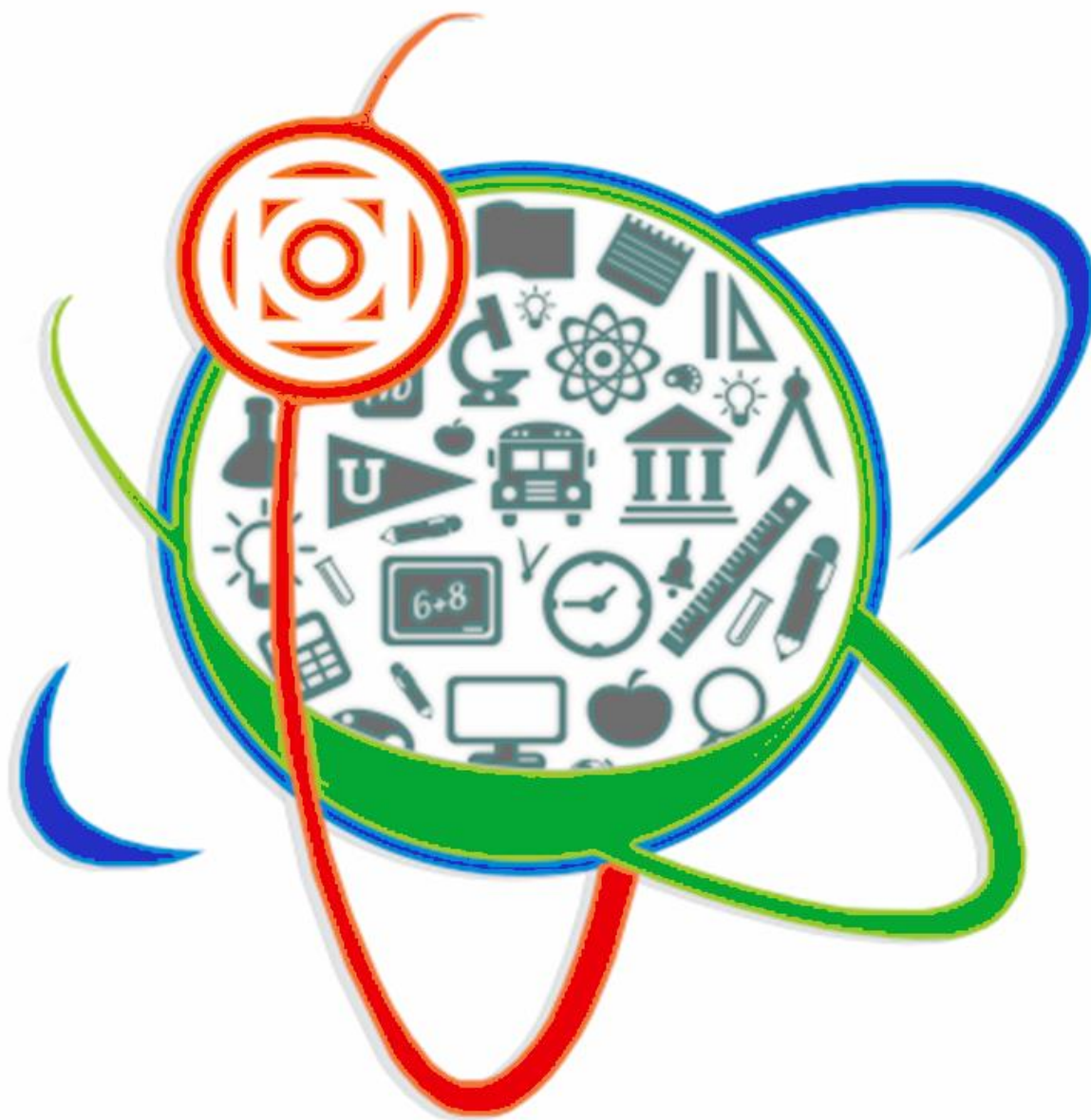


Ciências da Natureza e Matemática: relatos de ensino, pesquisa e extensão

(Volume 5)



Fabiana de Fátima Ferreira
Geslane Figueiredo da Silva Santana
Mauro André Dresch
Yuri Alexandrovish Barbosa
(Organizadores)

Ciências da Natureza e Matemática:
relatos de ensino, pesquisa e extensão

(Volume 5)

1ª Edição

Fabiana de Fátima Ferreira
Geslane Figueiredo da Silva Santana
Mauro André Dresch
Yuri Alexandrovish Barbosa
(Organizadores)

C574 Ciências da natureza e matemática: relatos de ensino, pesquisa e extensão /
Fabiana de Fátima Ferreira; Geslane Figueiredo da Silva Santana;
Mauro André Dresch; Yuri Alexandrovish Barbosa (Organizadores). –
Veranópolis: Diálogo Freiriano, 2024. (v. 5)

1. Matemática – Educação e ensino. 2. Ciências – Educação e ensino. I.
Ferreira, Fabiana de Fátima. II. Santana, Geslane Figueiredo da Silva. III.
Dresch, Mauro André. IV. Barbosa, Yuri Alexandrovish. V. Série.

2024_0508

CDD 510 (Edição 23)

Esta obra é dedicada ao nosso querido amigo **Felício Guilardi Junior**,
nosso eterno *Fifo*, que nos deixou cedo demais.

Prefácio

É com alegria que prefaciamos o Volume 5 do e-book "**Ciências da Natureza e Matemática: Relatos de Ensino, Pesquisa e Extensão**" produzido pelos profissionais e colaboradores do Instituto de Ciências Naturais, Humanas e Sociais (ICNHS) do Câmpus Universitário de Sinop da Universidade Federal de Mato Grosso. O e-book "**Ciências da Natureza e Matemática: Relatos de Ensino, Pesquisa e Extensão**" já é uma tradição do ICNHS e seu lançamento ocorre em concomitância ao **V Colóquio de Ciências Naturais e Matemática (COCIN) 2024**, realizado pela Universidade Federal de Mato Grosso - Câmpus Sinop. Este evento, que tem como temática geral "**Identidade Docente no Contexto Curricular Atual**", reuniu educadores, pesquisadores e profissionais de diversas áreas para discutir e refletir sobre o papel crucial do professor no cenário educacional contemporâneo. O colóquio serve como um espaço enriquecedor para a troca de experiências e a análise das novas demandas e desafios enfrentados pelos docentes em um ambiente curricular em constante transformação.

O e-book está subdividido em **06 (seis) Temas**, sendo eles: ***Ciências Ambientais, Formação de Professores, Ensino de Biologia, Ensino de Física, Ensino de Matemática e Ensino de Química.***

São 04 (quatro) as contribuições apresentadas no Tema ***Ciências Ambientais***, iniciando pela equipe composta por **Larissa, Aline, Ana Fernandes e Ana Lúcia, Domingos, Flavia, Gustavo, Leandro, Lucélia, Marliton, Rafael, Milton, Antônia, Diefene, Fábio e Leandra**, e sua pesquisa sobre o Herbário Centro-Norte-Mato-Grossense (CNMT) desempenha um papel crucial na catalogação da biodiversidade de Mato Grosso. Fundado em 2010 e associado ao Acervo Biológico da Amazônia Meridional (ABAM) da Universidade Federal de Mato Grosso (UFMT), Câmpus Sinop, sua missão é registrar a flora especialmente na transição Cerrado-Amazônia. Com mais de 11 mil registros de plantas, o CNMT mantém 91,6% dos registros georreferenciados e 60,3% identificados até o nível específico. Predominam Angiospermas e Monilófitas, e 83,7% das coletas são de Mato Grosso. O herbário também recebe contribuições de outros estados brasileiros e ecossistemas variados. Ele apoia atividades de ensino, extensão e divulgação científica, disponibilizando informações online através da plataforma SpeciesLink/CRIA.

A pesquisa de **Wagner e Valéria** apresenta um estudo relativo à geopolítica dos pesticidas em Mato Grosso, observando a tensão entre o agronegócio e o meio ambiente devido ao uso intensivo de pesticidas para garantir a produtividade agrícola. Analisam como a alta demanda global por commodities agrícolas, a importância da produção de alimentos e a segurança alimentar impulsionam essa prática. No entanto, o desmatamento e o uso excessivo de pesticidas trazem sérias preocupações ambientais, exigindo soluções equilibradas que promovam a sustentabilidade por meio de práticas de manejo integrado de pragas e inovação na produção agrícola.

Em seu estudo, **Ana e Valéria** trazem à importância da análise de lactato sérico na clínica cirúrgica de pequenos animais, há uma revisão que evidencia a relevância desse indicador biológico na determinação da oxigenação tecidual e problemas circulatórios. Destacam como a mensuração do lactato sérico, agora mais acessível, auxilia veterinários a avaliar o estado do paciente em condições pré, intra e pós-operatórias, facilitando a definição de condutas terapêuticas. O estudo compila achados clínicos e fundamentos bioquímicos, sublinhando a importância dessa prática tanto na Medicina Veterinária quanto na Medicina Humana.

Na pesquisa relativa à permeabilidade intestinal e doença celíaca, há uma revisão que discute a reação autoimune do corpo ao glúten, causando inflamação e danos às vilosidades intestinais, resultando na má absorção de nutrientes. **Jenecler e Valéria** destacam a importância de um diagnóstico preciso para evitar graves consequências de saúde. A revisão sublinha a necessidade de conscientização sobre a doença, a publicidade dos sintomas e a qualificação dos profissionais para facilitar a adaptação a uma alimentação livre de glúten e novos hábitos de vida. A prevenção e tratamento adequado são essenciais para evitar complicações neurológicas, endócrinas e outras patologias associadas.

No Tema **Formação de Professores** estão apresentadas 07 (sete) contribuições, iniciando por **Márcia e Kátia** com sua investigação sobre educação infantil e formação de professores na perspectiva da Educação CTSA, que analisa a produção acadêmica sobre o tema focando em publicações no Catálogo de Teses e Dissertações da CAPES, na Biblioteca Digital Brasileira de Teses e Dissertações (BDTD) e nos Periódicos da CAPES. A pesquisa qualitativa e bibliográfica, com abordagem de revisão sistemática de literatura, encontrou 39 publicações, destacando uma tese e quatro dissertações. O estudo indica que a Educação CTSA no ensino infantil e formação docente ainda é incipiente, mas ressalta sua importância para a educação no Brasil.

Em uma análise baseada em artigos referentes ao ensino de ciências e religião, **Edilson e Hernani**, investigaram como essa relação tem sido abordada em publicações de revistas científicas nacionais de Ensino de Ciências, avaliadas pelo índice Qualis da CAPES. Nogueira e Azevedo selecionaram artigos de revistas dos estratos A1 a A4, usando palavras-chave relacionadas a religião e ciência, e realizaram uma análise quali-quantitativa. Entre 2000 e 2022, encontraram 40 artigos, predominantemente na área de Biologia, onde o diálogo entre ciência e religião foi o posicionamento mais presente. A metodologia comumente utilizada envolveu entrevistas e questionários com alunos e professores, analisando suas concepções sobre ciência e religião.

A experimentação no ensino de ciências foi tema da revisão bibliográfica de **Marcio, Mirna, Roseli e Elizabeth**, no qual relatam esta importante ferramenta e seu auxílio no processo de ensino e aprendizagem, apresentando uma análise das produções acadêmicas recentes sobre o tema, e investigando o uso de experimentos e aulas práticas no ensino de Ciências, destaque para a construção de um conhecimento mais significativo. A revisão, cobrindo o período de 2012 a 2021, mapeia publicações do Catálogo de Teses e Dissertações da CAPES e da BDTD. Constatou-se que a

inserção de práticas experimentais na metodologia de ensino ainda é limitada, necessitando de melhor compreensão sobre sua relevância e abordagem.

Uma Sequência Didática (SD) é tema da contribuição de **Livrada, Marta, Andreia e Éberson**, que descreve uma experiência educativa envolvendo uma SD para o ensino do Sistema de Numeração Decimal, desenvolvida no 4º ano do Ensino Fundamental. O projeto foi parte de um curso de Mestrado Profissional da Universidade Federal de Mato Grosso e focou na utilização de jogos educativos. A sequência didática foi aplicada a 20 alunos de uma escola pública em Juara, Mato Grosso. Os jogos ajudaram na compreensão dos conceitos fundamentais do sistema decimal, como a base dez e o valor posicional, facilitando a leitura e escrita de números. Além disso, a metodologia aumentou a motivação dos alunos e promoveu a aplicação prática do conhecimento em situações lúdicas.

Algumas reflexões sobre a importância do ensino de Astronomia e Cosmologia nos anos iniciais do Ensino Fundamental, são tema da pesquisa de **Midiã e Roseli**. A pesquisa de natureza qualitativa reflete sobre como esses conceitos, geralmente introduzidos apenas no Ensino Médio, podem ser benéficos para a ampliação da visão de mundo dos alunos e para uma interação mais consciente com o cotidiano. O estudo enfatiza que a introdução precoce desses temas pode reduzir dificuldades de aprendizagem e promover habilidades sociais e uma cultura científica, permitindo que os alunos intervenham no mundo de maneira crítica e autônoma.

O trabalho de **Roseli** analisa a interdisciplinaridade na educação em Ciências através de um estudo teórico com abordagem qualitativa. O objetivo é comparar as perspectivas de diferentes autores sobre o conceito de interdisciplinaridade, destacando tanto as semelhanças quanto as diferenças entre elas. A pesquisa revela que, apesar das variações nas ideias, há um consenso sobre a necessidade de superar o ensino fragmentado e linear. A interdisciplinaridade é vista como um processo coletivo que envolve a articulação de diferentes áreas do conhecimento para promover uma compreensão mais holística e uma visão de mundo voltada para a humanização e transformação social.

A produção científica brasileira sobre "Educação Inclusiva para Deficientes Intelectuais" dos últimos cinco anos, analisando dissertações de mestrado, teses de doutorado e artigos científicos, objeto da contribuição de **Vitória e Roseli**. Utilizando uma abordagem qualitativa e bibliográfica, a pesquisa identificou a escassez de estudos que conectam Educação Inclusiva e Deficiência Intelectual. A análise revelou que mais pesquisas, especialmente sobre a formação de professores, são necessárias para enfrentar desafios atitudinais, estruturais e de ensino na educação inclusiva.

O Tema ***Ensino de Biologia*** recebe a contribuição de **Leonicia, Patrícia, Felício (in memoriam) e Simone**, com uma proposta de ensino investigativo para o 7º ano do Ensino Fundamental, focada no Reino *Plantae*. A proposta inclui a criação de uma Sequência Didática (SD) Investigativa que utiliza o método de Ensino por Investigação (EI). Esse método busca motivar e engajar os alunos ao incentivar a reflexão, a formulação de perguntas e a resolução de problemas por meio de atividades centradas no aluno. O EI promove a autonomia dos estudantes, permitindo-lhes maior controle sobre seu próprio processo de aprendizagem.

