sala, e após visitar todas as salas, têm o direito de escolher um prêmio na sala principal ou no átrio (Shubin, 2016).

O êxito na Conferência do Círculo de Matemática depende da escolha cuidadosa dos tópicos de pesquisa e de um conjunto de perguntas bem elaborado. Essa tarefa pode ser facilitada com a utilização de três excelentes livros traduzidos pelo Instituto Nacional de Matemática Pura e Aplicada (IMPA): "Círculos Matemáticos - A Experiência Russa", "Dez Anos nos Círculos de Matemática de Berkeley - Experiência Americana" e "Círculo Matemático de Moscou". Esses livros, disponíveis em lojas *online*, são resultado de anos de sucesso em diversos círculos de matemática (Fomim, Genkin, Itenberg, 2019).

No Brasil, há iniciativas mais recentes, como os projetos "Roda de Matemática" e "Círculo Brasileiro de Matemática". A "Roda de Matemática", fundada em 2016 em São Paulo (SP), é uma escola para crianças de 5 a 12 anos que se inspira na Europa Oriental, promovendo a troca de conhecimentos entre matemáticos e jovens estudantes com o objetivo de ensinar o gosto pela matemática de maneira divertida (Vandeveldt, 2017).

Assim, os Círculos de Matemática proporcionam o desenvolvimento do raciocínio matemático, da colaboração e, sobretudo, promovem a aprendizagem da matemática por meio da prática. Envolve o uso de perguntas interessantes, desafiadoras e de fácil compreensão, escolhidas cuidadosamente para

cultivar o amor pela matemática desde cedo, enquanto os alunos estão na escola. As aulas, com duração de uma hora e vinte minutos por semana, possibilitam que as crianças resolvam duas a três questões a cada encontro, permitindo ao professor explorar e aprofundar os temas adequadamente (Shubin, 2016).

Segundo Fomim, Genkin e Itenberg (2019), as aulas de círculo complementam o trabalho realizado nas aulas regulares do ensino básico. Os resultados esperados incluem o aumento do conhecimento matemático, melhor desempenho escolar, fortalecimento do raciocínio abstrato, melhoria da capacidade de aplicar a matemática na vida cotidiana e elevação da autoestima relacionada à disciplina. No Brasil, a comunidade matemática oferece treinamentos gratuitos em parceria com a Secretaria Estadual de Educação, proporcionando aos professores aprovados o acesso a livros didáticos gratuitos para o aprimoramento de suas práticas.

2.3 Uso dos Círculos Matemáticos como estratégia em unidades escolares

A implementação dos Círculos Matemáticos em cursos de graduação revela um maior interesse e envolvimento dos estudantes com essa metodologia, enquanto os alunos do ensino médio podem enfrentar algumas dificuldades ao adotar esse método, possivelmente devido às notáveis diferenças de idade e maturidade entre os dois níveis (Fomim, Genkin, Itenberg, 2019).

Essa prática matemática pode ser integrada ao ambiente acadêmico com o intuito de proporcionar uma compreensão mais aprimorada de sua aplicação. Portanto, para evitar interferências na rotina escolar, a administração pode optar por conceder apenas uma data para a seleção dos participantes e aplicação da estratégia. A escolha deve ocorrer uma semana antes da reunião, abrangendo todas as salas de aula e indagando sobre o interesse em matemática. Inicialmente, um número limitado de alunos pode se inscrever para facilitar a adaptação (Shubin, 2016).

No estudo de Devigili e Brandl (2019), o projeto foi estruturado em encontros quinzenais, com uma duração média de 90 minutos, ajustada de acordo com o tema abordado. Aberto a todos os estudantes do campus, o foco desses encontros foi tanto em tópicos específicos das olimpíadas de matemática quanto em conteúdo mais abrangentes, aplicáveis em diversas áreas da matemática e não necessariamente cobertos pelos currículos do Ensino Médio. O propósito do projeto foi aprofundar e expandir os conhecimentos dos participantes.

Na aplicação do CM, realizada por Devigili e Brandl (2019), as seções concentraram-se no desenvolvimento de técnicas e estratégias de resolução de problemas.

Os problemas propostos não tinham uma solução pré-determinada ou uma fórmula pronta, destacando-se da tradicional repetição de algoritmos conhecidos. Incentivaram a exploração de algo novo, desafiando os participantes a aplicarem suas habilidades e criatividade na busca por soluções inovadoras.

Apesar das preocupações iniciais de que alguns alunos podem participar apenas para evitar as aulas regulares, com o tempo todos os presentes na sala de aula demonstram interesse na resolução de conjuntos de problemas durante a participação nos Círculos Matemáticos. A participação nos CM não afeta a disciplina e organização do processo de aprendizagem; pelo contrário, promove maior interação entre os estudantes, propiciando o desenvolvimento do aprendizado. Essas interações ocorrem de forma facilitada entre os grupos de participantes (Fomim, Genkin, Itenberg, 2019).

Conforme Shubin (2016), ao longo do tempo, as reuniões dos Círculos Matemáticos tornam-se mais dinâmicas, com os estudantes demonstrando crescente interesse pela aprendizagem. As reuniões envolvem cada vez mais os estudantes, levando-os a resolverem vários problemas de maneira contextualizada. Isso resulta em uma maior autonomia e colaboração entre os participantes do grupo, promovendo uma atmosfera na qual eles podem se ajudar mutuamente.

Ao concluir as sessões dos Círculos Matemáticos, é possível aplicar o mesmo questionário utilizado na sessão de teste. Esse procedimento não apenas avalia o nível de motivação gerado pelos círculos matemáticos, mas também permite a comparação das respostas dos participantes entre as duas ocasiões (Fomim, Genkin, Itenberg, 2019).

Observa-se, nesse processo de ensino aprendizagem, que uma parcela considerável de alunos pode manifestar menor motivação para o aprendizado da matemática devido ao modelo de aula predominantemente ilustrativo (Shubin, 2016). No que diz respeito à participação nos círculos, destaca-se o desenvolvimento de aspectos como motivação, trabalho em grupo, valorização do conhecimento dos alunos e a diversidade de abordagens para a resolução de problemas (Fomim, Genkin, Itenberg, 2019).

Assim, os Círculos de Matemática têm o potencial de criar projetos inspiradores para o aprendizado. Evidencia-se a eficácia desse método de ensino, sublinhando que os alunos são estimulados a aprender, e os professores são motivados a ensinar. Essa abordagem ressalta que o objetivo principal não se restringe apenas ao conteúdo aprendido, mas abrange as habilidades adquiridas, as quais são fundamentais para a vida dos alunos (Shubin, 2016).

3. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Em conclusão, embora os círculos de matemática tenham uma longa tradição em outros países, sua introdução recente no Brasil despertou grande curiosidade. A abordagem inovadora de tratar a matemática como um hobby tem se mostrado uma vantagem significativa. Os resultados da implantação nas unidades educacionais demonstram ser uma ação positiva os círculos matemáticos, esses têm o potencial de cultivar uma paixão pela matemática, mantendo os alunos engajados de maneira positiva no processo de ensino.

No que diz respeito aos encontros, é relevante salientar que cada metodologia possui suas próprias vantagens e desvantagens. Assim, a escolha pela aplicação de uma metodologia específica deve considerar o perfil, proficiência e conhecimento prévio dos participantes, bem como a heterogeneidade do grupo em relação a esses aspectos.

Entretanto, para que essas propostas alcancem sucesso duradouro, é imperativo um planejamento cuidadoso e a garantia de continuidade. Destaca-se a importância não apenas de alunos motivados, mas também de professores entusiasmados e preparados para facilitar eficazmente o processo de aprendizagem.

Portanto, a experiência positiva proporcionada pelos círculos matemáticos pode não apenas transformar a percepção da matemática como disciplina, mas também inspirar uma nova geração de estudantes a abraçar a beleza e a utilidade da matemática em suas vidas.

REFERÊNCIAS

ALMEIDA, M. E. B. Apresentação. *In*: BACICH, L; MORAN, J. (org.). **Metodologias ativas para uma educação inovadora**: uma abordagem teórico-prática. Porto Alegre, RS: Penso, 2018.

BACICH, L.; MORAN, J. (Org.). **Metodologias ativas para uma educação inovadora**: uma abordagem teórico-prática. Porto Alegre, RS: Penso, 2018.

BRASIL. Ministério da Educação. **Base Nacional Comum Curricular**. Proposta preliminar. Segunda versão revista. Brasília, DF: MEC, 2017.

BRODSKY, Julia. **Math Circle as a Problem Solving Playground**. 2017.

DEVIGILI, G.; BRANDL, E. Círculos matemáticos. XII MICTI IF Campus Brusque. **Mostra Nacional de Iniciação Científica e Tecnologia Interdisciplinar**. 2019.

DORICHENKO, S. **Um Círculo Matemático de Moscou**: Problemas Semana-a-Semana. Rio de Janeiro: IMPA, 2016. 248p.

FAJARDO, V.; FOREQUE, F. **7 de cada 10 alunos do ensino médio têm nível insuficiente em português e matemática, diz MEC**. 2018.

FOMIM, D., GENKIN, S.; ITENBERG, I. **Círculos Matemáticos**. A Experiência Russa / Dmitri Fimin, Sergey Genkin e Ilya Itenberg, editores; Valéria de Magalhães Lório, tradutor. - 1 ed.- Rio de Janeiro: IMPA, 2019.

FREIRE, P. **Pedagogia da autonomia**: saberes necessários à prática educativa. São Paulo, SP: Paz e Terra, 2002.

GOMES, D. A.; BARBOSA, A. C. de C.; CONCORDIDO, C. F. R. Ensino de matemática através da resolução de problemas: análise da disciplina RPM implantada pela SEEDUC-RJ. *In*: **Revista do Programa de Estudos Pós-Graduados em Educação Matemática**, [S.l.], v. 19, n. 1, abr. 2017.