O Tema *Ensino de Física* recebe 03 (três) contribuições, iniciando pelo estudo de **Anderson, Guilherme e Ricardo**, que buscam visa aprofundar a compreensão das transformações dos gases ideais utilizando Ensino por Investigação (EI) e simulações computacionais. Focado em ensino médio, o trabalho propõe uma Sequência de Ensino Investigativo (SEI) baseada na simulação "Propriedades dos Gases" do software PhET da Universidade do Colorado. A abordagem permite que os alunos manipulem variáveis de estado em diferentes processos (isobárico, isotérmico e isovolumétrico) para explorar conceitos de termodinâmica e identificar padrões nas transformações dos gases. A integração da teoria com simulações computacionais é considerada uma abordagem eficaz para o aprendizado e a compreensão da ciência.

A origem e o desenvolvimento da espectroscopia foram estudados por **Yuri**, que destacou suas bases teóricas e históricas, desde as primeiras observações espectroscópicas, o desenvolvimento de técnicas e seu impacto na descoberta de elementos químicos. Explica o espectro da radiação solar e a percepção da luz visível. Enfatiza a observação das linhas espectrais do átomo de hidrogênio e como essas observações levaram às fórmulas. O texto conclui com a fundamentação da espectroscopia, explicando o modelo atômico de Niels Bohr e a evolução dos modelos atômicos.

O trabalho sobre o ensino da Termologia, abordando aspectos históricos, experimentação e problematização é tema da pesquisa teórica de **Luana e Roseli**, que destaca a importância da história da Termologia para entender conceitos físicos relacionados ao calor e fenômenos térmicos. Enfatiza a relevância de experimentos de baixo custo, que são contextualizados no cotidiano dos alunos, para ilustrar fenômenos físicos. Também aborda a problematização do conhecimento e os Três Momentos Pedagógicos, argumentando que a combinação de história, experimentação e problematização pode enriquecer o ensino de Física e motivar os alunos a explorar fenômenos do dia a dia.

O Tema *Ensino de Matemática* recebe 02 (duas) contribuições, sendo a **Jatniel e Geslane**, um trabalho que explora a aplicação da Modelagem Matemática para o estudo do crescimento inicial da cultura do feijão, integrado com diferentes disciplinas. Desenvolvido no curso de Licenciatura em Ciências Naturais e Matemática da Universidade Federal de Mato Grosso, o projeto visa entender como a Modelagem Matemática pode ser usada de forma interdisciplinar na educação básica. O estudo combina Matemática com Artes, Biologia, Filosofia, Língua Portuguesa e Química para modelar o crescimento das plantas de feijão, utilizando funções logarítmicas e analisando dados de diferentes substratos. A metodologia incluiu a coleta de dados e a modelagem do crescimento usando os softwares GeoGebra e Excel, promovendo uma abordagem interdisciplinar para o ensino de Matemática.

A importância de explorar padrões matemáticos e estratégias didáticas variadas para promover a observação e a produção de diferentes significados matemáticos foi o tema da produção de **Andreia, Caroline, Claudia, Dionísio, Edson, Helena, Jeanclei, Katia, Lorenzo e Raquel**. Desenvolvido no Programa de Mestrado Profissional em Ensino de Ciências da Natureza e Matemática da Universidade Federal de Mato Grosso, o trabalho colaborativo focou na atividade

"Sequência de Palitos". O estudo revela que é essencial para os professores ter a capacidade de interpretar e aceitar as diversas formas de entendimento dos alunos. A proposta é que um repertório diversificado de estratégias e um ambiente de ensino criativo podem enriquecer o processo de aprendizagem e permitir uma negociação eficaz dos significados matemáticos.

O Tema *Ensino de Química* apresenta 02 (duas) contribuições, iniciando pela pesquisa de **Amanda e Roseli**, que aborda os desafios e metodologias para o ensino de Química a alunos com deficiência visual. A pesquisa, baseada em uma revisão bibliográfica de produções científicas recentes, destaca a necessidade de desenvolver metodologias alternativas, materiais didáticos adaptados e capacitação de profissionais para melhorar a aprendizagem desses alunos. O foco está no uso dos sentidos além da visão para superar obstáculos e facilitar a construção do conhecimento em Química. A análise de estudos disponíveis em plataformas digitais revelou que essas abordagens podem contribuir significativamente para a educação de alunos com deficiência visual.

Na mesma linha de educação inclusiva **Giovana e Roseli** compartilham a revisão bibliográfica sobre produções científicas sobre o ensino de Química para estudantes surdos, analisando artigos publicados entre 2017 e 2022. A pesquisa identificou tendências e desafios na área, destacando que, embora os estudos sejam recentes e em crescimento, ainda há muito a fazer para garantir a inclusão efetiva da comunidade surda no ambiente educacional. O trabalho foi baseado em artigos das bases de dados SCIELO e CAPES e revelou a necessidade de mais avanços para melhorar a educação de surdos em Química.

Ao longo dos capítulos deste e-book, você encontrará uma coletânea de trabalhos que abordam desde a adaptação às mudanças curriculares até a construção de uma identidade docente robusta e dinâmica. Esperamos que as reflexões e ideias aqui compartilhados inspirem e orientem práticas pedagógicas inovadoras e eficazes, promovendo uma educação mais inclusiva e alinhada com as necessidades dos alunos e os objetivos do ensino contemporâneo.

Professor Dr Geison Jader Mello
Instituto Federal de Mato Grosso
Campus Cuiabá OJS
Agosto de 2024

Sumário

Ciências Ambientais

HERBÁRIO CENTRO-NORTE-MATO-GROSSENSE (CNMT): FORTALECIMENTO E INFORMATIZAÇÃO DAS COLEÇÕES BOTÂNICAS PARA DOCUMENTAÇÃO DA FLORA DE MATO GROSSO	12
A GEOPOLÍTICA DOS PESTICIDAS EM MATO GROSSO: uma análise introdutória	25
A IMPORTÂNCIA DA ANÁLISE DE LACTATO SÉRICO NA CLÍNICA CIRÚRGICA DE PEQUENOS ANIMAIS	34
PERMEABILIDADE INTESTINAL E DOENÇA CELÍACA	43

Formação de Professores

EDUCAÇÃO INFANTIL E FORMAÇÃO DE PROFESSORES NA PERSPECTIVA DA EDUCAÇÃO CTSA: O QUE TEM SIDO PRODUZIDO?	59
ENSINO DE CIÊNCIAS E RELIGIÃO: uma análise baseada em artigos e periódicos de revistas científicas produzidas entre 2000 e 2022	73
A EXPERIMENTAÇÃO NO ENSINO DE CIÊNCIAS COMO FERRAMENTA AUXILIADORA DO PROCESSO DE ENSINO E APRENDIZAGEM: uma revisão bibliográfica	87
JOGOS EDUCATIVOS E CONCEITOS DO SISTEMA DE NUMERAÇÃO DECIMAL: uma sequência didática desenvolvida no 4º ano do Ensino Fundamental	100
ASTRONOMIA E COSMOLOGIA NOS ANOS INICIAIS DO ENSINO FUNDAMENTAL: algumas reflexões	119
INTERDISCIPLINARIDADE NA EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS: um diálogo entre diferentes autores	134
EDUCAÇÃO INCLUSIVA E DEFICIÊNCIA INTELECTUAL NO ENSINO DE CIÊNCIAS: uma reflexão a partir de pesquisas científicas	147
Ensino de Biologia	163
PROPOSTA DE ENSINO INVESTIGATIVO SOBRE O REINO PLANTAE PARA O ENSINO FUNDAMENTAL	164

Ensino de Física

O ESTUDO DOS GASES IDEAIS VIA ENSINO POR INVESTIGAÇÃO UTILIZANDO A SIMULAÇÃO COMPUTACIONAL - PHET	178
DA ESPECTROSCOPIA AO TRIUNFO DO ÁTOMO	192
TERMOLOGIA: uma reflexão envolvendo aspectos históricos, experimentação e problematização	208
Ensino de Matemática	226

MODELANDO E INTERDICIPLINARIZANDO O CRESCIMENTO INICIAL DA CULTURA DO FEIJÃO	227
MATEMÁTICA, PADRÃO E ESTRATÉGIAS: Uma atividade, múltiplas possibilidades	252

Ensino de Química

ENSINO DE QUÍMICA E DEFICIÊNCIA VISUAL: uso dos sentidos	270
ENSINO DE QUÍMICA PARA SURDOS: um olhar acerca de produções científicas	282

HERBÁRIO CENTRO-NORTE-MATO-GROSSENSE (CNMT): FORTALECIMENTO E INFORMATIZAÇÃO DAS COLEÇÕES BOTÂNICAS PARA DOCUMENTAÇÃO DA FLORA DE MATO GROSSO

LARISSA CAVALHEIRO¹, ALINE FERNANDES PONTES PIRES¹, ANA LUCIA MIRANDA TOURINHO¹, DOMINGOS DE JESUS RODRIGUES¹, FLAVIA RODRIGUES BARBOSA¹, GUSTAVO RODRIGUES CANALE¹, LEANDRO DENIS BATTIROLA¹, LUCELIA NOBRE CARVALHO¹, MARLITON ROCHA BARRETO¹, RAFAEL ARRUDA¹, MILTON OMAR CORDOVA NEYRA², ANTONIA BATISTA FERREIRA³, DIENEFE RAFAELA GIACOPPINI⁴, FABIO MARTINS DE ALMEIDA⁵, LEANDRA BRUGNERA GARCIA⁶.

¹ Docente da Universidade Federal de Mato Grosso, Instituto de Ciências Naturais, Humanas e Sociais (ICNHS), Acervo Biológico da Amazônia Meridional (ABAM)

² Universidade de Brasília (UNB), Programa de Pós-Graduação em Botânica

³ Engenheira Florestal, egressa do curso de Engenharia Florestal, Instituto de Ciências Agrárias e Ambientais (ICAA)

⁴ Engenheira Florestal, MRS Estudos Ambientais LTDA

⁵ Discente da Universidade Federal de Mato Grosso, Instituto de Ciências Agrárias e Ambientais (ICAA)

⁶ Discente da Universidade Federal de Mato Grosso, Instituto de Ciências da Saúde (ICS)

RESUMO

O inventário de espécies se desenvolve muito mais lento em comparação com a destruição dos ecossistemas. Além do óbvio empobrecimento da natureza pela extinção de espécies, a perda da biodiversidade traz um prejuízo incalculável para a humanidade, pois ela guarda muitas soluções naturais para problemas econômicos e de saúde, a maioria ainda desconhecida. Um Herbário - do latim herbarium - é o nome empregado para designar uma coleção de plantas ou de fungos preservados de maneira técnica e científica. Os herbários são prioritariamente utilizados para estudos da flora ou micota de uma determinada região, país ou continente, enfocando morfologia, taxonomia, biogeografia, história e outros campos do conhecimento. O Herbário Centro-Norte-Mato-Grossense (CNMT) tem como papel fundamental catalogar a biodiversidade Mato-Grossense; foi criado em 2010 e está associado ao Acervo Biológico da Amazônia Meridional (ABAM), da Universidade Federal de Mato Grosso (UFMT), Câmpus Universitário de Sinop. Tem como missão "Registrar a flora de Mato Grosso, em especial da transição Cerrado-Amazônia" e atua em diversas linhas de pesquisa nas áreas de florística, fitogeografia, sistemática e ecologia vegetal. Em 2013 foi cadastrado no Index Herbariorum após a coleção atingir os 5 mil registros e, atualmente, são mantidos mais de 11 mil registros de plantas, predominando as Angiospermas e Monilófitas (samambaias). Hoje o acervo possui 91,6% dos registros georreferenciados e 60,3% identificados até o nível específico. Dessas, 83,7% correspondem a coletas para Mato Grosso, sendo 23% oriundas do Programa de Pesquisa em Biodiversidade (PPBio); projetos de pesquisa em parceria com a UHE Sinop também aportam 12% dos registros. Existe, ainda, no acervo, representação de quase todos os estados do Brasil, bem como espécies do Cerrado, Floresta Amazônica Pantanal, Mata Atlântica e Caatinga, em sua maioria proveniente de doações de outros herbários. O Herbário CNMT atua como ponto fundamental nas atividades de ensino de graduação e pós-graduação além de atividades de extensão dirigidas a alunos das escolas do Município de Sinop e região para a divulgação da biodiversidade, em especial o conhecimento da flora amazônica mato-grossense. A

informação está disponível online na plataforma SpeciesLink/CRIA visando à divulgação e publicação dos dados à sociedade, ao poder público e à comunidade científica, integrando o nosso herbário aos acervos dos herbários do país e, também, do mundo.

Palavras-chave: Acervo Biológico da Amazônia Meridional. Transição Amazônia-Cerrado. Exposição. Coleções Biológicas. UFMT.

INTRODUÇÃO

O inventário de espécies se desenvolve muito mais lento em comparação com a destruição dos ecossistemas. Além do óbvio empobrecimento da natureza pela extinção de espécies, a perda da biodiversidade traz um prejuízo incalculável para a humanidade, pois ela guarda muitas soluções naturais para problemas econômicos e de saúde, a maioria ainda desconhecida. Um Herbário - do latim *Herbarium* - é o nome empregado para designar uma coleção de plantas ou de fungos preservados de maneira técnica e científica. Os herbários são prioritariamente utilizados para estudos da flora ou micota de uma determinada região, país ou continente, enfocando morfologia, taxonomia, biogeografia, história e outros campos do conhecimento.

O Herbário CNMT tem como papel fundamental catalogar a biodiversidade Mato-Grossense; foi criado em 2010 e está associado ao Acervo Biológico da Amazônia Meridional (ABAM), da Universidade Federal de Mato Grosso (UFMT), Câmpus Universitário de Sinop. Tem como missão “Registrar a flora de Mato Grosso, em especial da transição Cerrado-Amazônia” e atua em diversas linhas de pesquisa nas áreas de florística, fitogeografia, sistemática e ecologia vegetal.

Em 2013 foi cadastrado no Index Herbariorum, um catálogo mundial composto por 3.100 herbários e cerca de 12.000 pesquisadores contendo o registro de pelo menos 390 milhões de espécimes botânicos (THIERS, 2023), após a coleção atingir os 5 mil registros. Atualmente, são mantidos mais de 10 mil registros de plantas, predominando as angiospermas e samambaias; sendo 91,6% georreferenciados e 60,3% identificado até o nível específico. Dessas, 83,7% correspondem a coletas para Mato Grosso, sendo 23% oriundas do Programa de Pesquisa em Biodiversidade (PPBio); projetos de pesquisa em parceria com a UHE Sinop também aportam 12% dos registros. Existe, ainda, no acervo, representação de quase todos os estados do Brasil, bem como espécies do Cerrado, Floresta Amazônica, Pantanal, Mata Atlântica e Caatinga, em sua maioria proveniente de doações de outros herbários.

O Herbário CNMT atua como ponto fundamental nas atividades de ensino de graduação e pós-graduação além de atividades de extensão dirigidas a alunos das escolas do Município de Sinop e região para a divulgação da biodiversidade, em especial o conhecimento da flora amazônica mato-grossense. A informação está disponível online na plataforma Specieslink/CRIA visando à divulgação e publicação dos dados à sociedade, ao poder público e à comunidade científica, integrando o nosso herbário aos acervos dos herbários do país e também do mundo.

As principais metas/objetivos ao longo do tempo foram:

Estruturar e informatizar as coleções do Herbário Centro-Norte-Mato-Grossense (CNMT), possibilitando a disponibilização os dados na rede SpeciesLink (CRIA) e Sistema de Informação sobre a Biodiversidade Brasileira (SiBBR).

Estabelecer redes de pesquisa com instituições nacionais e internacionais, visando o intercâmbio de informações e de pesquisadores, bem como a capacitação de recursos humanos em pesquisas sobre taxonomia, biogeografia, ecologia e biodiversidade;

Consolidar as coleções botânicas existentes, objetivando sistematizar e disponibilizar as informações sobre a biodiversidade da Amazônia Meridional atendendo aos objetivos da

Universidade Federal de Mato Grosso, contribuindo significativamente com desenvolvimento regional e a sustentabilidade ambiental na região norte Mato-grossense;

Compilar e produzir informações sobre distribuição e riqueza de grupos taxonômicos específicos, preenchendo lacunas taxonômicas sobre a diversidade biológica do norte Mato-grossense podendo assim, servir como subsídio a estudos de bioprospecção e desenvolvimento sustentável;

Consolidar o Acervo Biológico da Amazônia Mato-Grossense (ABAM), ao qual o Herbário CNMT faz parte, tornando-o referência nos estudos relacionados à biodiversidade da região norte do Estado de Mato Grosso.

Informatizar 100% do acervo do Herbário CNMT incluindo a digitalização das exsicatas, contribuindo com o intercâmbio entre pesquisadores e instituições e no avanço do conhecimento taxonômico botânico para a região;

Manter atualizado o cadastro do Herbário CNMT na Rede de Herbários do Brasil (Herbário Virtual), divulgando o acervo e permitindo a ampliação das ações interinstitucionais e consequentemente o crescimento do acervo;

Organização do acervo do Herbário CNMT seguindo-se as normas de classificação da APG mais recente (Angiosperm Phylogeny Group);

Implantar a coleção de micro e macro fungos da Amazônia Meridional;

Subsidiar a tomada de decisões na definição de áreas prioritárias à conservação da biodiversidade, especialmente na Amazônia Meridional contribuindo para o desenvolvimento social e econômico regional;

Hoje, todas as metas foram alcançadas sendo que a maioria delas continua em andamento uma vez que o trabalho do Herbário é constante.

MARCO TEÓRICO CONCEITUAL

A diversidade biológica tropical vem sendo estudada sob três questões gerais: (i) descrição da extraordinária diversidade; (ii) entendimento sobre suas origens e manutenção; e (iii) estimativas funcionais sobre como essa diversidade responde às mudanças naturais e antrópicas (BAWA et al., 2004). A bacia amazônica é responsável por grande parte da biodiversidade nos ecossistemas terrestres e aquáticos do Brasil (BRANDON et al., 2005), desempenhando um importante papel nos ciclos globais da água e do carbono, bem como em serviços ao ecossistema e manutenção dos processos ecológicos (MARENGO, 2007). Adicionalmente, pode exercer uma função importante na produção biotecnológica ou de bioprodutos, como madeira, fibras, resinas, produtos químicos orgânicos e genes, ampliando o conhecimento para aplicação em biotecnologia, incluindo medicamentos e cosméticos (ALHO, 2008), que podem auxiliar na distribuição de renda e no desenvolvimento regional sustentável (DAVIDSON & ARTAXO, 2004). Entretanto, devido aos processos antropogênicos, grande parte da biodiversidade amazônica está sob forte ameaça, principalmente por causa dos efeitos do desmatamento, atividades agropastoris e exploração ilegal de madeira (MORTON et al., 2006). Desse modo, é provável que importantes componentes desta biodiversidade bem como de serviços ambientais prestados por ela, estejam sob algum tipo de ameaça, e negligenciados no planejamento de ordenamento ambiental, principalmente por falta de informações sobre sua distribuição e ecologia (e. g. FEARNSIDE, 2006; GARRIDO-FILHO, 2002).

Para o uso e/ou fabricação de produtos oriundos da biodiversidade é necessário conhecer a distribuição e a identidade taxonômica das espécies. Este conhecimento, para a Amazônia, é ainda, incipiente, pois os estudos sobre padrões de distribuição de espécies, o conhecimento da filogenia e da diversidade na Amazônia ainda são recentes (MENIN et al., 2009).

O estudo da biodiversidade tem relação direta com a preservação ou conservação das espécies, pois entendendo a vida como um todo, teremos mais condições de preservá-la, além de ser de suma importância para o nosso desenvolvimento, resultando no aproveitamento múltiplo dos recursos biológicos para que sejam explorados de maneira menos prejudicial à natureza, conservando-a o mais possível, permitindo a harmonia entre o desenvolvimento das atividades humanas e a preservação, chamando-se isso modernamente de desenvolvimento sustentável.

No Brasil, país de maior biodiversidade mundial, a ampliação do conhecimento sobre sua diversidade vegetal e animal, fundamenta-se totalmente em coletas para herbário e coleções zoológicas. Desta forma estas atividades não só devem ser mantidas como devem ser fortemente incrementadas, pois há evidências da existência de uma gama enorme de espécies ainda não descritas e/ou desconhecidas pela ciência.

O Herbário CNMT funciona como um arquivo que documenta a identidade das espécies vegetais. É igualmente importante para a pesquisa de base (taxonomia e florística) bem como para pesquisas avançadas (ecologia, biogeografia, bioquímica, bioprospecção, etc.). Na verdade, nenhuma pesquisa botânica teria validade sem ter material comprobatório depositado em um herbário, pois seria impossível ter certeza sobre a verdadeira identidade das plantas estudadas. Assim, os herbários contribuem significativamente para pesquisas sobre a diversidade florística essenciais, por exemplo, para identificação de remanescentes de vegetação nativa com potencial para preservação, bem como para subsidiar estudos que possibilitem a revegetação de áreas degradadas, ou seja, o herbário é uma das principais vertentes de conservação da flora (PEIXOTO, 2005). Não obstante, de acordo com Schatz (2002), o principal conhecimento da diversidade biológica emana do estudo das coleções de história natural efetuado pelos taxonomistas, e depositadas nos herbários.

O Brasil conta hoje com 150 herbários, dos quais 125 são ativos em intercâmbio de dados e materiais científicos; destes, 87 estão registrados no Index Herbariorum e 23 são credenciados junto ao CGEN como fiéis depositários de exemplares da flora brasileira. Essas coleções guardam um acervo de quase seis milhões de exsicatas que, embora seja um número significativo, é ainda bastante inferior às coleções dos maiores herbários no mundo (BARBOSA & VIEIRA, 2005; MENEZES et al., 2005, PEIXOTO et al., 2006). As regiões Norte e Centro-Oeste são as que detêm os menores números de herbários e o menor conjunto de espécimes, não alcançando uma amostra por km². Essas regiões, embora representem importante parcela da área territorial do País, concentrando diferentes ecossistemas, são grandes desafios a serem enfrentados, pois, além de apresentar os menores índices de coleta, possuem poucos especialistas em atividade (BARBOSA & VIEIRA, 2005). No Estado de Mato Grosso há apenas seis herbários registrados na Rede Brasileira de Herbários (<http://www.ufrgs.br/taxonomia/herbariosEstado.asp?letra=mt>), cada um deles vinculado a um tipo principal de ecossistema Mato-grossense: Pantanal, Cerrado ou Floresta Amazônica.

O Herbário Centro-Norte-Mato-Grossense (CNMT) está vinculado ao Instituto de Ciências Naturais, Humanas e Sociais (ICNHS) da Universidade Federal de Mato Grosso, Campus Universitário de Sinop e está inserido dentro do bloco do Acervo Biológico da Amazônia Meridional (ABAM). Suas atividades iniciaram-se no ano de 2010 e tem, dentre outros objetivos, a documentação da flora norte Mato-grossense, por representar um ambiente único de transição entre Cerrado e Floresta Amazônica. É sabido que a Amazônia precisa de atenção especial em estudos da sua flora por diversos motivos: grande extensão territorial, crescente pressão antrópica, baixa densidade de coletas, concentração das coletas em lugares de fácil acesso, baixíssima densidade de recursos humanos, especialmente em taxonomia botânica, o que dificulta qualquer estudo da flora da região. Pelo fato do centro-norte de Mato Grosso ser uma região de tensão ecológica pelo

encontro de dois domínios geográficos, os esforços de coleta da equipe do Herbário CNMT estão concentrados na documentação dessa região.

Atualmente o Herbário CNMT conta com uma área aproximada de 200 m² e tem em sua estrutura armários compactos deslizantes para acondicionar a coleção. Como parcerias, pode-se ressaltar o apoio do INCT – Herbário Virtual da Flora e dos Fungos para com este estabelecimento que deu visibilidade à Instituição que passou a atuar com os grandes herbários do país, principalmente no intercâmbio de materiais. A informatização do acervo vem sendo realizada em planilhas do sistema Excel em que cerca de 70% da coleção está em banco de dados disponível online no site SpeciesLink (CRIA). Associada ao Herbário está sendo implantada a Coleção Micológica da Amazônia Meridional composta por micro e macro fungos, considerando a participação de uma pesquisadora recentemente efetivada na Instituição.

Com base nestas premissas, a presente proposta objetiva aumentar o conhecimento sobre a biodiversidade na Amazônia através da informatização e fortalecimento do Herbário Centro-Norte-Mato-Grossense (CNMT), visando proporcionar assim uma melhor estruturação e disseminação de informações sobre a diversidade amazônica, principalmente da Amazônia Mato-grossense, auxiliando diretamente na formação e fixação de recursos humanos qualificados para atuarem em levantamentos da flora, determinação de potenciais espécies para estudos de bioprospecção, caracterização de produtos naturais e planejamento racional da exploração.

METODOLOGIA OU DESENVOLVIMENTO

O processo de informatização e fortalecimento do Herbário Centro-Norte-Mato-Grossense (CNMT) visou e ainda visa proporcionar melhor estruturação e disseminação online de informações, via Centro de Referência de Informação Ambiental (CRIA) sobre a diversidade da Amazônia Mato-Grossense. Para isso, seguimos as seguintes etapas metodológicas:

- Digitalização e disponibilização online do acervo já existente e devidamente registrado no CNMT;

- Incorporações do material botânico e micológico em fase de coleta, análise e identificação pelos pesquisadores proponentes;

- Digitalização de todas as exsicatas do Herbário CNMT utilizando também fotografias da coleção e, posterior, disponibilização online;

- Implementar o sistema de geração de código de barras para as exsicatas vinculadas às imagens das mesmas;

- Visita de pesquisadores especialistas para a identificação de material do acervo;

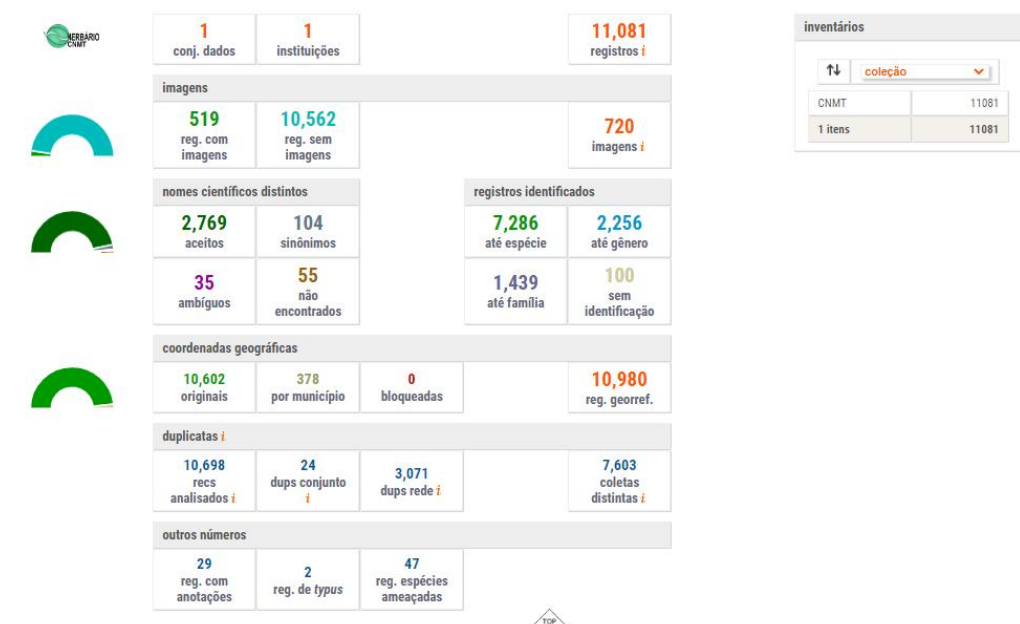
- Envio de material depositado no acervo para especialistas, a fim de melhorar e ampliar o nível de identificação taxonômica dos grupos;

- Efetuar a permuta de material do CNMT com material de outras coleções da região amazônica, permitindo a ampliação do banco de dados da biodiversidade regional;

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O acervo do Herbário teve um incremento de cerca de 11081 registros disponíveis online, dos quais 519 possuem imagens, sejam da planta viva em seu ambiente natural, quanto das amostras (exsicatas) como pode ser observado na Figura 1.