SHUBIN, T. Adendo: A Experiência de San Jose. *In*: DORICHENKO, S. **Um Círculo Matemático de Moscou**: Problemas Semana-a-Semana. Rio de Janeiro: IMPA, 2016. p. 224-226.

SOUSA, E. D.; MACHADO, H. L. D.; SANTOS, C. G. O.; ROSA, I. R.; WOBETO, R. Unicálculo: prática pedagógica baseada numa metodologia ativa. **Revista Anápolis Digital**, Anápolis, v. 9, n. 2, p. 1-16, 2019.

SOUZA, O. G.; TINTI, S. D. Metodologias ativas no ensino de Matemática: panorama de pesquisas desenvolvidas em mestrados profissional. Tangram – **Revista de Educação Matemática**, Dourados, MS, v. 3, n. 1, p. 74-97, 2019.

STANKOVA, Z.; RIKE, T. **Uma Década do Círculo Matemático de Berkeley**: A Experiência Americana. Rio de Janeiro, 2018. 362p.

VANDERVELDE, S. **Circle in a Box**. 2017. Disponível em:

<http://www.mathcircles.org/wp-content/uploads/2017/07/circleinabox.pdf>. Acesso

em: 11 Jan. 2024.

VITALI, T. **Desenvolvimento da habilidade de resolver problemas do campo conceitual das estruturas aditivas**: proposta de intervenção em um espaço não formal de ensino. Porto Alegre, p. 1-136, 2015.

Entrevista



Prof. Me. Carlos Ian Bezerra de Melo

O Centro de Documentação e Informações Educacionais (CDIE) da Secretaria da Educação do Ceará (SEDUC), destinado à gestão do conhecimento educacional, à preservação da memória institucional e à prestação de serviços de informação nas áreas de arquivo histórico e biblioteca, em apoio ao fortalecimento científico e à divulgação do conhecimento à comunidade escolar e acadêmica brasileira, vem apoiar a Revista Docentes, na realização da entrevista com o Prof. Me. Carlos Ian Bezerra de Melo, docente em Educação Matemática na Universidade Estadual do Ceará (UECE) e, atualmente, diretor da Sociedade Brasileira de Educação Matemática do Ceará (SBEM/CE).

À luz desse cenário, convidamos o Prof. Me. Ian Melo para dialogar acerca de sua trajetória profissional e acadêmica, com os desencadeamentos em torno da formação de professores. Em especial, esta edição tratará de discussões que subsidiam e contribuem com reflexões proeminentes da Educação Matemática e das Ciências da Natureza e suas tecnologias, assim, tendo em vista esse enfoque, a pretensão é conduzir o diálogo nesse ambiente.

Dados do Professor:

Link do currículo lattes: <http://lattes.cnpq.br/8758179331371144>.

Titulação: Mestre em Educação pelo Programa de Pós-graduação em Educação (PPGE/UECE).

Vínculo institucional: Universidade Estadual do Ceará (UECE).

A Revista DoCentes: inicia a entrevista agradecendo ao professor, mais uma vez, pela disponibilidade e pela atenção em contribuir com esse momento.

Prof. Me. Carlos Ian: Eu agradeço o convite, na verdade, é um prazer estar aqui conversando com vocês, com a revista, uma iniciativa muito bacana, maravilhosa, para aproximar o professor desses universos, que, às vezes, não estão próximos a ele, infelizmente. E com a SEDUC, em si, perceber que vocês estão com esse olhar bem abrangente, é muito bacana. Obrigado!

DoCentes: Inicialmente, gostaríamos de solicitar que o professor se apresente, relatando informações que contribuíram com sua trajetória profissional e acadêmica, indicando, ademais, possíveis experiências nesse

percurso que tenham interagido com a temática desta edição: "Entre perspectivas da Educação Matemática e Ciências da Natureza e suas tecnologias: articulando conhecimentos matemáticos e científicos na educação".

Prof. Me. Carlos Ian: Bom, eu me chamo Carlos Ian Bezerra de Melo, sou natural de Senador Pompeu, uma cidade pequenininha do Ceará. E já venho há algum tempo trilhando essa caminhada na docência em Matemática, na pesquisa e, agora, no Ensino Superior, especificamente. Sou licenciado em Matemática pela Universidade Estadual do Ceará (UECE), pelo campus de Quixadá. E, assim como muitos de nossos colegas, o que me levou à Matemática foi, essencialmente, o gosto pela Matemática. Em período escolar, fui aluno, durante o Ensino Médio, de escola pública, em

Senador Pompeu. E o trabalho que já era desenvolvido naquela altura pelos professores, pela própria SEDUC, pelas CREDE, já atraía um pouco dessa minha atenção e me despertava esse gosto pela Matemática. Na verdade, eu costumava dizer, para os meus alunos, que, antes da Matemática, veio a docência.

Eu sou, essencialmente, um professor de Matemática. Eu primeiro gostei de ensinar, tanto é que, quando mais novo, ensinava em reforço escolar para familiares e colegas. E essa sensação de fazer o outro aprender, proporcionar um conhecimento novo ao outro, sempre foi muito prazerosa. Eu já sabia, àquela altura, que eu queria ser professor. Tive incertezas e fico brincando com os meus alunos também, que fiquei em dúvida em três áreas muito próximas:

a Matemática, a História e o Inglês, uma de cada setor. Então, realmente, o prazer estava e residia em ensinar e fazer o outro aprender. Aí, chegou a hora da escolha: o famoso terceiro ano, em que temos que escolher para onde vamos. Eu ponderei bastante, claro que, nessas etapas, os meus professores foram fundamentais para indicar essa escolha. E eu vi, na Matemática, a possibilidade de fazer um trabalho, porque, já naquela época, percebia a rejeição, a dificuldade, os obstáculos que o ensino de Matemática apresentava e isso enquanto aluno. Eu me sentia atraído por somar a esse desafio de fazer o outro aprender, entendendo já a importância dela na nossa vida, na sociedade.

Enfim, em essência mesmo, o que me levou à licenciatura em Matemática foi o gosto pela Matemática, sem considerar tanto assim o que seria me formar para ser docente. Eu sabia que eu queria ensinar. Eu sabia que eu gostava de Matemática, mas não sabia o que eu ia encontrar na formação inicial e aí fui para os desafios da licenciatura em Matemática, os nossos colegas professores de Matemática, com certeza, conhecem alguns sabores e dissabores que a gente passa na formação. Hoje, eu vejo isso em uma visão muito crítica, especialmente por atuar na formação de novos professores e reconhecer que faz parte do processo encontrar esses obstáculos, esses desafios e os transpormos. Então, já na formação inicial de Matemática... claro que, no início, foi aquele deleite de fazer muitas disciplinas de Cálculo e de Matemática específica, isso me inquietou muito e eu gostava de aprender mais e mais Matemática, o Ensino Superior, para mim, mostrou-se, assim, uma beleza, aquela coisa excitante mesmo.

Só que, ainda em determinado momento do curso, eu comecei a me perguntar quando é que eu aprenderia a ser professor. "Ah, mas quando é que eu aprendo a ensinar?" E, aí, claro, hoje ressignificamos

essa pergunta, porque, dentro dos estudos em educação, percebemos que não há uma virada de chave única e "pronto, a partir de agora, você aprendeu a ser professor", o processo é uma construção, entende? Inclusive, após graduados. Só que, naquela época, eu já me perguntava isso e comecei a não encontrar respostas, comecei a não achar o que buscava, até que vieram algumas iniciativas de formação, que, para mim, foram essenciais na formação inicial, como, por exemplo, o PIBID. Fui Pibidiano entre os anos de 2015 e 2016 e o PIBID me embasou, aproximou-me de uma maneira... porque me levou à escola na condição de professor em formação. É um lugar que demoramos um pouco a nos acostumar, entender que lugar é esse, porque não somos mais apenas alunos e ainda não somos professores, estamos no processo e visualizamos a escola com um olhar muito específico desse lugar, e isso me trouxe a convicção de que os meus esforços na formação inicial deviam se voltar para aquela realidade, o que, às vezes, acontece é de entrarmos na formação inicial e mantermos os olhos apenas para frente, vamos dizer assim. O que vem depois? Os estudos pós-graduados, a produção científica profunda. Enfim, naquele momento, o PIBID me trouxe essa concepção de que, na formação inicial, estamos nos formando para sermos professor e para atuarmos, essencialmente, na Educação Básica.

É claro que há outras possibilidades, podemos ir para a Educação Superior, podemos ir para a gestão, inclusive, ir para a pesquisa, mas o principal intuito da licenciatura é preparar bem, é formar bem professores que vão atuar na Educação Básica. Então, os esforços têm que ser, majoritariamente, nesse sentido. E, aí, felizmente, nessa época, de tantas dúvidas e inquietações, descobri que existem outras pessoas também preocupadas com isso, porque uma coisa que me chamou atenção, naquele momento, foi o

sentimento de isolamento, como se aquilo só inquietasse a mim. Eu fui percebendo que existiam outras pessoas preocupadas com isso, que é, de fato, a comunidade de educadores matemáticos. Ali, em um processo, eu descobri a Educação Matemática, que, até então, não conhecia por esse nome. Eu achava que não tinha esse sedimento e descobri que existiam outras pessoas com esse mesmo interesse de abordar as questões voltadas ao ensino e à aprendizagem de Matemática. Quais são as especificidades? O que o professor deve saber e fazer? Quem é esse professor, de onde é que ele veio? Qual a formação dele? Quais são as etapas do processo? Que outras metodologias eu posso mobilizar para fazer o aluno aprender essa Matemática? Pois acabamos tendo um compromisso com a Matemática e a Ciência, naturalmente a nossa base, mas também devemos ter um compromisso muito fortalecido com o aprendizado das novas gerações.