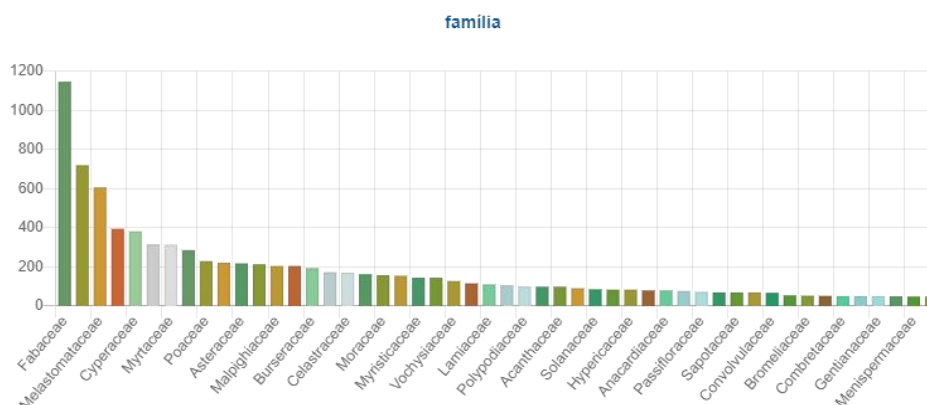
Figura 1. Resumo sobre a coleção botânica do Herbário CNMT no repositório SpeciesLink/CRIA.



Fonte: SpeciesLink, 27/02/2023.

As famílias mais representativas são Fabaceae (1150), Rubiaceae (734), Melastomataceae (615), Annonaceae (403), Cyperaceae (389), Euphorbiaceae (320), Myrtaceae (320), perfazendo cerca de 50% do acervo. Esses dados são esperados já que estas famílias são as mais representativas, tanto em ambientes de cerrado quanto de Floresta Amazônica, principais locais de estudo das equipes associadas (Figura 2).

Figura 2. Famílias mais representativas do acervo do Herbário CNMT.



Fonte: SpeciesLink, 27/02/2023.

Os registros estão distribuídos por todo o Brasil, com concentração na porção norte do estado de Mato Grosso. Nota-se que há pontos de coleta fora do alcance de cobertura (pontos localizados no oceano), que deve se tratar de erro no lançamento da coordenada geográfica no sistema e que deve ser corrigido em sua próxima atualização (Figura 3). O sistema é atualizado semanalmente pelo bolsista designado para o Herbário através do convênio com o INCT-HVFF (Herbário Virtual da Flora e dos Fungos). Esse sempre é um acadêmico dos cursos da UFMT/SINOP.

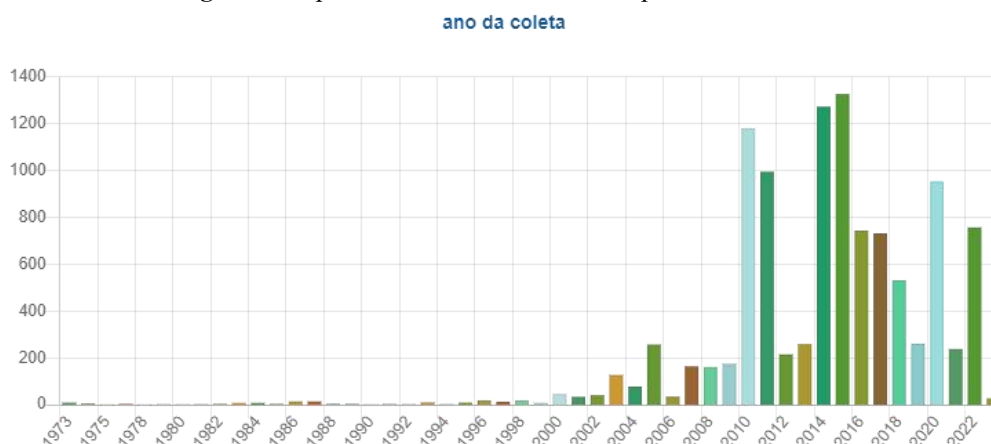
Figura 3. Distribuição das coletas depositadas no Herbário CNMT.



Fonte: SpeciesLink, 27/02/2023.

As equipes associadas ao Herbário CNMT começaram as coletas que compõem o acervo em 2008, com um incremento em 2010-2012 quando iniciaram-se os grandes projetos de inventários da biodiversidade como os sítios de parcelas permanentes do PPBIO e sua expansão para os parques estaduais. Em 2016 iniciou-se o inventário do Parque estadual do Cristalino e da Estação Ecológica do Rio Ronuro e em 2020 iniciaram-se os trabalhos no Parque Estadual do Xingu (Figura 4). Nota-se que há coletas anteriores ao ano de fundação/início das atividades do Herbário (e.g. 1973); essas amostras são provenientes de doações recebidas de outros herbários.

Figura 4. Representatividade das amostras por ano de coleta.



Fonte: SpeciesLink, 27/02/2023.

Quanto ao uso e cobertura do solo, a principal área é a formação florestal (5.482 registros), seguida de pastagem (1.589 registros), rio, lago e oceano (591) e formação savânica (430), além de 1.678 registros onde não há essa informação anotada (Figura 5). A formação florestal é o principal foco das coletas da equipe do Herbário CNMT, haja visto a participação nos projetos de inventários da biodiversidade nas unidades de conservação do Estado. A alta incidência de coletas em pastagens deve-se ao projeto sobre contaminantes de mercúrio desenvolvido na região de Peixoto de Azevedo (MT), local onde se concentra uma grande região de garimpo, em parceria com professores do Laboratório de Pesquisas Integradas em Química – LIPEQ e ainda com a montagem da coleção de plantas daninhas representativas no Estado, em parceria com pesquisadores da Embrapa Agrossilvipastoril. Quanto ao número de coletas em rios, lagos e oceano, faz parte do projeto de doutorado do colaborador/pesquisador associado ao Herbário, Milton Omar Cordova Neyra e ainda ao depósito de amostras provenientes do projeto da Usina Sinop, onde o herbário foi o repositório

das amostras da empresa. A formação savânica teve participação expressiva também por nossa área de coleta estar situada na transição cerrado-amazônia.

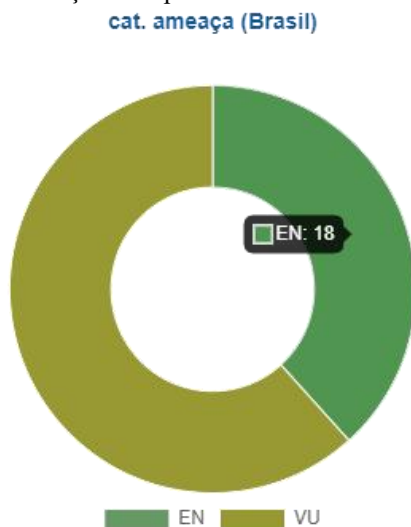
Figura 5. Principais áreas de coleta.



Fonte: SpeciesLink, 27/02/2023.

Faz parte do escopo da coleção ainda, plantas incluídas em listas de plantas ameaçadas (Figura 6) apresentando 18 espécies em perigo e 26 consideradas vulneráveis.

Figura 6. Categoria de ameaça das espécies de acordo com as categorias da IUCN. 3.



Fonte: SpeciesLink, 27/02/202.

Por fim, o acervo conta ainda com o depósito de amostras Typus, ou seja, registros de novas espécies para a Flora Brasileira, com o registro de 2 parátipos na coleção.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O Herbário tem seu trabalho contínuo. Todas as expedições de campo, os projetos de PIBIC, mestrado e doutorado desenvolvidos com os dados do acervo, todo o processo de identificação do material, seja ele para tratamento interno (resultados das pesquisas desenvolvidas em parceria com o Herbário), seja para os colaboradores e pesquisadores que se utilizam da instituição.

Estamos iniciando o livro sobre a biodiversidade do Parque Estadual do Xingu, além de outras produções como fichas técnicas, cartilhas e outros materiais a serem desenvolvidos. Contamos ainda com a divulgação nas redes sociais do Herbário e Museu Itinerante da Flora e da Fauna da Amazônia Mato-Grossense, com postagens sobre temas relevantes e o dia a dia de um herbário e sua equipe.

Com isso, estamos submetendo novo projeto para dar continuidade ao desenvolvimento das pesquisas desenvolvidas no acervo.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALHO, C.J.R. 2008. The value of biodiversity. *Braz. J. Biol.*, 68(4, Suppl.): 1115-1118.

BARBOSA M.R.V. & VIEIRA, A.O. Coleções de plantas vasculares: diagnóstico, desafios e estratégias de desenvolvimento, 2005. Disponível em www.cria.org.br/cgee/col.

BAWA, K.S.; W.J. KRESS; N. NADKARNI & S. LELE. 2004. Beyond Paradise-Meeting the challenges in Tropical Biology in the 21st Century. *Biotropica* 36: 437-446.

BRANDON, K., FONSECA, G. A. B., RYLANDS, A. B. & SILVA, J. M. C. 2005. Conservação Brasileira: desafios e oportunidades. *Megadiversidade* 1:7-13.

DAVIDSON, E. A. & ARTAXO, P. 2004. Globally significant changes in biological processes of the Amazon Basin: results of the Large-scale Biosphere–Atmosphere Experiment. *Global Change Biology* (2004) 10, 519–529.

FEARNSIDE, P. M. 2006. Desmatamento na Amazônia: dinâmica, impactos e controle. *Acta Amazonica*; volume 36, número 3, páginas 395-400.

GARRIDO FILHO, I. 2002. Manejo florestal: questões econômico-financeiras e ambientais. *Estudos Avançados* 16: 91-106.

MARENGO, J.A. 2007. Mudanças climáticas globais e seus efeitos sobre a biodiversidade: caracterização do clima atual e definição das alterações climáticas para o território brasileiro ao longo do século XXI. 2. ed. Brasília: MMA.

MENEZES, M.M.; MAIA, L.C.; COSTA, D.P. & BICUDO, C.E.M. Coleções de plantas avasculares e fungos como base de conhecimento para a diversidade biológica brasileira: uma reavaliação, 2005. Disponível em www.cria.org.br/cgee/col.

MENIN M., LIMA A.P., RODRIGUES, D.J. 2009. The Tadpole of *Vitreorana oyampiensis* (Anura, Centrolenidae) in Central Amazonia, Brazil. *Zootaxa* 2203: 65–68.

MORTON, D. C.; DEFRIES, R. S.; SHIMABUKURO, Y. E.; ANDERSON, L. O.; ARAI, E.; ESPIRITO-SANTO, F. D. B.; FREITAS, R. MORISETTE, J. 2006. Cropland expansion changes deforestation dynamics in the southern Brazilian Amazon. *Proceedings of the National Academy of Sciences* 103(39): 14637-14641.

PEIXOTO, F. L. 2005. O processo de informatização de herbários: estudo de caso. Escola Nacional de Botânica Tropical: 79. Instituto de Pesquisas Jardim Botânico do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro.

PEIXOTO, A.L.; BARBOSA, M.R.V.; MENEZES, M. & MAIA, L.C. Diretrizes e estratégias para a modernização de coleções biológicas brasileiras e a consolidação de sistemas integrados de informação sobre biodiversidade. Brasília: Centro de Gestão e Estudos Estratégicos: Ministério da Ciência e Tecnologia, 2006.

SCHATZ, G.E. 2002. Taxonomy and herbaria in service of plant conservation: lessons from Madagascar's endemic families. *Annals of the Missouri Botanical Garden* 89: 145-152.

Thiers, B. M. (updated continuously). Index Herbariorum. <https://sweetgum.nybg.org/science/ih/>

CORRESPONDÊNCIA:

Ana Lúcia Tourinho.

Orcid: <https://orcid.org/0000-0001-8335-328X>

Lattes: <http://lattes.cnpq.br/6896465684968144>.

Doutora em Ecologia, pelo Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia, atua como pesquisadora e professora na Universidade Federal de Mato Grosso (UFMT), Câmpus Universitário de Sinop, lotada no Instituto de Ciências Naturais, Humanas e Sociais. Realiza estudos na área de Ecologia e Sistemática, com ênfase em Ecologia de Paisagem e de Comunidades de Invertebrados, Taxonomia e Morfologia de Aracnídeos Neotropicais. Universidade Federal de Mato Grosso (UFMT), Sinop, MT, Brasil. E-mail: amtourinho@gmail.com.

Antônia Batista Ferreira.

Lattes: <http://lattes.cnpq.br/3501682922053057>.

Egressa do curso de Engenharia Florestal da Universidade Federal de Mato Grosso (UFMT), Câmpus Universitário de Sinop e foi bolsista do Herbário Centro-Norte-Mato-Grossense. E-mail: dienegiacoppini@gmail.com.

Dienefe Rafaela Giacoppini.

Lattes: <http://lattes.cnpq.br/4006099559958735>.

Egressa do curso de Engenharia Florestal da Universidade Federal de Mato Grosso (UFMT), Câmpus Universitário de Sinop e foi bolsista do Herbário Centro-Norte-Mato-Grossense. Hoje é funcionária da MRS Estudos Ambientais. E-mail: dienegiacoppini@gmail.com.

Domingos de Jesus Rodrigues.

Orcid: <http://orcid.org/0000-0002-8360-2036>.

Lattes: <http://lattes.cnpq.br/4976774110891866>.

Doutor em Ecologia pelo Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia - INPA, atua como professor na Universidade Federal de Mato Grosso (UFMT), Câmpus Universitário de Sinop, lotado no Instituto de Ciências Naturais, Humanas e Sociais. Realiza estudos na área de Ecologia, Zoologia,

Botânica e Ecotoxicologia com ênfase em padrões de distribuição e interações de espécies, dinâmica de comunidades biológicas. Atualmente, vem desenvolvendo estudos sobre a biodiversidade da Amazônia Meridional. É curador da coleção Herpetológica do Acervo Biológico da Amazônia Meridional. Universidade Federal de Mato Grosso (UFMT), Sinop, MT, Brasil. E-mail: djmingo23@gmail.com.

Fábio Martins de Almeida.

Lattes: <http://lattes.cnpq.br/5153229144251772>.

Acadêmico do curso de Zootecnia da Universidade Federal de Mato Grosso (UFMT), Câmpus Universitário de Sinop e foi bolsista do Herbário Centro-Norte-Mato-Grossense. E-mail: fabiom_almeida@hotmail.com

Flavia Rodrigues Barbosa.

Orcid: <https://orcid.org/0000-0002-5649-6338>.

Lattes: <http://lattes.cnpq.br/7965633320040387>.

Doutora em Botânica pela UEFS, atua como professora na Universidade Federal de Mato Grosso (UFMT), Câmpus Universitário de Sinop, lotada no Instituto de Ciências Naturais, Humanas e Sociais. Realiza estudos na área de Micologia, com ênfase em Taxonomia de microfungos, atuando principalmente em levantamentos da micobiota de Mato Grosso. Universidade Federal de Mato Grosso (UFMT), Sinop, MT, Brasil. E-mail: faurb10@yahoo.com.br.

Gustavo Rodrigues Canale.

Orcid: <https://orcid.org/0000-0002-3932-282X>.

Lattes: <http://lattes.cnpq.br/5337499761678539>.

Doutor em Ecologia e Conservação pela Universidade de Cambridge (Inglaterra), atua como professor na Universidade Federal de Mato Grosso (UFMT), Câmpus Universitário de Sinop, lotado no Instituto de Ciências Naturais, Humanas e Sociais. Realiza estudos na área de Zoologia de Vertebrados e Ecologia, com ênfase em Biologia da Conservação, atuando principalmente em pesquisas com mamíferos de médio e grande porte em ambientes tropicais. Universidade Federal de Mato Grosso (UFMT), Sinop, MT, Brasil. E-mail: grcanale@gmail.com.

Larissa Cavaleiro.

Orcid: <https://orcid.org/0000-0001-8865-8285>.

Lattes: <http://lattes.cnpq.br/3970431193726513>.

Doutora em Biotecnologia e Biodiversidade, pela UFMT na Rede Pró-Centro-Oeste, atua como professora na Universidade Federal de Mato Grosso (UFMT), Câmpus Universitário de Sinop, lotada no Instituto de Ciências Naturais, Humanas e Sociais. Realiza estudos na área de Botânica, com ênfase em Taxonomia e Morfologia Vegetal e Etnoconhecimento, atuando principalmente em levantamentos da Flora de Mato Grosso e Etnobotânica. É, atualmente, a diretora do Instituto de Ciências Naturais, Humanas e Sociais, ICNHS/CUS/UFMT e a curadora do Herbário CNMT. Universidade Federal de Mato Grosso (UFMT), Sinop, MT, Brasil. E-mail: larissacavaleiro@gmail.com.

Leandra Brugnara Garcia.

Lattes: <http://lattes.cnpq.br/9153146521890714>.

Acadêmica do curso de Medicina Veterinária da Universidade Federal de Mato Grosso (UFMT), Câmpus Universitário de Sinop e é a atual bolsista do Herbário Centro-Norte-Mato-Grossense. E-mail: leandrabruugg@gmail.com

Leandro Dênis Battirola.

Orcid: <https://orcid.org/0000-0002-5920-5997>.

Lattes: <http://lattes.cnpq.br/8523225130052169>.

Doutor em Ciências Biológicas (Entomologia) pela UFPR e atua como professor na Universidade Federal de Mato Grosso (UFMT), Câmpus Universitário de Sinop, lotado no Instituto de Ciências Naturais, Humanas e Sociais. Realiza estudos na área de Ecologia e Biologia da Conservação com ênfase em ecologia de artrópodes, ecologia de áreas úmidas e contaminantes ambientais. Universidade Federal de Mato Grosso (UFMT), Sinop, MT, Brasil. E-mail: ldbattirola@uol.com.br.

Lucélia Nobre Carvalho.

Orcid: <https://orcid.org/0000-0002-0673-0165>.

Lattes: <http://lattes.cnpq.br/3114232413704265>.

Conclui o doutorado no Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia (INPA) estudando ecologia e comportamento de peixes de riachos amazônicos. Atualmente sou professora da Universidade Federal de Mato Grosso, campus Universitário de Sinop onde sou coordenadora do Laboratório de Ictiologia Tropical e curadora da Coleção de Peixes. Tenho experiência nas áreas de comportamento animal, interações ecológicas e conservação de ambientes aquáticos amazônicos. Visite minha homepage para mais informações: www.litufmtsinop.com. Universidade Federal de Mato Grosso (UFMT), Sinop, MT, Brasil. E-mail: carvalholn@yahoo.com.br.

Marliton Rocha Barreto.

Orcid: <http://orcid.org/0000-0003-3793-8855>.

Lattes: <http://lattes.cnpq.br/4845377498539675>.

Licenciado em Ciências Biológicas pela Universidade Federal de Sergipe, Mestre em Entomologia pela Universidade Federal de Viçosa e Doutor em Entomologia pela Universidade Federal do Paraná. Atualmente é Docente Associado III, atuando nos temas: Entomologia, Controle biológico, Etnoentomologia, Etnoconhecimento, da Universidade Federal de Mato Grosso, Câmpus Universitário de Sinop, Mato Grosso, Brasil. E-mail: mrb.ufmt@gmail.com.

Milton Omar Córdova.

Orcid: <https://orcid.org/0000-0001-6973-3171>.

Lattes: <https://lattes.cnpq.br/5278903726634297>.

Mestre em Biologia Vegetal pela UFMS Campo Grande-MS, Doutorando em Botânica pela UnB, Brasília-DF. Também atua como pesquisador associado na Universidade Federal de Mato Grosso (UFMT), Câmpus Universitário de Sinop, no Instituto de Ciências Naturais, Humanas e Sociais colaborando nas atividades do Herbário CNMT. Realiza estudos na área de Botânica, com ênfase em Ecologia Vegetal e Fitogeografia de plantas terrestres e aquáticas na Amazônia Mato-Grossense.

Rafael Arruda.

Orcid: <https://orcid.org/0000-0003-2869-5134>.

Lattes: <http://lattes.cnpq.br/6072065135325168>.

Doutor em Ciências Biológicas (Ecologia), pelo Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia (INPA), atua como professor na Universidade Federal de Mato Grosso (UFMT), Câmpus Universitário de Sinop, lotado no Instituto de Ciências Naturais, Humanas e Sociais. Realiza estudos na área de Ecologia, em específico como dinâmica espacial e temporal afeta as interações ecológicas (plantas / morcegos / abelhas / beija-flores) em ambientes naturais e urbanos. Atua no Programa de Pós-Graduação em Biologia Vegetal (Câmpus de Cuiabá, <https://ppgbv.weebly.com/>) e Programa de Pós-Graduação em Ciências Ambientais (Câmpus de Sinop). Universidade Federal de Mato Grosso (UFMT), Sinop, MT, Brasil. E-mail: rsarruda@ufmt.br.

A GEOPOLÍTICA DOS PESTICIDAS EM MATO GROSSO: uma análise introdutória

WAGNER BRAGANTE ¹, VALÉRIA DORNELLES GINDRI SINHORIN¹

¹ Universidade Federal de Mato Grosso

RESUMO

A alta demanda global por commodities agrícolas, a importância geopolítica da produção de alimentos e a busca pela garantia da segurança alimentar impulsionam a expansão das áreas cultivadas e, conseqüentemente, o aumento do uso de pesticidas para garantir a produtividade, envolvendo corporações e governos nacionais. No Estado de Mato Grosso, uma das principais regiões produtoras de commodities agrícolas do planeta, a tensão entre o agronegócio e o meio ambiente reflete um dilema complexo. Por um lado, a produção agrícola apresenta um importante papel geopolítico, impulsionando o crescimento econômico, gerando empregos e contribuindo para a segurança alimentar. Por outro lado, o desmatamento associado à expansão agrícola, associado ao uso intenso de pesticidas para atingir as metas de produção de commodities e o pesado lobby de setores oligárquicos latifundiários e da indústria química, impõe uma considerável pressão sobre o meio ambiente, levantando, na sociedade e instituições de pesquisa, sérias preocupações sobre os impactos negativos dessas atividades. A geopolítica dos pesticidas e a tensão entre o agronegócio e o meio ambiente em Mato Grosso demandam soluções equilibradas que conciliem o desenvolvimento econômico com a preservação ambiental. A busca por alternativas sustentáveis na produção agrícola, a adoção de práticas de manejo integrado de pragas e o estímulo à pesquisa e inovação são caminhos importantes para minimizar os impactos negativos dos pesticidas e promover a sustentabilidade no setor agrícola em Mato Grosso.

Palavras-chave: Geopolítica. Agrotóxicos. Mato Grosso. Impactos. Meio Ambiente.

INTRODUÇÃO

O Estado de Mato Grosso é um dos principais produtores agrícolas do país e desempenha um papel crucial na economia nacional (FREITAS, 2021). No entanto, o uso intensivo de defensivos agrícolas nessa região, aliado ao desmatamento de vastas áreas tem gerado implicações tanto para a segurança alimentar quanto para a preservação ambiental (CORRÊA; PIGNATI e PIGNATTI, 2019).

A relação entre a geopolítica dos defensivos e a tensão agroambiental em Mato Grosso é complexa (FREITAS, 2021). Por um lado, a produção agrícola impulsionada pela utilização desses produtos químicos desempenha um papel fundamental no desenvolvimento econômico regional e nacional, com a agricultura sendo responsável pela geração de empregos e pela entrada de divisas, contribuindo para o crescimento econômico do país (SILVA, 2020). Por outro lado, a dependência excessiva dos defensivos agrícolas representa um desafio para a sustentabilidade ambiental (RIBEIRO et al., 2022), especialmente em relação à conservação dos recursos naturais e à manutenção da qualidade do solo e da água (DO AMARAL, 2021).

Nesse contexto, a geopolítica dos defensivos em Mato Grosso envolve a interação de atores-chave, como produtores agrícolas, empresas de agroquímicos, órgãos governamentais e

organizações ambientais. O equilíbrio entre as necessidades agrícolas e a proteção ambiental é um desafio a ser enfrentado em Mato Grosso, exigindo a formulação de políticas públicas adequadas, o fortalecimento da regulação ambiental e a promoção de práticas agrícolas sustentáveis que busquem soluções integradas que levem em consideração tanto os aspectos econômicos, quanto os ambientais, de maneira que se procure garantir um desenvolvimento agrícola equilibrado e responsável.

METODOLOGIA

Esse estudo trata-se de uma pesquisa exploratória, mediante estudo de revisão bibliográfica com intuito de colocar em diálogo de diferentes autores e dados, analisando-os qualitativamente (PEREIRA FILHO, 2013), por meio da leitura de artigos sobre geopolítica clássica, agrotóxicos, economia e meio ambiente e suas inter-relações. Foram utilizadas plataformas de busca meios como Google Acadêmico, Scielo e PubMed, assim como reportagens em canais especializados e de jornalismo em geral, por meio dos termos indexadores geopolítica clássica, geopolítica dos alimentos, geografia do Mato Grosso, revolução verde, agrotóxicos e sua relação com a economia, saúde e meio ambiente. A análise foi feita por meio da leitura de resumos dos mesmos, tendo em vista o critério de inclusão para a seleção daqueles que se enquadrassem melhor nos contextos aqui discutidos e de exclusão àqueles que não atendiam aos objetivos deste estudo.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

UMA BREVE DEFINIÇÃO DE GEOPOLÍTICA

GEOPOLÍTICA CLÁSSICA

A construção do termo geopolítica e do seu entendimento como um dos mais importantes reguladores das relações entre as nações começou a ser trazido à tona pelo professor e pensador sueco Rudolof Kjellen. Este, muito influenciado pela cultura germânica que no século XIX encontrava-se então em franca ascensão, acabou introduzindo o conceito de “geopolítica” como a “doutrina de estado como um organismo geográfico” publicando uma série de artigos em jornais de geografia relevantes na época (CORREIA, 2012). Através de seus estudos, procurava entender como o Estado, tal qual um ente vivo e autônomo, se relacionava com o território geográfico que o mesmo ocupava e como essas relações se conectavam com outras ciências então em desenvolvimento e ascensão, como Geografia, Sociologia, Etnografia, História e Jurisprudência (KJELLÉN, 1899).

Entretanto, foi apenas após a eclosão da Primeira Guerra Mundial que Kjellén desenvolveria de maneira mais elaborada o conceito de geopolítica, considerando-a um ramo das Ciências do Estado definindo, assim, um neologismo que viria a nomear a disciplina que, embrionada desde o final do século XIX, acabou sendo apontada como essencial para a compreensão das ações das nações e suas consequências (KJELLÉN, 1917).

Outro autor muito importante para a definição de geopolítica foi Friederich Ratzel, que em sua obra “Politische Geographie”, publicada em 1897, redefiniu o termo geografia política para uma ciência que se ocupava da relação do Estado com o meio ambiente desde que a mesma tivesse ligação direta com a vida política, indo portanto muito além da definição para a conexão Estado/meio ambiente geográfico (RATZEL, 1983). Ratzel estabeleceu uma série de temas inerentes a geografia política, alguns dos quais continuam válidos até os dias de hoje, como a questão das fronteiras, a definição de grande potência mundial, políticas territoriais, soberania e Estado (RATZEL, 2011). Sumarizando de maneira muito simples, utilizaremos a noção que a

geopolítica pode ser entendida como o estudo dos elementos geográficos em função das decisões políticas, assim respeitando o significado original de Kjellén.

GEOPOLÍTICA DOS ALIMENTOS

Entendendo, então, a geopolítica como o uso político das características geográficas de um local por um Estado, com seus subsequentes impactos econômicos e sociais, se torna claro que a produção de alimentos é um dos principais pilares de interesse geopolítico de uma nação (VIEIRA JUNIOR et al., 2019), tanto pelo viés econômico, dado ser um setor majoritariamente superavitário, quanto pelo interesse estratégico de segurança e independência alimentar (BROWN, 2011).

Dentro do contexto geográfico com relevância geopolítica, a América Latina, AL, se sobressai como uma das regiões mais abundantes dos fatores essenciais para a produção alimentícia. Segundo a FAO, incluindo também o Caribe, a AL, embora possua cerca de 8% da população mundial, é o lar de 46% de todas as florestas tropicais, detém 31% de toda a água doce disponível no globo, tem algo em torno de 23% das terras potencialmente agricultáveis do planeta e responde por 12% de toda área cultivada do mundo (FAO, 2017). Apenas o Brasil, o país com a maior extensão territorial da AL, com suas dimensões continentais, possui 12% da água doce disponível (OLIVO e ISHIKI, 2014) e 3,42% das terras atualmente cultivadas do planeta (MIRANDA et al., 2018). Mato Grosso é, atualmente, o estado que detém a maior produção agrícola nacional, com Valor Bruto da Produção Agropecuária (VBP) no ano de 2022 próximo a US\$ 45,80 bilhões (MOURA, 2022) e o maior consumidor de pesticidas do Brasil, com 21% de todo pesticida comercializado no país, no valor de US\$ 1,8 bilhões em 2017. Esse fato o coloca em destaque dentro da geopolítica e estratégia de produção de alimentos e segurança alimentar tanto em relação ao país, quanto ao mercado global de commodities alimentícias (AENDA, 2017; CORRÊA; PIGNATI e PIGNATTI, 2019; TOLOI, 2021; SPADOTTO, 2023).