A Matemática, eu costumo dizer que a gente não forma para ela, forma por ela. A Matemática é a nossa ferramenta de inserção social e uma das primeiras coisas que escutamos quando entramos em sala de aula já denuncia essa questão, quando o aluno pergunta: "professor, onde é que eu vou usar isso na minha vida?" Enquanto professores, temos que estar muito seguros de dizer qual é o papel da Matemática como ferramenta de socialização. Só somos cidadãos plenamente se mobilizamos o conhecimento matemático, especialmente, para interagir com os pares, enfim, para fazer formações. Temos que ter essa clareza e descobri, na comunidade de educadores matemáticos, pessoas interessadas nisso, inclusive, pessoas de outros ambientes.

Por exemplo, eu costumo dizer que o primeiro educador matemático que conheci foi o meu orientador de graduação, professor Francisco Edisom Eugenio de Sousa, que é pedagogo, e fui com ele

percebendo que o ensino e a aprendizagem de Matemática não são só matérias do licenciado em Matemática ou do matemático, são matérias do pessoal da educação que tem interesse nessa área. Até porque os pedagogos também são professores de Matemática, de etapas diferentes, da Educação Infantil e dos anos iniciais do Fundamental, mas eles também estão preocupados com isso. E aí eu enveredei nesse caminho da Educação Matemática, comecei a me aprofundar e a estudar, saber quais as outras formas de ensinar e aprender Matemática e que formas efetivas garantem a aprendizagem. Tudo isso, claro, considerando e aliando a uma aprendizagem significativa, emancipatória e crítica.

O que, às vezes, não percebemos é que a Matemática, se não bem aproveitada, pode proporcionar um ensino alienante, docilizante. Por exemplo, os modelos clássicos de questões de Matemática são: "resolva", "encontre o x", "ache a solução". Já são ordens e o aluno, aprendendo o algoritmo, vai ali e resolve, executa e não se pergunta por que, se tem outra forma, se é assim mesmo. Então, pensa sempre no que a educação tem que trazer, um caráter de libertação para esse cidadão que está se formando. Ele não está se formando para executar e para receber ordens e apenas executá-las, mas sim para entender, por que ele faz aquilo? Qual é o papel dele no mundo? E como a Matemática entra nisso tudo? Essa é a perspectiva adotada na graduação e eu segui, assim, realizado... achei minha tribo! E fui desenvolvendo pesquisa junto ao Labomática, que é o Laboratório de Educação Matemática da FECLESC/UECE¹.

Dentro de todo esse metiê da Educação Matemática, que trata de diversos aspectos, que é um universo, estamos falando de formação, de metodologias, de avaliação de recursos, de várias coisas que estão atravessando esses processos de ensino e

aprendizagem de Matemática. Dentro desse cenário todo, o que me chamou mais atenção foi a parte subjetiva, porque a minha inquietação era, assim, no fundo, no fundo, que eu tinha quase uma crise identitária. "Quando é que eu vou me tornar professor?" Porque eu já ensinava, entre aspas, há algum tempo, como reforço, substituía professores, nunca tinha assumido uma sala de aula oficialmente, até porque não poderia, mas já tinha tido experiência há alguns anos com a docência e ainda não me sentia totalmente professor, porque algo faltava, uma parte faltava. Eu enveredei na formação para entender, de fato, quais são os processos que esse professor de Matemática passa para se formar. Em termos de currículo, em termos de conhecimentos que tem que mobilizar, em termos de práticas, enfim...

Diante disso tudo, uma categoria se revelou para mim, que foi a identidade docente, que é a parte mais subjetiva da formação. Quem é esse professor? E partimos da premissa que, primeiramente, a educação se faz entre humanos. A Matemática é uma ciência exata, os números imperam, eles se impõem, mas a educação, através da Matemática, faz-se entre humanos.

Então, temos que entender a humanidade desse processo, tanto do ponto de vista do professor quanto do aluno. E olhar para o professor também importa, porque hoje vivemos em uma lógica neoliberal, que prefere enxergar os resultados, os dados, as porcentagens, enfim... e eu vou na contramão. Prefiro enxergar as pessoas nesse processo, então, eu comecei a me perguntar: Quem é esse professor? Como ele se forma? Quais são as questões que atravessam a sua formação e vão atravessar a sua prática? Porque importa muito olhar, especialmente, enquanto estamos nos processos de formação, olhar para o processo, por exemplo, essa formação que eu

estou tendo, ela está me servindo em que? O que está faltando? O que é que eu posso melhorar? Para, assim, potencializar esse processo, eu costumo dizer que é "tomar as rédeas" da formação.

Uma coisa também que esquecemos, quando estamos na formação inicial, é que, ali, já é uma formação de adultos, optamos por estar lá e, em tese, escolhemos a docência em Matemática. E aí, claro, abre-se um leque de nuances: escolheu por quê? Por falta de escolha? Ou não sabe por que escolheu? Mas estando ali, significa que escolheu seguir esse caminho profissional. Então, eu, enquanto adulto, que me formo, profissional em formação, eu tenho que potencializar esse processo e aí vem a questão da dedicação, do interesse, da busca ativa. De buscar as respostas das perguntas que aparecem no processo, não ficar só esperando o que é imposto, de lá para cá, portanto, essa jornada me aproximou da pesquisa da identidade e foi essa a minha pesquisa na graduação. Entender quais são os elementos que mobilizam essa identidade do professor.

Algumas coisas se sobressaíram nesse momento, por exemplo, as experiências de docência desse professor, as bolsas, como o PIBID, os estágios, as iniciativas de pesquisa também, mas o mais interessante da minha investigação, que me conduziu, inclusive, para a pós-graduação, foi perceber o principal, o mais relatado elemento identificado desse professor ao longo da graduação, que é o professor que o forma. Ou seja, no meio de tudo o que forma o professor – e eu falo das disciplinas, dos métodos e dos recursos – o que se sobressai é a outra pessoa nesse processo.

Porque são as pessoas, a relação se dá entre as pessoas e, no caso, são os formadores das universidades, visto que são os professores mais

1. Faculdade de Educação, Ciências e Letras do Sertão Central.

próximos daqueles sujeitos em formação. Ele lembra, ele guarda, sim, os professores da Educação Básica... "Ah, tinha a tia Maria que falava de tal jeito... tinha uma professora, Lucília, que era de outro jeito...". Tem essas pessoas que inspiram, que vamos guardando, vamos guardando nas caixinhas da nossa identidade. Mas o que fica mais próximo, na nossa memória, é o formador da faculdade, porque ele é o último, entre aspas, "o último professor que temos antes de ser professor".

Assim, eu comecei a me interessar na prática desse formador. Como é? De onde vem esse formador? De onde é que ele é? Qual é a formação dele? Qual é a compreensão dele sobre isso? E, aqui, já estamos falando da pós-graduação, porque, ao concluir a graduação, fui para o mestrado em Educação, na UECE também, lá no Programa de Pós-graduação em Educação (PPGE/UECE), que, inclusive, tem algumas parcerias bacanas com a SEDUC.

O meu interesse de pesquisa, ali, já era olhar para esse formador, e descobri de novo, mais uma vez, prazerosamente, que existem outras pessoas interessadas nesse tema formador de professores. Quem é esse formador? Qual é a formação que ele tem? A literatura diz, por exemplo, em Morosini (2000), que a principal marca da formação desse formador do Brasil hoje é o silêncio, porque a LDB², nossa lei maior da educação, de 1996, diz apenas que o professor para ser formador tem que ter nível de mestrado e doutorado. Ou seja, a formação desse sujeito se pauta em uma titulação, mas temos que considerar, por exemplo, que muitos programas de mestrado e de doutorado não focam nisso especificamente, não se preocupam, de algum modo, com a formação para a docência.

Como é essa pessoa que está desenvolvendo o conhecimento científico mais avançado, está

desenvolvendo uma pesquisa ampla e bacana, como é que ela vai levar isso para a sala de aula? Porque nem todo mestrando e doutorando passou por uma turma de licenciatura, por exemplo, teve contato com a Didática, teve contato com as metodologias de ensino. Tem pessoas que fazem bacharelado, vão para o mestrado específico em sua área, fazem doutorado específico em sua área e se deparam com uma sala de aula da universidade tendo que ensinar aquilo. E, por mais que tenham um conhecimento específico gigantesco pela trajetória de pesquisa, às vezes, não conseguem instrumentalizá-lo ou conseguem com dificuldade e essa impressão é que fica no aluno da licenciatura.

É nesse processo de ensino que temos que começar a olhar para essa questão e, no mestrado, eu discuti um pouco disso e investiguei como é que os formadores específicos da Matemática enxergam essa constituição de identidade. Assim, a pergunta intrínseca: será que eles enxergam as pessoas nesse processo? Discuti em torno disso, minha dissertação³ é pública. Na verdade, quem tiver interesse de ver quais são as compreensões de formadores de professores de Matemática sobre essa identidade que se forma, essa é uma oportunidade. E, aí, durante também o mestrado, como estava próximo do ensino, da educação, eu também quis fazer uma especialização em Educação Matemática, para manter o pé na área.

Então, essa é a minha formação, que me conduziu a hoje estar como formador, pois sou professor assistente da Universidade Estadual do Ceará (UECE), formando professores de Matemática na cidade de Iguatu, uma região com uma parceria muito forte com a CREDE 16, que ajuda no nosso trabalho. Fica essa relação de parceria e essa concepção da formação do professor, na verdade,

E o que pauta hoje o meu trabalho, toda a discussão que fazemos em toda a Educação Matemática, inclui, por exemplo, a História da Matemática, as metodologias, o uso de laboratório, os recursos que podemos usar. Tudo isso tem como finalidade potencializar a formação daquele professor que vai estar na rede básica. Sabemos que o nosso principal compromisso é com a aprendizagem desses alunos e, para isso, precisamos de professores bem formados. Isso tudo se relaciona dessa forma.

E, então, cheguei agora, em 2022, à diretoria regional da Sociedade Brasileira de Educação Matemática, regional Ceará (SBEM/CE). Falarei da SBEM, mas vale dizer que fazemos esse trabalho como algo para potencializar ainda mais esses esforços, porque, em linhas gerais, o intuito da comunidade de educadores de Matemática, do Brasil e do mundo, é justamente contribuir com a educação através da Matemática. Se queremos realmente ajudar a superar alguns obstáculos, que historicamente se impõem à formação desse professor, eu falo historicamente, porque, quando começamos a estudar a formação de professores, precisamos olhar em retrospecto, pois temos 90 anos de formação do professor de Matemática no Brasil.

Oficialmente, acabamos repetindo alguns erros, de algumas questões desde cedo, fazemos esse esforço para superar essas questões e avançar, porque o século XXI se impõe frente a essas demandas. Por exemplo, está em vigência e temos nos esforçado para olhar, cada vez mais, para as demandas de inclusão. Precisamos caminhar nesse sentido, em outros sentidos também, visando atualizar, fazer com que essa formação do professor de Matemática, que também se estende a outros professores, seja adequada ao seu tempo. Adequada às novas demandas.

2. Lei de Diretrizes e Bases da Educação (LDB). Para mais informações, vide: Brasil (1996).

3. Para mais informações, vide: Melo (2021).

DoCEntes: A partir das experiências relatadas, gostaríamos que falasse, para o público da Revista DoCEntes, do que se trata a Sociedade Brasileira de Educação Matemática (SBEM) e, no seu caso, como diretor regional da SBEM/CE, do triênio 2023-2025, qual o papel da SBEM/CE frente aos desafios e às possibilidades educacionais experimentados no Ceará, por docentes e discentes, em variados ambientes promotores de educação, seja no âmbito básico e/ou superior?

Prof. Me. Carlos Ian: Bem, para falar da Sociedade Brasileira de Educação Matemática (SBEM), vou dar uns passos atrás e falar da Educação Matemática. A Educação Matemática é esse movimento que surge, não há muito tempo, temos mais ou menos um século de discussões ao redor do mundo, preocupando-se justamente com isso, com o ensino e o aprendizado em Matemática dos nossos alunos e esse movimento ganhou fôlego no século XX, a partir das discussões, inclusive, das demandas do século XX, por exemplo, as guerras que mobilizaram o avanço industrial científico.

Isso tudo funcionou para que a Educação Matemática se configurasse como esse campo de pesquisa e de atuação dos professores. No Brasil, a Educação Matemática chega nas décadas de 1970 e 1980, quando pesquisadores do nosso país começam a fazer seus doutorados e mestrados fora, promovendo essa discussão muito forte nos Estados Unidos, na França, na Europa, de modo geral, acerca da Educação Matemática.

Até que, em 1980, é fundada, no Brasil, a Sociedade Brasileira de Educação Matemática (SBEM), a sociedade de caráter científico, cultural, sem fins lucrativos, que tem como finalidade congregar esses profissionais da área da Educação Matemática. E, assim, podemos fazer uma pausa, aqui, para refletirmos um pouco sobre quem é o educador matemático.

O que é ser educador matemático, já que temos o título, por exemplo, de professor de Matemática? O educador matemático, para a ciência, é aquele profissional que se preocupa com as dimensões que estão relacionadas ao ensino e à aprendizagem da Matemática. E como eu falei, o pedagogo pode ser um educador da Matemática, desde que ele se preocupe com essas questões, desde que ele mantenha o papel da Matemática e caminhe trabalhando e dedicando esforços nesse sentido. Assim como outros profissionais, pedagogos, historiadores, psicólogos, pessoas que tenham interesse em potencializar esse processo.

Quando entendemos essa comunidade, percebemos que a SBEM surge como um ponto de encontro entre essas pessoas ao redor do Brasil, pesquisadores e pesquisadoras. E é bom enfatizar isso, porque a SBEM sempre tem uma marca muito forte assim... uma força, uma família muito grande na pesquisa em Educação Matemática. Esses pesquisadores se encontram em torno da SBEM para potencializar esse movimento no Brasil, para encaminhar as pautas, ampliar as discussões, fomentar, subsidiar essas discussões e começar, de fato, a questionarem algumas estruturas, que já estavam muito bem consolidadas, como, por exemplo, a própria formação de professores. As últimas reformulações que nós tivemos na formação de professores contaram com o apoio da SBEM nas últimas duas décadas e, na formação do professor de Matemática, especificamente, a SBEM vem pautando várias questões, que são relevantes para entender melhor como é que se forma esse professor. Um exemplo recente foi um fórum nacional, realizado em dezembro do ano passado, em Teresina, no Piauí, em que se discutiram, justamente, essas questões que implicam nas licenciaturas em Matemática do Brasil. Então, são questões que se repetem, que são comuns e que podemos, com o esforço coletivo,

corrigir e caminhar para a sua superação.

Essa é a SBEM, e qual é o papel dela, além de reunir essa comunidade? Temos o grande intuito de fortalecer a Educação Matemática no país, levá-la, de fato, para os órgãos que legislam, que formulam e pensam essas formações do professor, as políticas educacionais também. Porque eu falei que o educador matemático pode ser licenciado em Matemática, mas, em essência, esperamos muito que o educador matemático seja o professor que está na escola e que, ao estar inserido na escola, ele se perceba como esse educador matemático, ou seja, aquele que educa uma geração através da Matemática, lançando mão, inclusive, das bases teóricas, epistemológicas, metodológicas e práticas da Educação Matemática. Que ele possa fazer da sala de aula dele, de fato, um ambiente de aprendizagem, acolher o aluno, para que se sinta parte do processo educativo através dos muitos recursos que conseguimos mobilizar para isso.

A SBEM reúne essa comunidade, congrega e promove iniciativas que fortaleçam a educação, por exemplo, eventos ao longo do ano todo e no país inteiro, pois temos eventos a nível nacional, estadual e local, que reúnem temas, discussões, para debater em torno disso, temos também revistas e publicações científicas, porque uma das grandes forças da Educação Matemática no Brasil é que ela surge muito com esse caráter científico, de produção do conhecimento. E vale ressaltar que a nossa comunidade de Educação Matemática é uma das mais profícuas do mundo todo. Temos um núcleo muito forte, por exemplo, hoje o mundo conhece a Etnomatemática de Ubiratan D'Ambrósio, como visto em D'Ambrósio (2022), que é uma criação brasileira.

O professor Ubiratan D'Ambrósio, falecido em 2021, é um educador da Matemática, reconhecido

a nível mundial e um produto essencialmente brasileiro. Ele, inclusive, foi um dos pioneiros da SBEM. E, aí, temos esse papel de produção científica, não apenas a nível profundo da ciência, mas de trazer essa ciência profunda para as práticas em sala de aula, de fazer essa conexão, de começar a problematizar o próprio ensino de Matemática. Por que a gente ensina como ensina? Há muito tempo para revisar as práticas, questioná-las, problematizá-las, tudo isso é papel da SBEM nacional e também é esse fórum de voz desses educadores de Matemática, que, cada vez mais, devem estar inseridos em discussões amplas a nível nacional, que definem os rumos de projetos educacionais das escolas e do ensino de Matemática, e da formação desse professor.

Colocamo-nos também como esse fórum, em que a nossa voz é levada a algumas instâncias dentro do que acreditamos, na Educação Matemática, ser importante para as novas gerações. Já no caso da SBEM Ceará... a SBEM nacional se organiza em regionais, então, hoje, cada estado da federação, cada unidade federativa, tem uma regional da SBEM e, aqui, no Ceará, temos essa célula desde 2002, graças à iniciativa de pesquisadores cearenses, dos quais podemos destacar rapidamente a professora Gilvanise Pontes, que é uma das pioneiras desse movimento, o professor Herminio Borges Neto, da Universidade Federal do Ceará (UFC), e outros, que dedicaram esforços naqueles anos iniciais, de trazer esse movimento para nosso estado.

Desse modo, o Ceará, mais ainda, tem essa característica de que quem iniciou esse movimento foram pesquisadores das universidades. Por ainda termos a abordagem da universidade, sendo assim, a nossa comunidade é formada, majoritariamente, por

professores do Ensino Superior. Mas desejamos um cenário que se amplie, porque é do nosso interesse que os professores da Educação Básica, que estão atuando na sala de aula, estão convivendo com as dinâmicas, com as demandas diariamente, possam se juntar a nós, possam fortalecer esse movimento, compreendendo-se como educadores de Matemática. Isso é uma coisa que eu, particularmente, luto; vou muito contra essa ideia de vermos a Educação Matemática como algo que vem da universidade, ela não vem da universidade, ela pode talvez se traduzir, articular-se cientificamente na universidade, mas a Educação Matemática brota do chão da sala de aula, das demandas e das dificuldades que o professor enfrenta no dia a dia na sala de Matemática, em que ela se configura e se impõe. Então, temos essa característica e a SBEM Ceará tem 20 anos de atuação, completados em 2022.

A SBEM vem fortalecendo esse movimento, ampliando as compreensões, porque também, no Ceará, tem uma boa produção científica para pautar alguma discussão. Ainda podemos citar, por exemplo, o grupo da professora Dra. Ana Carolina Costa Pereira, da UECE¹, que é um dos destaques do Brasil, em termos de História da Matemática e do uso dessa História na sala de aula. Vem efetivando mesmo essa prática, o que é muito importante, e a SBEM/CE vem, nesses últimos 20 anos, constituindo esse cenário, mas também tentando alcançar os professores nos seus locais de trabalho, nas escolas, nas secretarias, nas coordenadorias regionais de educação, fazendo essas pontes e, ademais, com algumas iniciativas semelhantes à SBEM nacional, como, por exemplo, a realização de eventos, como o que realizamos ano passado também: o IV Fórum Cearense de Formação de Professores, em que mobilizamos seis instituições de Ensino Superior

e vários alunos e professores dessas instituições, professores da Educação Básica, para discutir que formação é essa que temos e, mais interessante, que formação queremos ter.