CONTEXTO HISTÓRICO

O Brasil passou por duas importantes mudanças econômicas internas ao longo do século XX, que foram determinantes na construção da atual estrutura agrária do país. Em primeiro lugar, o processo de industrialização tardio a partir de 1940 e em função de acordos que acabaram por arrastar o Brasil a Segunda Guerra Mundial (GUIMARÃES; DE FREITAS, 2019), que, com a implantação da política de substituição de importações e seus subsequentes efeitos como o protecionismo do mercado e subsídios a implantação de infraestrutura industrial, alterou a dinâmica econômica do país, até então, basicamente agrário e extracionista (VIEIRA JUNIOR et al., 2019). A segunda grande alteração veio na esteira da revolução verde, com a implantação coordenada e sistemática de novas técnicas agrícolas, tais como mecanização, fertilização química, correção da acidez natural do solo e uso de pesticidas. Embora tardia em relação aos países desenvolvidos (DUTRA e SOUZA, 2022), a adoção dessas tecnologias permitiu uma rápida e ampla expansão da área agrícola no Brasil, notadamente entre 1988 e 2018, quando verificaram-se aumentos na área cultivada na ordem de 147,6% no Brasil como um todo e de 581,1% em Mato Grosso, com subsequente redução da área de cobertura vegetal natural, que no estado de MT atingiu cerca de 15 milhões de hectares (CAPOANE, 2022.) O uso intensivo de pesticidas na agricultura, em função da política agrodesenvolvimentista adotada no Brasil e especialmente em MT nas últimas duas décadas, tem gerado preocupações ambientais e de saúde pública (PIGNATI, 2017), já que a utilização desses produtos químicos pode causar impactos negativos no solo, na qualidade da água e na biodiversidade, aumentando a pressão sobre os recursos naturais e os ecossistemas vulneráveis de uma dada região (NOVAIS; QUEIROZ; SEABRA JÚNIOR, 2021), além de um profundo impacto

na saúde pública (DUTRA, 2021), como demonstrado em um amplo estudo publicado por Pignati (2023) no qual foi constatada uma correlação positiva entre o uso intensivo de pesticidas e a incidência de câncer, concentrando as maiores taxas da doença em municípios grandes produtores de grãos das partes Norte, Centro e Sul de Mato Grosso.

Dentre os múltiplos impactos ambientais, a morte de abelhas por causa da aplicação indevida de pesticidas tem tomado relevância em função do aumento expressivo de casos no Brasil (SILVA; TORRE; MATOS et al., 2021) e, mais especificamente, em Mato Grosso, onde recentemente mais de 100 milhões de abelhas foram mortas devido à aplicação incorreta de fipronil, um inseticida amplamente adotado pelos agricultores da região (CURY, 2023; RODRIGO, 2023).

Uma das características do modelo de expansão agrícola adotado pelo Brasil é a concentração de terras nas mãos de poucos proprietários e a constituição de grandes latifúndios, levando a uma poderosa oligarquia econômica e política do agronegócio (CAVALCANTI; FERNANDES, 2012), com profundas ligações com o governo e controlando vastas extensões de terras no Brasil e no estado de MT (HECK, 2021; LORENZON, 2023; TOLEDO, 2023; SUNO, 2022). Algo bastante similar acontece no mundo da indústria produtora de pesticidas, com poucas empresas detendo quase que exclusivamente a totalidade da produção e distribuição desses produtos químicos, formando um oligopólio com presença global, sendo que as cinco maiores corporações que controlam a indústria agroquímica detém 81,92% do mercado global (FAO, 2020). Juntas, estas empresas movimentaram globalmente em 2021 mais de US\$ 45 bilhões (SHATTUCK et al., 2023). A influência desses oligopólios se dá em muitas esferas (FELDMANN, 2019), através de muitas e variadas ferramentas (COSTA et al., 2021; CARDOSO; DE SOUSA; CAVALCANTI REIS, 2019), com parte da ação política acontecendo através de vultosas doações para campanhas políticas de candidatos que defendem suas pautas e de constantes encontros e reuniões com a elite política do país (BERNARDES, 2022; MONCAU, 2022).

Dentro da esfera federal do governo brasileiro, esses oligopólios constituem uma poderosa força política que tem facilitado a aprovação de diversas leis que beneficiam diretamente o setor de produção e comercialização de pesticidas, entre os quais se encontram muitos produtos com ingredientes ativos extremamente tóxicos ao meio ambiente e que tem sua produção e ou comercialização proibida nos países sedes das corporações beneficiadas (CASTILHO, 2018; KOTSCHO, 2023).

Entre suas ações, esses grupos tem exercido pressão na aprovação, entre outras leis, do Projeto de Lei PL 6299/2002, que visa tornar o uso de agrotóxicos no país ainda mais flexível que as recentes adições efetuadas pelo congresso e invalida o Princípio da Precaução estabelecido pela Lei dos Agrotóxicos de 1989, que proíbe quaisquer agroquímicos com agentes que possam causar problemas de desenvolvimento, câncer ou mutações (CAMARA, 2023). O PL também estabelece um prazo máximo de dois anos para que o governo responda a um pedido de uma empresa de pesticidas para a aprovação de um ingrediente ativo e ou produto e, caso o prazo não for respeitado, o produto será automaticamente aprovado e registrado como permitido para uso (BOMBARDI; CHANGOE, 2022). O PL do veneno, se aprovado, certamente levará a um aumento no número de registros, autorizações e uso de agrotóxicos, sem uma avaliação adequada de suas consequências socioambientais (RESENDE; CLAVERY, 2023).

Esses grupos também tem se oposto de maneira contundente a toda forma de legislação ambiental que vá contra os interesses dos grandes produtores rurais (BORGES, 2023) e dos grandes fornecedores de pesticidas (GABRIEL, 2023).

CONCLUSÃO

A concentração oligárquica das terras em Mato Grosso, junto aos interesses dos grandes conglomerados agroindustriais internacionais e seu devido apoio político, promoveram nas últimas décadas o desmatamento de extensas áreas de floresta e o uso de imensas quantidades de pesticidas, levantando várias questões, especialmente no que diz respeito à preservação ambiental e à saúde humana, gerando uma série de tensões entre os agentes nas atividades agrícolas, ambientais e de saúde.

A complexidade da relação entre esses agentes se torna ainda maior ao se verem adicionadas questões geopolíticas de caráter global, dado que a demanda mundial por commodities alimentícias, ditada pelas grandes corporações do setor, aliada ao potencial de produção do estado, tem direcionado as políticas agrícolas adotadas, ao passo que as preocupações ambientais e de saúde pública são repetidas vezes negligenciadas pelos governos estadual e federal. Além disso, a reputação do Brasil como importante produtor agrícola tem sido afetada por preocupações internacionais relacionadas ao desmatamento na região amazônica e ao uso intenso de pesticidas, muitos deles cujas formulações são proibidas em países mais desenvolvidos, o que pode resultar em restrições comerciais e sanções econômicas e políticas que podem ir muito além da questão agrícola-ambiental.

Para enfrentar esses desafios, o ideal seria que se adotassem abordagens mais equilibradas, que levassem em consideração tanto os interesses econômicos e sociais do setor agropecuário quanto a preservação do meio ambiente. Entretanto, o pesado lobby do setor agrícola e seu poder dentro do legislativo do governo brasileiro torna um sonho distante a implementação de políticas públicas eficazes para regulamentações ao desmatamento, ao uso de pesticidas, ao estabelecimento de limites seguros de resíduos em alimentos e ao incentivo de adoção de práticas agrícolas sustentáveis.

A busca por soluções da tensão entre os setores agrícola e ambiental requer a conscientização e o engajamento de todos os envolvidos nessa complexa teia. Assim como é fundamental o fomento à pesquisa e desenvolvimento de alternativas aos pesticidas convencionais, se faz necessária e urgente a diminuição do poder político-econômico dos grandes oligarcas latifundiários e das grandes corporações multinacionais, exigindo uma ação mais independente dos governos estadual e federal. Somente assim será possível promover uma agricultura mais equilibrada, que garanta a pujança econômica, a produção de alimentos de forma responsável e a preservação dos recursos naturais no estado de Mato Grosso.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AENDA. As 20 maiores empresas agroquímicas brasileiras em 2017. Disponível em: <https://www.aenda.org.br/noticia_imprensa/as-20-maiores-empresas-agroquimicas-brasileiras-em-2017/>. Acesso em: 14 jul. 2023.

BERNARDES, J. E. Agronegócio infla doações a Bolsonaro; total chega a R\$ 24 milhões no segundo turno. Disponível em: <<https://www.brasildefato.com.br/2022/10/15/agronegocio-infla-doacoes-a-bolsonaro-total-chega-a-r-24-milhoes-no-segundo-turno>>. Acesso em: 14 jul. 2023.

BOMBARDI, L. M.; CHANGOE, A. COMÉRCIO TÓXICO. A ofensiva do lobby dos agrotóxicos da União Europeia no Brasil, ed Helen Burley, São Paulo, 2022.

BORGES, A. Com Marco Temporal, ruralistas e centrão desafiam posição pró-meio ambiente do governo e expõem poder paralelo no Congresso. Disponível em: <<https://infoamazonia.org/2023/05/31/com-marco-temporal-ruralistas-e-centrao-desafiam-posicao-pro-meio-ambiente-do-governo-e-criam-poder-paralelo-no-congresso/>>. Acesso em: 14 jul. 2023.

BROWN, L. R. The new geopolitics of food. Food and Democracy, v. 23, 2011.

CAMARA. Portal da Câmara dos Deputados. Disponível em: <<https://www.camara.leg.br/proposicoesWeb/fichadetramitacao?idProposicao=46249>>. Acesso em: 14 jul. 2023.

CAPOANE, V. Expansão da fronteira agrícola no estado de mato grosso entre os anos de 1988 e 2018. Caderno Prudentino de Geografia, v. 1, n. 44, p. 73-98, 2022.

CARDOSO, A. S. R.; DE SOUSA, R. Á. D.; REIS, L. C. O agro é tech, é pop, é tudo: o (des) velar dessa realidade. Geosul, v. 34, n. 71, 2019.

CASTILHO, L. O agro é lobby: a bancada ruralista no congresso. Le Monde DiplomatiqueLe Monde Diplomatique Brasil, , 4 set. 2018. Disponível em: <<https://diplomatique.org.br/o-agro-e-lobby-a-bancada-ruralista-no-congresso/2018>>. Acesso em: 14 jul. 2023.

CAVALCANTI, M.; FERNANDES, B. M. Territorialização do agronegócio e concentração fundiária. Revista Nera, n. 13, p. 16-25, 2012.

CORRÊA, M. L. M.; PIGNATI, W. A.; PIGNATTI, M. G. Segurança Alimentar, produção de alimentos e saúde: um olhar para os territórios agrícolas de Mato Grosso. ACENO-Revista de Antropologia do Centro-Oeste, v. 6, n. 11, p. 129 a 146-129 a 146, 2019.

CORREIA, P. P. Geopolítica e geoestratégia. Nação e Defesa, v. 5, n. 131, 2012.

COSTA, R. et al. Marketing verde—A importância do consumo sustentável para as empresas. Research, Society and Development, v. 10, n. 7, 2021.

CURY, L. Uso indevido de agrotóxico causou mortalidade de abelhas em Sorriso. INDEA. Disponível em: <<https://www.indea.mt.gov.br/-/uso-indevido-de-agrot%C3%B3xico-causou-mortalidade-de-abelhas-em-sorriso>>. Acesso em: 7 ago. 2023.

DE FREITAS, E. P. Agronegócio e geopolítica do liberalismo transnacional: biodiversidade e soberania alimentar em risco na América do Sul. Tramas y Redes, n. 1, p. 69-84, 2021.

AMARAL, A. F. M. Estratégias e atuação das corporações de agrotóxicos e sementes em mato grosso: uso corporativo do território e apropriação das rendas do agronegócio. Estudos Geográficos: Revista Eletrônica de Geografia, v. 19, n. 1, p. 42-54, 2021.

DUTRA, L. S.; FERREIRA, A.P.; HORTA, M.A.P.; PALHARES, P.R. Uso de agrotóxicos e mortalidade por câncer em regiões de monoculturas. Saúde em Debate, v. 44, p. 1018-1035, 2021.

DUTRA, R. M. S.; SOUZA, M. M. O. Cerrado, revolução verde e evolução do consumo de agrotóxicos. *Sociedade & Natureza*, v. 29, p. 473-488, 2022.

FAO. Faostat: FAO Statistical Databases. Rome, Italy: Food & Agriculture Organization of the United Nations (FAO), 2000. Disponível em: <<http://www.fao.org/3/a-i5126s.pdf>>. Acesso em: 14 jul. 2023.

FELDMANN, P. Envolvimento ambiental virou marketing para empresas, diz professor - 31/08/2019 - Ilustríssima - Folha. Disponível em: <<https://www1.folha.uol.com.br/ilustrissima/2019/08/envolvimento-ambiental-virou-marketing-para-empresas-diz-professor.shtml>>. Acesso em: 14 jul. 2023.

FREITAS, R. E. Expansão de área agrícola: Mato Grosso e Matopiba. *Revista de Política Agrícola*, v. 30, n. 2, p. 34, 2021.

GABRIEL, J. Bancada ruralista tenta reverter medidas de Lula e esvaziar ministério de Marina Silva. Disponível em: <https://www.em.com.br/app/noticia/politica/2023/03/23/interna_politica,1472427/bancada-ruralista-tenta-reverter-medidas-de-lula-e-esvaziar-ministerio-de-m.shtml>. Acesso em: 14 jul. 2023.

GUIMARÃES, I. A.; DE FREITAS, S. M. O papel do investimento em infraestrutura e sua relação com o desenvolvimento econômico do Brasil (1940–2018). *Observatório de la economia latinoamericana*, n. 7, p. 16, 2019.

HECK, C. R. A expansão produtiva agropecuária no estado de mato grosso e seus impactos fundiários e ambientais a partir dos anos 2000/Agricultural productive expansion in the State of Mato Grosso and its fundial and environmental impacts from 2000. *Informe Gepec*, v. 25, n. 2, p. 62-84, 2021.

KJELLÉN, R. *Der Staat als lebensform*. Zweite Auflage. Leipzig: Verlag von S. Hirzel, 1917. Traduzido de uma edição gótica alemã (3ª edição) de 1917 e da edição original sueca de 1916. Tradução de Marquessuel Dantas de Souza.

KOTSCHO, R. Bancada ruralista mostra a sua força ao encurralar o governo no Congresso. Disponível em: <<https://noticias.uol.com.br/colunas/balaio-do-kotscho/2023/05/27/bancada-ruralista-mostra-a-sua-forca-ao-encurrallar-o-governo-no-congresso.htm?cmpid=copiaecola>>. Acesso em: 14 jul. 2023.