Isso é importante para que possamos pensar no cenário que temos hoje e o que a gente pode vir a ter devido, naturalmente, aos nossos esforços. Agora, recentemente, em 2022, lançamos a Revista Cearense de Educação Matemática (RCEeM)², que é mais um produto científico para visibilizar as pesquisas e, assim como a Revista DoCentes³, também compreende esse desejo de fazer essa comunicação entre saberes que são produzidos na universidade, na escola, ter esse diálogo, que é muito importante.

Portanto, temos algumas iniciativas como essa, publicação de livros, de valorização do trabalho do professor de Matemática. Temos planos, desejos de, quem sabe, parcerias com a SEDUC, para agir mais diretamente na formação continuada daqueles professores que estão inseridos na rede, entendendo que, como eu falei anteriormente, essa formação nunca acaba, é preciso aprender que sempre tem que mobilizar o conhecimento.

De novo, aproveitando o espaço, convido os leitores da revista a procurarem a SBEM, a se informarem e, caso tenham interesse em se filiarem, essa filiação fortalece o nosso movimento, faz a Educação Matemática se robustecer, chegar onde tem que chegar, criando, ampliando essa rede de apoio, que é a Educação Matemática. Criamos essa rede entre professores, que se reconhecem como professores de Matemática e, aqui, voltamos a falar de identidade, reconhecendo os desafios e entendendo que, coletivamente, conseguimos resolvê-los melhor. A SBEM tem a associação aberta ao longo

4. Grupo de Pesquisa em Educação e História da Matemática (GPEHM). Para mais informações, vide o blog: <https://gpehm.blogspot.com/>
5. <https://www.sbembrasil.org.br/periodicos/index.php/rceem>
6. <https://periodicos.seduc.ce.gov.br/>

de todo o ano, os valores estão disponíveis em nossas redes e os interessados podem ser informados dos benefícios também de serem sócios. O nosso Instagram, por exemplo, é o @sbemce⁷, você pode se informar por lá e pelo site da SBEM nacional⁸, que é sbembrasil.org.br. O professor que se sentiu interessado em procurar SBEM e se integrar a essa equipe vai ser muito bem-vindo!

DoCentes: Professor, você falou acerca dessa formação que tem sido pautada, de certa forma, prioritariamente, no ambiente universitário, nesse cenário e nessa perspectiva de aliança entre escola e universidade, até porque, na escola, no chão da escola, é que vão emergindo várias questões que a universidade vem explorar, discutir, dialogar. Então, dentro desse cenário e à luz do que você tinha falado, dessa revolução, dessa era da informação, como professor da Educação Superior, como tem avaliado as mudanças curriculares da Educação Básica brasileira e, por consequência, seus impactos na formação inicial e continuada de professores?

Prof. Me. Carlos Ian: Muito bem, essa é uma pauta espinhosa, mas discutiremos com muito prazer, porque assistimos, nos últimos anos, às mudanças na educação, que nem sempre foram positivas. Avançamos muito nas últimas décadas, em muitos segmentos, com alcance da educação, inclusão das pessoas nas escolas, qualificação da profissão docente.

Embora, em meio a disputas, nada tenha sido dado gratuitamente, mas com muita luta, uma coisa que hoje é inegável na educação, infelizmente, ainda é essa influência neoliberal, que nos achata como um rolo compressor, que tem tentado ao máximo precarizar a formação docente, a nossa compreensão sobre educação. E eu, particularmente, sou praticante de

uma Educação Matemática crítica, de que, enquanto professor, primeiro temos que nos entender como categoria. Quando dizemos: eu sou professor de Matemática, o que vem primeiro é o professor, então, temos que nos entender como parte dessa categoria profissional, dessa classe profissional, que, embora tenha alguns coletivos instituídos, como sindicatos e instituições, eu sinto que ainda falta um senso nacional maior de coletividade.

Entender as demandas dessa questão, entender que o ensino de Matemática está conectado a isso, ou seja, as minhas questões como professor de Matemática fazem parte de um universo maior, que é o universo da docência, dentro da educação. Então, as últimas iniciativas da Educação Básica têm tentado, a nível nacional, atender essas demandas, que são externas, e isso acaba prejudicando um pouco o nosso trabalho.

Eu posso citar, por exemplo, as contrarreformas educacionais que tivemos, nos últimos anos, no âmbito nacional. Uma delas é a Base Nacional Comum Curricular (BNCC), visto em Brasil (2018), que é a menina dos nossos olhos. Entendemos, tentamos compreender como trabalhar, mas visualizando as contradições da própria base. Porque o processo, que foi iniciado coletivo e democraticamente, acabou sendo interrompido por mudanças políticas e, na verdade, a maior questão da educação no Brasil é a sua submissão à política, aos interesses políticos, infelizmente, é o cenário que se apresenta para esse atravessamento, que acabou nos proporcionando um documento que tem seus pontos positivos e fortes, mas que tem algumas lacunas, que acabam precarizando a ação do professor, inclusive, as avaliações que fazemos sobre os objetos de aprendizagem.

Outro tópico seria exatamente esse, a preponderância que nós temos

hoje nas avaliações externas de larga escala, que têm uma métrica muito bem estruturada, mas que, muitas vezes, não reflete o real aprendizado do aluno ou a rearticulação da Educação Matemática naquele momento. Olhamos para esses fenômenos, discutimos em torno deles, problematizando e tentando entender como podemos aliar um aprendizado que seja produtivo, que seja congregador, mas que seja, principalmente, um aprendizado significativo, que o aluno realmente aprenda determinado conceito.

Então, essas reformas trazem esse desafio, que nós, enquanto professores, hoje, temos como uma demanda muito específica, em que uma das pautas, que tem se sobressaído ultimamente, refere-se ao adoecimento docente. Saímos há pouco tempo da pandemia da COVID-19, que esgarçou ainda mais esse cenário de adoecimento do professor. E isso se reverbera na prática desse professor, por isso é muito importante que, atualmente, busquemos iniciativas, instruções que enxerguem o professor como pessoa, que tenham esse sentimento de cuidado também.

Porque, senão, vai ser mais um atropelado pelo rolo compressor das demandas externas, das avaliações, das métricas, dos índices. E eu falo do professor, mas incluindo também o gestor nesse rol, vendo que a educação ainda tem muita influência dos mecanismos, dos organismos externos no setor privado da economia do mercado, do capital em si, então, essas mudanças curriculares têm um impacto muito importante na formação e na formação inicial e continuada do professor. Por exemplo, nesse exato momento, estamos em uma disputa curricular, porque, em termos de formação, eu vou pedir licença para ser explicativo nesse momento, tivemos uma Diretriz Curricular Nacional (DCN) de formação de professores, promulgada em 2015,

7. <https://www.instagram.com/sbemce/>

8. <https://www.sbembrasil.org.br/>

fruto de um amplo processo de discussão das bases das categorias, da educação dos pesquisadores, dos professores, dos gestores, de todo mundo.

Passamos um longo tempo discutindo o que é que precisaria ter em uma formação de professores. Conseguimos promulgar um documento perfeito? Não! Mas com muitos avanços, muitas questões interessantes para a formação de professores, que, devido aos efeitos políticos que se sucederam no ano de 2015, nem precisamos aqui ser mais explícitos, mas ocorreu em 2016, 2017, em que muita coisa aconteceu e esse documento foi suplantado de supetão, no apagar das luzes de 2019, por um outro que não condizia em nada com o que esperávamos de formação de professores e aí tivemos o jugo desse documento, que chamamos de BNC-Formação⁹, visto em Brasil (2019), que, nesses últimos anos, vem sofrendo resistência das instituições de formação, que tentaram se adequar, vendo o que é que poderiam fazer. Muitas resistiram à sua implementação, foram discutir, problematizar, fizemos movimento e, com a nova mudança da diretriz política do Brasil, nesse último ano de 2022, conseguimos esse feito de revogar, de olhar para uma possível revogação, na verdade, da DCN de 2019.

Agora estamos nesse momento de discussão: o que vem no lugar? Que formação queremos? Daí a importância da Educação Matemática, que, na SBEM, evidencia-se, porque, em um momento como esse, cujos órgãos legisladores perguntam que formação precisamos ter, nós precisamos de pessoas que saibam dizer isso, que discutam isso, que tenham a experiência respaldada pela Educação Básica, pela escola e que digam: os professores de Matemática, hoje, precisam de uma formação específica para as

suas necessidades. Isso não quer dizer que devam existir distintas formações para professores em diferentes áreas, mas, somando-se essa discussão dentro das demandas contemporâneas hoje, qual é a formação que o professor precisa? Qual é o curso de licenciatura, por exemplo, que ele precisa ter e as compreensões, dentro da educação, de que a formação inicial é o primeiro ponto, o contato de profissionalização desse sujeito?

Ele não é o único, entendemos que a formação continuará na formação continuada. Na verdade, gostamos mais de falar sobre o desenvolvimento profissional, pois o sujeito tem que estar em constante formação. Inclusive quando já estamos em sala de aula, porque uma formação que é datada não consegue dar conta das demandas que aparecem no nosso dia a dia, por exemplo, professores formados há 20 ou 30 anos talvez não tenham discutido, pois não se tinha como pauta o adoecimento, as questões de saúde mental que hoje estão tão latentes em sala de aula. O trato com essas questões, o olhar constante para a função docente é imperativo para conseguirmos atender essas demandas.