LORENZON, G. Com Terra Santa, SLC lidera em mais de 1/3 da área do top 5 do agro, de 1,6 milhão de hectares. Disponível em: <<https://www.moneytimes.com.br/com-terra-santa-slc-lidera-em-mais-de-1-3-da-area-do-top-5-do-agro-de-16-milhao-de-hectares/>>. Acesso em: 14 jul. 2023.

MIRANDA, E. E. de. Potência agrícola e ambiental: áreas cultivadas no Brasil e no mundo. *Agroanalysis*, São Paulo, SP, v. 38, n. 2, fev. p. 25-27, 2018.

MONCAU, G. Syngenta, Bayer e JBS se reuniram 216 vezes com alto escalão do governo Bolsonaro. Disponível em: <<https://www.brasildefato.com.br/2022/07/21/syngenta-bayer-e-jbs-se-reuniram-216-vezes-com-alto-escalao-do-governo-bolsonaro>>. Acesso em: 14 jul. 2023.

MOURA, V. Mato Grosso lidera produção agropecuária brasileira por 4 anos consecutivos. Disponível em: <<https://www.sedec.mt.gov.br/-/18778693-mato-grosso-lidera-producao-agropecuaria-brasileira-por-4-anos-consecutivos>>. Acesso em: 14 jul. 2023.

NOVAIS, C. M.; QUEIROZ, T. M.; SEABRA JÚNIOR, S. Panorama of environmental contamination by pesticides in the state of Mato Grosso: risk to urban supply. *Research, Society and Development*, [S. l.], v. 10, n. 1, p. e23010111667, 2021. DOI: 10.33448/rsd-v10i1.11667. Disponível em: <https://rsdjournal.org/index.php/rsd/article/view/11667>. Acesso em: 13 jul. 2023.

OLIVO, A. M.; ISHIKI, H. Brasil frente à escassez de água. In: *Colloquium Humanarum*. ISSN: 1809-8207. p. 41-48, 2014.

PEREIRA FILHO, J. Metodologia do Trabalho Científico: da teoria á prática. São Paulo : Cortez, 2013.

PIGNATI, W. A. et al. Distribuição espacial do uso de agrotóxicos no Brasil: uma ferramenta para a Vigilância em Saúde. *Ciência & Saúde Coletiva*, v. 22, p. 3281-3293, 2017.

PIGNATI, W. A. Impactos sanitários do agronegócio e agrotóxicos no brasil e no mato grosso. In: ROCCON, C. P. (org). *Ambiente, saúde e agrotóxicos desafios e perspectivas na defesa da saúde humana, ambiental e do(a) trabalhador(a)*, p. 87. São Carlos: Pedro & João Editores, 2023.

RATZEL, F. A relação entre o solo e o Estado-Capítulo I. O Estado como organismo ligado ao solo. *GEOUSP Espaço e Tempo (Online)*, v. 15, n. 1, p. 51-58, 2011.

RATZEL, F. O solo, a sociedade e o Estado. *Revista do departamento de geografia*, v. 2, p. 93-101, 1983.

RESENDE, S.; CLAVERY E. Com respaldo do governo, senadores devem destravar o “PL do Veneno”, que tramita há 21 anos. Disponível em: <<https://g1.globo.com/politica/noticia/2023/05/31/com-respaldo-do-governo-senadores-devem-destravar-o-pl-do-veneno-que-tramita-ha-21-anos.ghtml>>. Acesso em: 14 jul. 2023.

RIBEIRO, S. D. M.; SIQUEIRA, M.T.; GURGEL, I.G.D.; DINIZ, G.T.N. A comercialização de agrotóxicos e o modelo químico-dependente da agricultura do Brasil. *Saúde em Debate*, v. 46, p. 210-223, 2022.

RODRIGO, P. Mais de 100 milhões de abelhas morrem por uso indevido de agrotóxico. FOLHAPRESS Disponível em: <https://www.em.com.br/app/noticia/nacional/2023/07/21/interna_nacional,1523480/mais-de-100-milhoes-de-abelhas-morrem-por-uso-indevido-de-agrotoxico.shtml>. Acesso em: 7 ago. 2023.

SHATTUCK, A.; WERNER, M.; MEMPEL, F.; DUNIVIN, Z.; GALT, R.E. Global pesticide use and trade database (GloPUT): New estimates show pesticide use trends in low-income countries substantially underestimated. *Global Environmental Change*, v. 81, p. 102693, 2023.

SILVA, L. S. da. "Mato Grosso: celeiro do mundo". Um estudo sobre as relações de poder e as implicações nas políticas públicas. 2020. 251 f. Tese (Doutorado em Sociologia) - Universidade

Federal De São Carlos. Centro De Educação E Ciências Humanas, Programa De Pós-Graduação Em Sociologia. São Carlos, 2020.

SILVA, R. C. M.; TORRE, P. A. D.; MATOS, J. C. O uso incorreto do inseticida fipronil e sua influência na morte das abelhas no sul do Brasil. *Revista Processando o Saber*, v. 13, p. 93-110, 9 jun. 2021.

SPADOTTO, C. A. Agrotóxicos no Brasil. Portal Embrapa. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/agencia-de-informacao-tecnologica/tematicas/agricultura-e-meio-ambiente/qualidade/dinamica/agrotoxicos-no-brasil>>. Acesso em: 14 jul. 2023.

SUNO. Entrevista com Blairo Maggi. SUNO RESEARCH, 26 jul. 2018. Disponível em: <<https://www.suno.com.br/tudo-sobre/blairo-maggi/>>. Acesso em: 14 jul. 2023 TOLEDO, L. Quem é o “Rei dos hectares” no Brasil? Conheça nossos 3 maiores produtores agrícolas. Disponível em: <<https://www.canalrural.com.br/noticias/agricultura/quem-e-o-rei-dos-hectares-no-brasil-conheca-nossos-3-maiores-produtores-agricolas/>>. Acesso em: 14 jul. 2023.

TOLOI, R. C.; REIS, J.G.M.; TOLOI, M.N.V.; VENDRAMETO, O.; CABRAL, J.A.S.P. Applying analytic hierarchy process (AHP) to identify decision-making in soybean supply chains: a case of Mato Grosso production. *Revista de Economia e Sociologia Rural*, v. 60, 2021.

VIEIRA JUNIOR, P. A.; CONTINI, E.; HENZ, G.P.; NOGUEIRA, V.G.C. Geopolítica do alimento: o Brasil como fonte estratégica de alimentos para a humanidade. Brasília, DF: Embrapa, 2019.

CORRESPONDÊNCIA:

Wagner Bragante

ORCID: 0000-0002-0862-0197;

Lattes: <http://lattes.cnpq.br/6461354731562191>;

Formado em Agronomia pela Universidade Federal de Uberlândia Bacharelado (UFU); Mestre em Ciências Ambientais pela Universidade Federal de Mato Grosso (UFMT), Câmpus Sinop – Sinop, MT. Egresso do Programa de Pós Graduação em Ciências Ambientais (PPGCAM) da UFMT Sinop, lotado no Instituto de Ciências Naturais, Humanas e Sociais, Laboratório de Bioquímica (LIPEQ). E-mail: w.bragante@hotmail.com

Valéria Dornelles Gindri Sinhorin

ORCID: 0000-0002-5070-0043;

Lattes: <http://lattes.cnpq.br/3818211604255549>;

Formada em Química Industrial e Química Licenciatura (UFSM); Doutorado em Bioquímica Toxicológica (UFSM). Atualmente docente da Universidade Federal de Mato Grosso, Campus Universitário de Sinop e lotada no Instituto de Ciências Naturais, Humanas e Sociais. Docente do Programa de Pósgraduação em Ciências Ambientais (mestrado) e Biotecnologia e Biodiversidade da rede Pró Centro-Oeste (doutorado). Área de pesquisa: Bioquímica; e-mail: valeria.sinhorin@ufmt.br.

A IMPORTÂNCIA DA ANÁLISE DE LACTATO SÉRICO NA CLÍNICA CIRÚRGICA DE PEQUENOS ANIMAIS

ANA JÚLIA LOPES BRAGA¹, VALÉRIA DORNELLES GINDRI SINHORIN¹

¹ Universidade Federal de Mato Grosso

RESUMO

A Medicina Veterinária vem passando por aprimoramentos e inclusão de novas tecnologias que ajudam ao profissional da área a determinar um melhor tratamento para seu paciente, seja ele cirúrgico ou medicamentoso. O lactato sérico é um importante indicador biológico indireto da oxigenação tecidual, além de estar intimamente associado a problemas circulatórios quando aumentado. A mensuração desse ácido, que se tornou mais acessível nos últimos anos, vem sendo utilizada na Medicina Veterinária para auxiliar na determinação do estado do paciente frente as condições pré, intra e pós-operatórias, ajudando a estabelecer uma conduta terapêutica. Este capítulo é uma revisão que busca compilar achados clínicos e fundamentos bioquímicos que evidenciam a importância da avaliação do lactato sérico na clínica cirúrgica de pequenos animais, assim como tem grande importância para Medicina Humana.

Palavras-chave: Bioquímica. Clínica cirúrgica. Lactato sérico.

INTRODUÇÃO

Durante o processo de glicólise, que ocorre no citosol das células, a glicose é convertida em frutose-1,6-bisfosfato, gerando duas moléculas de piruvato, sendo dado a estas últimas diferentes destinos a depender do metabolismo: Quando aeróbico, o piruvato perde um carbono na forma de dióxido de carbono e os dois átomos de carbono que permanecem, ficam ligados à coenzima A como um grupo acetila para originar a molécula de acetil-CoA, que é direcionada ao ciclo do ácido cítrico; Já quando anaeróbico, em organismos capazes de fermentação alcoólica, por exemplo, o piruvato perde a molécula de dióxido de carbono, produzindo acetaldeído, que será reduzido a etanol, ou toma outro destino, como a fermentação homoláctica, levando à redução em lactato, chamada glicólise anaeróbia (LIBERATO e OLIVEIRA, 2019).

O lactato é formado quando os tecidos se encontram em condições de má perfusão, estado no qual as células entram no ciclo anaeróbico para manterem um nível ideal de energia para o funcionamento do seu metabolismo, a partir da utilização do piruvato com consequente fornecimento de duas moléculas de ATP e formação do ácido em questão (MANTOVANI et al., 2002). É retratado na literatura, por meio de estudos clínicos e experimentais, que a acidose metabólica, em geral, é decorrente da isquemia tecidual, condição provocada pela elevação do nível de lactato sérico (HIRANO et al., 2003).

Pode-se estabelecer uma íntima relação dos níveis de lactato e a presença de oxigênio no tecido, visto que o aumento do ácido indica um ambiente com falta de oxigênio, por essa razão é um indicativo muito utilizado na Medicina Humana e vem ganhando espaço na Medicina Veterinária, como um importante indicador biológico da oxigenação tecidual e quando se encontra em níveis aumentados podem indicar hipóxia ou hipoperfusão dos tecidos (RODRIGUES e LESEUX, 2016).

Atualizando em questões temporais o predisposto por Barroso e colaboradores em 2006, na Medicina Humana a utilização dos valores do lactato sérico está descrita há mais de quarenta anos, porém, na Medicina Veterinária sua utilização tem crescido nas duas últimas décadas.

A mensuração da concentração de lactato no sangue é um indicador de prognóstico e em conjunto com o exame físico permite, detectar e monitorar a hipoperfusão, causa patológica mais comum de hiperlactemia em cães e gatos. Se os níveis de lactato plasmático não retornarem aos níveis fisiológicos dentro de 24 a 28 horas, são associados a um prognóstico grave na maioria das situações (HUGHES, 2010; PORTER et al., 2013).

Na clínica cirúrgica de pequenos animais é indispensável conhecer o estado fisiológico do paciente, conhecer seus parâmetros normais e avaliar suas condições para o procedimento de anestesia, visto que para isso são classificados em graus de risco, de acordo com a classificação de estado físico ASA (American Society of Anesthesiologists, 2020).

Além de demonstrar sua importância nos exames pré-operatórios e pré-anestésicos, os níveis de lactato podem ser aferidos após a cirurgia, buscando avaliar o processo cicatricial decorrente das manipulações cirúrgicas, visto que o lactato está intimamente relacionado a avaliação da hipóxia tecidual. A produção de lactato em combinação com o O₂ é extremamente importante no processo de cicatrização, juntamente aos fatores de crescimento, estimula a proliferação dos fibroblastos e a angiogênese, promovendo uma melhor cicatrização (RAMALHO, 2015).

Pensando nos pontos supracitados, este trabalho tem como objetivo compilar informações que demonstrem a importância da avaliação do lactato sérico em cães e gatos antes, durante e após a realização de procedimentos cirúrgicos, complementando de maneira significativa os exames físicos e avaliações da criticidade do estado do paciente.

METODOLOGIA

Este capítulo foi elaborado a partir de uma breve revisão bibliográfica sobre a utilização dos níveis de lactato sérico diante de procedimentos clínico cirúrgicos de cães e gatos, a fim de avaliar os princípios pelos quais foi aplicada essa análise e qual a importância desta na realização do procedimento cirúrgico ou no tratamento pós-operatório. Foram utilizadas as plataformas Google Acadêmico, Periódico CAPES, PubVet, Scielo e Science Direct, com buscas pelo tema lactato sérico na veterinária, lactato sanguíneo em procedimentos cirúrgicos de cão e gato, importância do lactato sérico, aferição de lactato pós-cirúrgico e procedimentos cirúrgicos com aferição de lactato no sangue. O refinamento das fontes foi feito a partir da leitura dos resumos, tendo como critério de exclusão as espécies avaliadas, priorizando apenas estudos em cães e gatos, além de selecionar aqueles que melhor atendessem aos objetivos desta revisão.

DESENVOLVIMENTO

Origem do Lactato

O lactato foi identificado em 1780 por Carl Wilhelm Scheele, um químico sueco, por meio do isolamento de um resíduo acastanhado obtido no soro de leite coalhado, motivo pelo qual recebeu essa denominação (BOTTEON, 2012). Em 1858, Carl Folwarczny demonstrou a presença de lactato no sangue de pacientes vivos, e em 1891, Araki e Zillessen, notaram que quando o fluxo de oxigênio era interrompido nos músculos de mamíferos e aves, ocorria a formação e o aumento de ácido láctico (BAKKER et al., 2013).