E, aí, olhar para a formação inicial e continuada, dentro desse contexto político educacional, exige uma criticidade muito consciente de si, é o que eu falo para os meus alunos, eu digo assim: "a Educação Matemática diz respeito a métodos, a metodologias, ou seja, a como o professor de Matemática pode ensinar, que seja mais eficaz". E, aqui, eu estou falando do uso de tecnologias, de jogos, de materiais manipuláveis, da História da Matemática, dos recursos que eu tenho para fazer isso... mas não é só isso, a Educação Matemática também tem um compromisso com a conscientização desse professor, com a mobilização da sua identidade.

Pode parecer óbvio falar dessa forma, mas temos professores que terminam o seu curso de formação sem se enxergarem como professores, sem se sentirem professores, que, muitas vezes, vão parar nas salas de aula com essa falta de mobilização identitária e acabam impactando no ensino e na aprendizagem naquele momento. Porque não se percebem nesse processo, não se visualizam como parte de um coletivo. Acham, muitas vezes, e isso é um outro sintoma muito discutido na literatura: a questão do isolamento docente, que estão sós, que as demandas que enfrentam são só deles, quando, na verdade, é o sintomático ensino de Matemática ao longo das escolas no país.

Então, esses desafios se colocam hoje e eu fico feliz de ver que, no Ceará, por exemplo, a comunidade de educadores matemáticos, hoje, é de cerca de 100 sócios da SBEM/CE, gostaríamos que fossem 200, 300... mais sócios, que se dedicam muito às questões de olhar para essa formação e de identificar como podem potencializá-la. E uma das características muito bacanas da SBEM/CE é que não é um grupo uníssono, vamos dizer assim, tem pessoas que pesquisam de tudo: formação inicial e continuada, formação quilombola, formação para as tecnologias, ensino de Matemática com o laboratório, História da Matemática, formação de professores, entre outros assuntos.

Então, assim, tem pesquisadores e pesquisadoras, professores e professoras, que se interessam por uma serra de temas e isso fortalece a nossa discussão de que, ali, estão discutindo sobre esses aspectos, de Matemática, sobre as questões que estão presentes na sala de aula.

DoCEntes: Então, professor, você falou acerca desse currículo, dessas possibilidades, desse cenário, trouxe à tona as iniciativas

9. Base Nacional Comum Formação (BNC-Formação). Para mais informações, vide Brasil (2019).

que existem, as revistas que vêm fortalecendo os sujeitos nesse ambiente de discussão.

DoCEntes: O estado possui o programa *Ceará Educa Mais: ações estruturantes para aprimorar e fortalecer a educação cearense*, que visa oferecer aperfeiçoamento pedagógico, desenvolvimento e qualificação dos professores, avanço na aprendizagem, tempo integral, cuidado e inclusão, preparação para o ENEM, Educação Conectada e Qualificação Acadêmica e Profissional dos Estudantes. Com base em programas como esses, sociedades como a SBEM/CE e iniciativas/divulgações científicas como as promovidas por revistas, como a DoCEntes e a RECeEM, por exemplo, como percebe as possíveis potencialidades de articulação entre eles, na expectativa de contribuir com a formação inicial e continuada de professores de Matemática e de Ciências da Natureza e suas tecnologias?

Prof. Me. Carlos Ian: Eu queria começar falando sobre a importância de iniciativas como esta, de divulgação do conhecimento. A difusão, a produção e a sistematização desse conhecimento é muito importante, porque uma coisa que eu acho que já temos que avançar, em termos de pauta, é deixar para trás essa dicotomização das instituições: a universidade como a produtora de saber e a escola como canto de aplicação.

Isso, na verdade, é uma grande falácia e eu tenho uma opinião um pouco radical. Meus amigos se surpreendem quando eu falo dessa forma, de que eu acho que a universidade é meio oportunista, porque o que ela discute, o que ela sistematiza e o que aprofunda são saberes que vêm da escola. Então, eu percebo muito como uma relação de retroalimentação, universidade e escola, na verdade, são co-produtoras de conhecimento, e, trazendo isso para

a nossa discussão, co-formadora de professores. Assim, nas nossas práticas, pelo menos nos grupos que eu conheço e interajo, tentamos sempre fazer com que esse meio de campo conheça as teorias aplicadas em sua sala de aula, em que, ao aplicar essa teoria, percebe-se que não se trata só de aplicar, mas de estar vivenciando e mobilizando novos conhecimentos, porque a realidade é dinâmica.

Então, o que vemos em livros, em uma aula de metodologia e tudo mais, quando levamos para a sala de aula, criamos um novo fenômeno, que pode ter uma resposta diferente daquela que estimamos e pode gerar uma experiência exitosa de ensino. Podemos ver se assim funciona, se não funciona, é quando nos percebemos como produtores de conhecimento, agentes da docência. Eu gosto dessa expressão, porque o professor sai desse lugar passivo de cumpridor de ordens e de missões para agente da ação educativa, ou seja, ele pensa essa ação, planeja, elabora, executa e reflete sobre ela. A reflexão é pauta primeira nas nossas discussões, porque vivenciar a docência sem refletir sobre ela é caminhar às cegas.

Olhamos para os processos que estamos vivenciando e passamos a buscar entendê-los e avaliá-los, se estão funcionando, se não estão e, a partir daí, surge a possibilidade de sistematizar esses conhecimentos. Por que a questão do isolamento docente? O isolamento docente, além de fazer com que se pense que estamos enfrentando essas demandas sozinhos, faz-nos olhar para o lado e ver que os outros estão enfrentando isso também e como eles estão enfrentando.

Iniciativas como essa, em que se difunde esse conhecimento produzido pelo professor na escola a partir de desafios, de obstáculos de metodologias, enfim, de oportunidades, é muito importante para difundir. Na verdade, isso que estamos fazendo como educadores

matemáticos, de criar essa rede cuja questão observada por um já pode educar o outro, já pode precavê-lo nesse sentido. Então, essa iniciativa é muito importante e essa articulação entre as políticas educacionais, que eu faço uma menção muito especial às políticas aqui do estado do Ceará, porque o nosso estado é referência nacional de educação, inclusive, de Educação Matemática.

Temos olhado o professor, na minha perspectiva, não de um ponto de vista qualquer, mas sim o professor como sujeito, como pessoa dentro desse contexto contemporâneo da educação, que é contraditório, por si, mas, dentro desse cenário, temos olhado para o professor de maneira humana. Eu acho que isso é muito potente, inclusive com esses projetos, essas políticas em que se incentiva o professor enquanto produtor de conhecimento, como o Ceará Científico, que leva isso até para os alunos, é muito importante. Mas aí, quando pensamos no Ceará Científico, o aluno como produtor do conhecimento, é claro que ele teve um professor que ajudou a sistematizar, ajudou a articular aquele conhecimento e isso pode não parecer para alguns, mas é alimentar o campo da Educação Matemática de experiências positivas ou de experiências negativas, que nos educam, que nos mostram que, por aqui, é ou não é o caminho; por aqui, funciona ou não funciona tanto.

Esse é o nosso papel enquanto instituição, tanto instituições governamentais, como não governamentais, no caso da SBEM. É proporcionar e propiciar um espaço em que essas experiências sejam difundidas, compartilhadas, discutidas, sobretudo... porque também não acreditamos muito na ideia de produção por produção. Produzimos conhecimento, divulgamos esse conhecimento para que eles retornem ao seu local de origem, que são as escolas. Somos apenas o meio, então, precisamos viabilizar esse desenvolvimento profissional

e aí perceber que isso, que eu falei, está dentro do contexto de desenvolvimento profissional, porque à medida que o professor primeiro se entende como professor, tem seu papel definido, seu local social, sua função profissional, ele aciona a criticidade, a reflexão para potencializar as suas ações educativas, no nosso caso, da Matemática, mas, em qualquer outra área, ele está mobilizando esse desenvolvimento.

Ele está se desenvolvendo enquanto profissional, então, ele não vai ser mais aquele profissional que reproduz, porque reproduz e pronto. Ele vai pensar nos processos, se vão se adequar à sua prática, vai tal hora ajudar os colegas, educar, enfim, produzir conhecimento de um modo geral. Isso é viabilizar esse desenvolvimento profissional, que, na minha concepção, diz mais respeito ao desenvolvimento da autonomia e dos conhecimentos que esse professor precisa ter, do que isso tudo, aliado à ciência crítica naturalmente, do que a questão de produtividade ao atendimento das exigências externas. Isso eu considero que é consequência.

A minha opinião é que, hoje, infelizmente, a lógica tem se invertido, não temos pensado no trabalho que vai gerar bons frutos, temos que pensar nos bons frutos que o trabalho tem que gerar. Portanto, a lógica de avaliação se inverteu, não fazemos para avaliar, fazemos pensando na avaliação e eu acho que isso perde um pouco da substância. Por isso, a minha luta como formador de professores é não negar as coisas que há. Eu falei da BNCC, por exemplo, uma das coisas que eu mais estudo com os meus alunos, mas eu estudo mostrando a eles as contradições e os cenários em que ela surgiu. Para que eles entendam que, na educação, isso é muito importante ser dito.

Na educação, precisamos de professores atentos e conscientes, que não podem ser alienados,

porque, certamente, o professor alienado, e quando eu falo alienado, é aos processos de produção do conhecimento, aos processos políticos educacionais... ele, certamente, vai colaborar muito mais com a educação bancária, como dizia Paulo Freire, como visto em Freire (1987), do que com a educação emancipatória, educação que seja significativa, porque é essa educação que precisamos hoje, mais do que nunca. Pois temos visto as contradições sociais se impondo para nós e, quanto mais geramos gerações alienadas e desprovidas dessa emancipação, mais vamos estar contribuindo com esse cenário, então, isso vai acirrar ainda mais essa educação bancária, vamos dizer assim.

Dessa forma, eu acho que o nosso compromisso, e acredito que esta iniciativa é essencial para isso, é viabilizar os espaços de produção de conhecimento, viabilizar a difusão desse conhecimento e, com isso, eu acho que esta entrevista tem um pouco desse papel, de sensibilizar os professores a pesquisarem, pesquisarem suas próprias práticas, pesquisarem experiências dos colegas que funcionaram, aplicarem, criticarem, voltarem a ler, entender a literatura que está inserida nesse meio, porque, assim, conseguimos potencializar a educação, em especial, a Educação Matemática.

DoCEntes: Você falou um pouco dessa articulação da universidade com a escola.

DoCEntes: Esta edição da Revista DoCEntes apresentará à comunidade acadêmica e escolar produções que contemplam pesquisas de Educação Matemática e Ciências da Natureza e suas tecnologias. Diante disso e admitindo que estamos vivendo uma era de informação e comunicação em rápida velocidade, sendo o conhecimento científico fundante no ambiente escolar e acadêmico e submetido à significação e ressignificação

constantes, como julga ser o caminho para o diálogo entre escola e universidade, rumo ao tratamento científico de tais conhecimentos, à profissionalização docente e à qualificação da Educação Básica brasileira, em específico, em nosso caso, a cearense?

Prof. Me. Carlos Ian: É a pergunta de milhões e eu não tenho a pretensão de respondê-la com uma receita de bolo... aí de mim se eu fizesse isso! Mas quando começamos a nos aproximar da discussão de educação, percebemos que já há algum tempo os pesquisadores vêm discutindo sobre isso. E é uma coisa de partida, que no começo me afligia muito. Aflige os nossos colegas professores não acharem essas respostas e acharem o cenário cada vez mais complexo. E eu acho que nós que estamos na educação temos que entender que a complexidade é a característica básica do nosso fazer docente. A realidade é complexa, mas aí esperar respostas prontas e caminhos fáceis, não sair do canto, não dar o primeiro passo... temos que ter coragem!

Já dizia Paulo Freire, novamente, como visto em Freire (1996), sobre ter essa ousadia e dar o primeiro passo no meio da complexidade. Então, vamos lá! Eu acho que uma das primeiras coisas que temos que considerar, como eu falei anteriormente, é a de superar essa dicotomia entre universidade e escola, mas isso requer o querer. As instituições têm que querer, elas têm que se dispor a olhar para o outro como também produtores. Fazer esse diálogo, de fato, acontecer e o querer são a primeira coisa. Pode parecer óbvio, mas existem pessoas que não querem, que preferem deixar como está: a escola no seu canto e a universidade em sua torre de marfim inabalável. Não reconhecendo, na verdade, que elas são mais imbricadas do que aparentam ser.

E essa é a nossa força. Vemos hoje, por exemplo, mobilizações em

toda a educação que se fragilizam, porque é como se a Educação Básica tivesse se apartado da Educação Superior. Quando, ao reunirem-se, potencializam-se. A educação é a base da sociedade. Então, se eu tenho uma discussão que atravessa todos os níveis horizontalmente, eu tenho uma força maior. Essa é a primeira questão, a questão do querer.

A segunda questão é, talvez, perceber, de imediato, que não é simples e não é fácil, temos estruturas, modos de fazer Educação Básica e Superior, que são seculares e que já estão pré-formatados. Mas não temos esse formato, pré-formatado, para diferentes ações, por exemplo, de extensão, que conectam os colegas da universidade, ações que levam a escola para a universidade, ações que levam a universidade para escola, ações que levam as duas para a rua, para a sociedade. Esses caminhos não estão postos, ou seja, precisamos criá-los e criar algo no meio dessa complexidade não é simples.

Então, se temos que nos amedrontar com a complexidade, com as dificuldades... isso nos imobiliza. Como primeiro passo, é preciso estar atento e forte, já dizia Gal Costa, mas também ter a coragem de caminhar e de fazer. Essas iniciativas, que temos citado, aqui, ao longo da conversa, são o caminho, um começo, um primeiro passo. Precisamos fazer esse diálogo e aí posso pensar, mais especificamente, por exemplo, em convidar a comunidade acadêmica para refletir mais sobre essa demanda das escolas e olhar mais o que se passa.

Ainda hoje acontece de discussões na universidade passarem ao largo totalmente da realidade escolar. E aí vem a famosa frase que o pessoal fala, que eu acho um crime, dizer que "na teoria, é uma coisa; na prática, é outra", ou "a teoria é linda, a prática não". Sobre essa relação teoria e prática, talvez, eu não seja

a pessoa mais especializada para falar disso, mas a relação teoria e prática também é complexa, mais do que conseguimos perceber. Essa dicotomização entre universidade e escola, inclusive, contribuiu para dissociarmos a teoria da prática, só que tudo que fazemos na vida, relacionamos teoria e prática. Tanto na universidade como na escola, uma prática, sem uma teoria que a embasa, consciente ou inconscientemente, é esvaziada, é um ativismo. E uma teoria que não olhe e não se alimente na prática é um discurso vazio também. Logo, essa relação é mais complexa do que, às vezes, consideramos e nós precisamos ter coragem para reconhecer essa complexidade e trabalhar com ela, lidar com ela.

É esse caminho que vamos trilhando! Essas iniciativas de difundir essas pesquisas são, justamente, para aproximar, para estreitar esses laços. Mas é preciso querer e é preciso a coragem para caminhar. Uma outra questão, talvez mais objetiva, é que os órgãos que têm esse poder possam promover essa articulação. Citamos, aqui, já o Ceará Científico, que é uma iniciativa nítida disso, de aproximar esse conceito, inclusive, ano passado, estive como avaliador do Ceará Científico em Iguatu e pude ver, harmoniosamente, essa comunhão de CREDE/escolas, Ensino Médio e universidades.

Nós da universidade aprendendo com as pesquisas dos discentes da Educação Básica e aprendendo, sobretudo, uma coisa que caracterizo como interessante, até falei de coragem. Os alunos do Ensino Médio são muito corajosos, inclusive, na pesquisa. Têm uma potência! Há pesquisadores já discutindo sobre isso. Mas tem uma potência que eu enxergo nessas pesquisas da Educação Básica, que é a ousadia. Lançar mão de metodologias, que, muitas vezes, os pesquisadores mais experientes da universidade não cogitariam por ortodoxia ou por comodismo. Os alunos vão lá, "e se

eu fizer assim...?", essa característica da juventude, que está nas escolas, pode potencializar muito a nossa produção de conhecimento. E, às vezes, ignoramos esse cenário, achando que, na escola, não tem nada novo, quando é o contrário, é da escola que vem o novo e precisamos nos alimentar disso.

Então, eu acho que, assim, precisamos começar a eliminar essas barreiras, que é matéria premente para início de conversa. Incluir professores em nossas pesquisas e eu falo, especialmente, do pessoal que pesquisa educação, pois não podemos falar sobre educação sem incluir o professor. Falar do ponto de vista externo, até porque todos nós somos professores, daí nós que estamos na universidade somos professores. Não existe "apenas pesquisador" na universidade, todos nós, todos somos professores, eu digo isso, especialmente, em uma perspectiva pessoal, eu tenho muito cuidado ao tratar do tema da Educação Básica, porque minha experiência na Educação Básica é pequena, estou na Educação Superior, é onde eu me sinto mais à vontade para discutir, mas toda vez que vou promover – e promovo, pois é importante olhar para a Educação Básica e discutir com nossos alunos, especialmente os que vão ser professores – eu busco a voz das escolas.

Cabe aos professores, aos gestores, às CREDE, a toda a SEDUC, buscar essas vozes que estão convivendo com o fenômeno diariamente. Então, incluir esses professores não apenas como objetos na nossa pesquisa, mas como sujeitos, ou seja, as relações, a parceria escola e universidade na pesquisa ganha muito se olharmos, de fato, para esse sujeito como um produto de conhecimento, porque, durante muito tempo, foi muito comum usar o professor só como objeto de pesquisa. O professor faz isso, faz aquilo, está certo ou está errado. E ainda ditamos regras sobre a sua prática, mas ouvir o professor, nós temos ouvido?

Nós que trabalhamos, por exemplo, com a pesquisa qualitativa em educação com os sujeitos, percebemos que uma das principais questões que o professor demanda é ser ouvido. O professor tem muito a dizer, independentemente do nível da educação, seja Educação Infantil, Ensino Fundamental, Médio ou Educação Superior. Há muito a ser dito pelo professor, agora é preciso que haja esse espaço para que ele diga.

No caso que estamos discutindo, aqui, de conhecimento científico, isso que ele quer dizer pode gerar uma pesquisa, pode fundamentar teoricamente alguma coisa, assim, essas relações são muito potentes e precisamos cada vez mais olhar para elas, considerando-as seriamente nas nossas ações, dentro das nossas pesquisas.

Para fechar esse tópico, nós, da Universidade Estadual do Ceará, estamos passando por um processo de reformulação curricular, de curricularização da extensão universitária. O que é isso? Temos uma lei de 2018, nacional, que instituiu a extensão como parte necessária da formação, inclusive, com um percentual fixado. A UECE, que é uma das maiores formadoras de professores do nosso estado, tem se preocupado com isso, de que não conseguimos formar professores sem dialogar com a sociedade e com a escola.

Portanto, estamos nesse processo, de trazer para nossas práticas a extensão. Entendendo o que é esse fenômeno. Eu considero a extensão como a iniciativa do lado de cá, de alcançar e de chegar nesse espaço. E eu faço uma ressalva sempre que eu falo sobre esse tema, porque não se pode cair na tentação de querer chegar nos espaços como sendo "os que sabem", temos que chegar pedindo licença, pois, ao chegarmos na casa dos outros, pedimos licença e destacamos que queremos aprender com estes. Deixar claro que queremos ver o que tem sido feito, querendo fazer

esse diálogo e aprendendo como chegar em tais resultados.

Isso é um dos erros históricos da universidade, chegar na escola querendo dizer como é que se faz, sendo que está sendo feito diariamente, dia após dia. Então, temos que chegar lá primeiro pedindo licença, querendo aprender como é que faz e tentando contribuir com os nossos saberes, que também são legítimos e não estou aqui deslegitimando os saberes da universidade, de jeito nenhum, mas entender que essa relação tem que ser, sobretudo, cordial, até porque estamos todos no mesmo barco, nós não estamos em barcos diferentes, não estamos em lugares distintos.

Partimos do mesmo ponto, professores e educação.

DoCEntes: Nossa conversa foi superprodutiva, conversamos muitas coisas, refletimos, escutei você falar e refleti sobre esse cenário, sobre o que já prosseguimos e sobre o que precisamos prosseguir. Percebi muito fortemente, na sua fala, o destaque que você coloca na importância desses sujeitos nesses ambientes, nesse cenário, que se sobressai das iniciativas, que vêm sendo fortalecidas pelo que você falou: o querer e a coragem para caminhar, isso é fundante nesse processo.

E, diante disso, foi muito significativo conhecer a sua trajetória, como, por exemplo, quando você iniciou falando desse percurso, depois falou acerca da SBEM, culminando na SBEM Ceará, o que foi positivo, para que os nossos leitores, o público da DoCEntes, venham a conhecer, venham a fazer parte, venham a fortalecer esse movimento, essa sociedade.

Além disso, encaminhamo-nos para refletir um pouco acerca dessas mudanças curriculares que a Educação Básica tem passado e tivemos um olhar de um professor que está na universidade, que forma

professores que estão lidando com esses documentos norteadores da Educação Básica, isso é muito significativo e também conduzimos a nossa fala para tratarmos acerca desses programas que já existem no estado, dessas iniciativas, das sociedades, das revistas, como a DoCEntes, a RECeEM, em especial, das possibilidades que existem na articulação entre estes para fortalecer a Educação Matemática e trazer à tona, especificamente, para esta edição.

DoCEntes: Para finalizarmos, fique à vontade para demais comentários e complementações que julgue pertinentes nesta ocasião.

Prof. Me. Carlos Ian: Eu acho importante mesmo! Eu sempre gosto de encerrar essas conversas sobre formação na educação trazendo leveza. Porque nós vamos falando da educação e aparecem, naturalmente, as contradições, as lacunas, os obstáculos, e, aí, em algumas pessoas, inclusive em mim, às vezes, vai somando esse peso, deixando-nos para baixo. Vamos nos questionando: "não tem jeito, é muita coisa, é um desafio!"

Só que eu gosto de terminar dizendo o contrário: tem jeito e, caminhando nesse sentido, eu fico muito feliz, dá uma leveza na alma perceber que nós temos tantos educadores e educadoras que fazem um trabalho muito potente, como os que vocês vão ver nesta edição da revista, por meio dos artigos deste número. Esses relatos que eles fazem são potentes, percebemos que tem pessoas que estão querendo resolver e trabalhar nessa situação.

Então, temos que ter leveza ao levarmos tudo isso. Até porque eu falo do professor enquanto pessoa, a docência é uma parte da nossa vida como professor, temos que entender o papel da nossa profissão no nosso projeto de vida, mas isso requer esperança, precisamos ter esperança de que conseguiremos avançar, porque temos avançado. E essa esperança

nos conecta, nos une, nos move, mas é a esperança não no sentido de esperar acontecer, é a esperança do esperar freiriano. Esperança é ter a coragem, ter a ousadia e agir!

Portanto, eu convido os professores que estão lendo esta entrevista a olharem para o lado, para os seus colegas, para as suas práticas, a conversarem, a agirem. E convido também, claro, a se filiarem à SBEM/CE.

E recordando quando estava falando, aqui, sobre a SBEM, um dos nossos interesses mais genuínos mesmo é firmar parcerias cada vez maiores com a SEDUC e com outros órgãos, para estarmos mais próximos do professor na sala de aula, na formação continuada desse professor, colaborando com as bases teóricas e metodológicas da Educação Matemática, pois ainda há professores de Matemática que não conhecem a Educação Matemática, que não conhecem a SBEM e precisamos mudar esse cenário, porque, como eu falei de autorreconhecimento, os professores precisam se reconhecer como professores de Matemática, ou de Ciências, ou de História, enfim, buscar os seus pares, não ficar isolados. Sobretudo, uma das características desse nosso cenário é a questão da culpabilização do professor, de se sentir responsável

sozinho por resolver os problemas do mundo.

Não resolvemos os problemas do mundo, mas, na educação e no coletivo, podemos avançar em alguns pontos, então, precisamos reforçar esses coletivos, reforçar a pesquisa e essa discussão sobre a pesquisa. E, claro, tudo isso com o objetivo final de potencializar o ensino e a aprendizagem, potencializar a formação das novas gerações e uma educação que seja efetiva e emancipatória é o nosso papel.

Eu entendo, assim, que é o nosso papel... não estamos aqui para seguir na corrente, apenas burocrática, de que é isso e acabou. Temos que ter essa esperança de que a educação, como já dizia Paulo Freire, não transforma o mundo, mas muda as pessoas e, aí, as pessoas, sim, podem transformar o mundo. Então, essas são as minhas palavras, queria agradecer mais uma vez pelo convite, a SBEM fica muito feliz de ser reconhecida como essa instituição, ser vista, de poder falar aos professores, pois buscamos, cada vez mais, meios de falar aos professores e parabenizamos vocês por essa iniciativa, por este número especificamente, que traz textos da Matemática e das Ciências da Natureza.

Espero que seja uma leitura muito prazerosa e ficamos à disposição sempre para vocês, para conversar, para agir, fazer parcerias.

DoCEntes: Professor, muito obrigado pela disponibilidade, por prontamente aceitar nosso convite. Nós, como Secretaria, ficamos muito felizes, a revista DoCEntes tem a alegria de contar um pouco da sua história, das suas perspectivas acerca desse cenário da Educação Matemática em diálogo com muitas questões. Então, muito obrigado, tenha nossa gratidão.

Prof. Me. Carlos Ian: Desde já, agradecemos imensamente. Nosso muito obrigado!

**Entrevista realizada pela Profa. Dra. Gisele Pereira Oliveira
Editora da edição de março da Revista DoCEntes**

REFERÊNCIAS

BRASIL. **Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional**, LDB. 9394/1996.

BRASIL. Ministério da Educação; Secretaria de Educação Básica. **Base Nacional Comum Curricular**. Brasília: MEC/SEB, 2018. 600 p. BRASIL. Secretaria de Educação Fundamental. Parâmetros curriculares nacionais: Matemática / Secretaria de Educação Fundamental. – Brasília: MEC/SEF, 1997. 142p.

BRASIL. **Resolução CNE/CP nº 2, de 1º de julho de 2015**. Define as Diretrizes Curriculares Nacionais para a formação inicial em nível superior (cursos de licenciatura, cursos de formação pedagógica para graduados e cursos de segunda licenciatura) e para a formação continuada. Brasília/DF: 2015.

BRASIL. **Resolução CNE/CP nº 2, de 20 de dezembro de 2019**. Define as Diretrizes Curriculares Nacionais para a Formação Inicial de Professores para a Educação Básica e institui a Base Nacional Comum para a Formação Inicial de Professores da Educação Básica (BNC-Formação). Brasília/DF: 2019.

BRASIL. **Resolução CNE/CP nº2, de 10 de dezembro de 2020**. Institui Diretrizes Nacionais orientadoras para a implementação dos dispositivos da Lei nº14.040, de agosto de 2020, que estabelece normas educacionais excepcionais a serem adotadas pelos sistemas de ensino, instituições e redes escolares, públicas, privadas, comunitárias e confessionais, durante o estado de calamidade reconhecido pelo Decreto Legislativo nº6, de 20 de março de 2020. Brasília/ DF: 2020.

D'AMBROSIO, Ubiratan. **Educação Matemática: Da teoria à prática**. 23ªedição. Campinas, São Paulo. Papyrus, 2012.

D'AMBROSIO, Ubiratan. **Etnomatemática – elo entre as tradições e a modernidade**. 6ªedição. 2. Reimp. - Belo Horizonte. Autêntica Editora, 2022.

FREIRE, Paulo. **Pedagogia da autonomia: saberes necessários à prática educativa**. São Paulo: Paz e Terra, 1996.

FREIRE, Paulo. **Pedagogia do oprimido**. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1987.

MELO, Carlos Ian Bezerra de. **Constituição da identidade profissional de professores de Matemática sob a ótica dos formadores**. 2021. 249 f. Dissertação (Mestrado Acadêmico ou Profissional em 2021) – Universidade Estadual do Ceará, Fortaleza, 2021. Disponível em: <http://siduece.uece.br/siduece/trabalhoAcademicoPublico.jsf?id=99845> Acesso em: 17 de fevereiro de 2024

MOROSINI, Marília Costa. Docência universitária e os desafios da realidade educacional. *In*: MOROSINI, Marília Costa (Org.). **Professor do ensino superior – identidade, docência e formação**. Brasília: INEP, 2000. p. 11-20.

SOUSA, Francisco Edisom Eugenio de; MELO, Carlos Ian Bezerra de; QUEIROZ, Antonio José Melo de. O Laboratório de Educação Matemática da FECLESC/UECE (LaboMática): contribuições na formação inicial e continuada de professores que ensinam Matemática. **Revista Cearense de Educação Matemática**, Fortaleza/CE, v. 1, n. 2, p. 1-15, 20 out. 2022.



CEARÁ
GOVERNO DO ESTADO
SECRETARIA DA EDUCAÇÃO