É importante ressaltar que lactato e ácido láctico não são sinônimos, visto que o ácido láctico é um ácido forte, que em pH fisiológico é ionizado em lactato e íon hidrogênio, sendo então, chamada hiperlactatemia a concentração elevada de lactato sanguíneo, que pode ou não ser associado a acidemia (pH sanguíneo <7,35) a depender das reservas de tampão e dos desequilíbrios

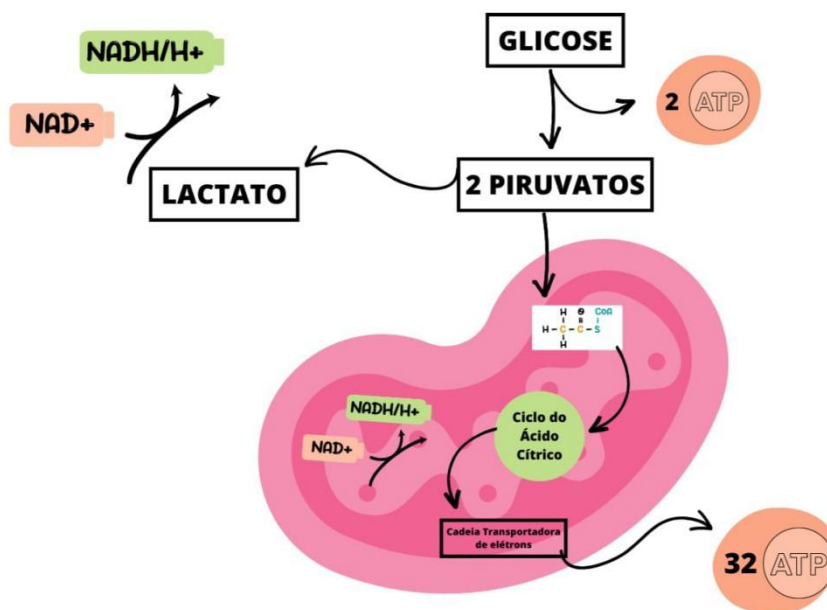
de ácido-base, já que o agente causador da acidemia ($\text{lactato} > 5 \text{ mmol/L}$) é o íon hidrogênio (HUGHES, 2010).

Metabolismo do Lactato

A glicose é uma das maiores fontes de energia para organismos vivos, sendo descritos quatro possíveis vias para o metabolismo desse açúcar, sendo elas segundo Nelson e Cox (2013): síntese de glicogênio destinado ao espaço extracelular; armazenamento nas células sob a forma de glicogênio; oxidação a piruvato através da via da glicólise, gerando adenosina-trifosfato (ATP) e intermediários metabólicos; oxidação pela via das pentoses.

Na Figura 1 pode-se observar que a glicólise é a primeira fase no metabolismo da glicose, que ocorre no citoplasma das células e não necessita de O_2 , gerando para cada molécula de glicose, duas moléculas de piruvato, ocorrendo também a redução da nicotinamida adenina dinucleotídeo (NAD^+) a NADH , bem como a produção de 2 ATP (ALLEN e HOLM, 2008). O destino do piruvato pode variar em organismos, ou mesmo em tecidos diferentes. Na presença de oxigênio, o piruvato é transportado para o interior da mitocôndria, passando por descarboxilação oxidativa pelo complexo piruvato desidrogenase, formando acetil coenzima-A (acetil-CoA), que posteriormente é enviado para o ciclo do ácido cítrico ou ciclo de Krebs. Seguidamente, ocorrem reações de descarboxilação e de oxidação originando CO_2 , ATP e moléculas energéticas carregadoras de elétrons, as quais vão entrar na cadeia de transportadora de elétrons para originar ATP e água (H_2O), contabilizando no total a partir da glicólise aeróbica 32 ATP. Em outra via, em condições de anaerobiose, o piruvato é reduzido a lactato através da via da fermentação do ácido láctico, numa reação que oxida o NADH a NAD^+ , com a ação da enzima lactato desidrogenase (LDH); ou na fermentação alcoólica (RAMALHO, 2015).

Figura 1. Esquematização da Glicólise e produção de lactato no organismo.



Fonte: Adaptado de RAMALHO, 2015.

Os valores mais aceitos na Medicina Veterinária para os níveis séricos de lactato obtidos em indivíduos saudáveis variam de 0,3 a 2,5 mmol/L em cães e de 0,5 a 2,0 mmol/L em gatos, embora haja pouca variação com relação a esses valores descrito por outros autores na literatura. No Quadro 1 estão contidos os valores e as referências originais mais citadas em trabalhos sobre o assunto em questão.

Quadro 1. Níveis fisiológicos de lactato sérico em cães e gatos.

Espécie	Níveis normais de lactato sérico	Referência
Canina	0,3 a 2,5 mmol/L	GILLESPIE et al., 2017
	0,3 a 3,2 mmol/L	RABELO, 2008
	0,3 a 2,5 mmol/L	HUGHES et al., 1999
Felina	0,5 a 2,0 mmol/L	PACKER et al., 2008

Fonte: Elaborado pelo autor.

Quando o paciente se encontra em condições de hipóxia tecidual, o piruvato como produto da glicólise não é utilizado no ciclo do ácido cítrico e transforma-se em lactato citosólico que acaba caindo na circulação. Segundo Rabelo (2008), o lactato é produzido cerca de 1 mmol/kg/hora em especial no músculo esquelético, cérebro, intestino e eritrócitos, podendo ser extraído pelo fígado e convertido em glicose ou ser utilizado como substrato primário para fonte de energia, sendo que o estado de hiperlactatemia depende da relação entre produção e metabolismo o que ocorre principalmente nos rins e no fígado (RODRIGUES e LESEUX, 2016).

Hiperlactatemia e Ciclo de Cori

Quando ocorre o aumento na produção ou decréscimo na utilização do lactato, observa-se um fenômeno denominado hiperlactatemia, que pode acontecer de forma temporária nos casos de atividade física ou persistentes nas afecções graves (FRANCO et al., 2016). A hiperlactatemia e a acidose láctica ocorrem com frequência em Medicina Veterinária, em animais com estados críticos que apresentam alterações clínicas únicas ou múltiplas, como choque, septicemia, neoplasias, envenenamento, insuficiência hepática, etc. Além de estar correlacionada a situações de hipoperfusão e consequente hipoxigenação, conduzem a um aumento do metabolismo anaeróbico e como resultado aumento nos níveis de lactato no sangue. Em casos de neoplasias malignas, o metabolismo celular caracteriza-se pela alta taxa de glicólise obtida por via anaeróbica com o acúmulo do lactato sérico (MENEZES et al., 2021).

Conhecendo os padrões fisiológicos, estipula-se que concentrações de lactato entre 2,5 e 4,9 mmol/L são elevações ligeiras; entre 5 e 7 mmol/L moderadas e estão normalmente associadas a condições de acidose; enquanto concentrações acima de 7 mmol/L são classificadas como graves (RAMALHO, 2015). No Quadro 2 é tabelado os valores limites e as classificações que esses podem receber de acordo com Ramalho (2015):

Quadro 2. Interpretação dos níveis de lactato no sangue.

[] Lactato Sérico	Significado
< 2,5 mmol/L	Saudável
2,5 – 4,9 mmol/L	Hiperlactatemia leve
5 – 7 mmol/L	Hiperlactatemia moderada + acidose
> 7 mmol/L	Hiperlactatemia grave

Fonte: Elaborado pelo autor.

Em organismos saudáveis o excesso de lactato produzido pela glicólise no músculo esquelético e nos eritrócitos, é transportado até o fígado onde ocorre novamente a formação de glicose, processo esse conhecido como ciclo de Cori ou ciclo do ácido láctico. Já em organismos com alterações fisiológicas, esse mecanismo de feedback não acontece com a eficiência necessária deixando o lactato em níveis elevados no sangue (MURRAY et al., 2014).

Acidose Láctica

A acidose láctica ocorre em resultado a uma hipoperfusão e hipóxia tecidual, frequentes em situações de choque, anemia grave, estresse respiratório, estados hipermetabólicos, pela administração de fármacos, presença de toxinas, defeitos mitocondriais e estados de septicemia. Quando a via aeróbia passa por um comprometimento, potencializando a via anaeróbia, a produção de lactato é aumentada podendo originar acidose metabólica (LUFT, 2001).

A acidose láctica pode ser classificada segundo a sua causa, em duas categorias: tipo A diretamente relacionada a hipoperfusão e consequente redução na entrega de O₂ aos tecidos, mas com normal funcionamento mitocondrial; e tipo B que pode ou não estar relacionado com hipoperfusão, sendo a primeira a mais comum no âmbito da Medicina Veterinária (MATHEWS, 2006).

Classificação ASA

O Sistema de classificação de estado físico ASA é utilizado há mais de 60 anos, sendo aplicado tanto para Medicina Humana como para Veterinária, tendo como objetivo avaliar e informar as comorbidades médicas pré-anestésicas de um paciente. Esse sistema de classificação isolado não prevê os riscos perioperatórios, mas quando associado a outros fatores como, tipo de cirurgia, fragilidade, pode ser útil na predição de riscos perioperatórios e auxiliar no sucesso do procedimento cirúrgico (ASA, 2020). No Quadro 3 estão correlacionados o grau ASA com o estado físico do paciente.

Quadro 3. Classificação ASA.

ASA	ESTADO
I	Saudável
II	Doença sistêmica leve
III	Doença sistêmica grave
IV	Doença sistêmica grave que ameaça a vida
V	Não tem expectativa de vida sem a cirurgia
VI	Morte

Fonte: Elaborado pelo autor.

Aplicações na Clínica Cirúrgica

Na Medicina Veterinária, o lactato proporciona resultados de utilidade prognóstica em pacientes em estado crítico como cães com anemia hemolítica imunomediada, síndrome da resposta inflamatória sistêmica (SIRS), dilatação vólculo-gástrico, babesiose, peritonite sépticas e evisceração abdominal, entre outros casos (GADDINI et al., 2018). O nível de lactato foi incluído na APPLE (Avaliação fisiológica e laboratorial aguda do paciente) como a variável mais significativa associada à mortalidade de cães e gatos (HAYES et al., 2011).

A mensuração de lactato deve ser realizada juntamente com o exame físico e quadro clínico, de forma individual para cada paciente, para assim, compreender a fisiologia do lactato e interpretar

de forma correta os resultados obtidos. Concentrações baixas ou normais de lactato estão associadas a uma alta taxa de sobrevivência, entretanto quando a concentração de lactato está alta a prevalência de óbito é esperada (GILLESPI et al., 2017). A hiperlactatemia secundária à hemorragia grave aguda, não está associada à alta mortalidade, desde que, a hemorragia seja controlada e a reposição volêmica seja adequada. Embora não comprovado, estima-se que pacientes que persistem com hiperlactatemia por 24 a 48 horas tenham taxas de sobrevivência baixa (GADDINI et al., 2018).

Existem alguns exemplos práticos da avaliação do lactato e comprovação da sua complementariedade na rotina veterinária, tais como o estudo realizado por Rodrigues e Leseux (2016), onde foi medido os valores de lactato sérico para avaliar a microcirculação durante os protocolos anestésicos em cadelas adultas para ovariohisterectomia, tendo como resultado que a anestesia dissociativa elevava os níveis de lactato para uma hiperlactatemia leve de média 2,7 mmol/L, mantendo-se nos tempos inicial, 15 e 30 minutos após a anestesia, enquanto a modalidade geral inalatória, os níveis de lactato se mantiveram inferiores a 2 mmol/L, reduzindo com o passar do tempo. Os autores concluíram por esse estudo que o lactato foi um bom avaliador da perfusão tecidual, já que seu comportamento variou entre os grupos de animais e seus respectivos protocolos anestésicos.

Belettini e colaboradores (2008), também fez uso das aferições dos níveis de lactato para avaliação da modalidade anestésica dissociativa em cães, embora não tenha sido catalogado para uma modalidade cirúrgica em específico, os autores relataram a significância do lactato na avaliação da hipóxia tecidual.

Backer e Lima (2004) afirmam que o aumento do lactato sanguíneo em pacientes cirúrgicos gravemente enfermos nem sempre estão relacionados a sinais clínicos de insuficiência circulatória, mas sugerem que se realize tratamento destinado ao aumento da oferta de oxigênio, aumentando também o débito cardíaco, normalizando os níveis de lactato sanguíneo nestes pacientes. No entanto, quando há falha em normalizar o aumento dos níveis de lactato no sangue por meio das intervenções citadas há a associação com aumento da morbimortalidade.

Mas Ramalho (2015) aponta em seu trabalho que o lactato sérico também é importante para o processo de cicatrização de feridas, ajudando no processo de recuperação pós cirúrgico, pois em combinação com os fatores de crescimento, estimula a proliferação dos fibroblastos e a angiogênese. O lactato se acumula nas feridas independentemente da concentração de O₂ no local, estimulando o fator de crescimento endotelial vascular e a deposição de colágeno. A sua origem no processo de cicatrização provém dos fibroblastos que aumentam as suas enzimas glicolíticas, produzindo mais lactato em estado de hipóxia; de células em multiplicação que liberam mais lactato e por ser um bioproduto da explosão oxidativa dos leucócitos.

Inovações para a Medicina Veterinária

A aferição dos níveis de lactato na prática, exigia grandes quantidades de amostra biológica, além de, muitas das vezes, ser necessário o envio para laboratórios especializados, o que se tornava inexequível devido ao tempo para se obter resultados, bem como para avaliar o efeito de latência observado nas amostras (ACIERNO et al., 2008). Buscando corrigir esses aspectos e possibilitar tanto um menor uso de amostra biológica como o tempo necessário para as análises, foram desenvolvidos analisadores portáteis que permitem o teste de diagnóstico junto do paciente, além de permitem resultados de qualidade a um custo relativamente baixo (VERWAERDE et al., 2002).

Um sistema indicado por Ramalho (2015) é o i-STAT®, composto pelo analisador portátil e por diversos cartuchos descartáveis. Esse equipamento teve sua eficácia testada em cães, gatos e cavalos, todos clinicamente saudáveis, concluindo-se que o uso deste analisador é indicado nestas espécies (GROSENBAUGH et al., 1998).

CONCLUSÃO

Embora seja um parâmetro que vêm ganhando cada dia mais importância na Medicina Veterinária, a avaliação dos níveis de lactato sérico deve ser associada aos demais exames físicos realizados durante as consultas de triagem e avaliações pré e pós-cirúrgicas, a fim de escolher as melhores técnicas anestésicas, procedimentos seguros de abordagem cirúrgica e necessidades de intervenções no tratamento pós-operatório. Determinar a severidade do caso de um paciente pode evitar que o mesmo entre em estado de choque e hiperlactatemia grave. A área de Clínica Cirúrgica na Veterinária vem evoluindo com base em exemplos da Medicina Humana, aprimorando equipamentos para garantir a viabilidade econômica e a praticidade de uso.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ACIERNO, M. J., JOHNSON, M. E., EDDLEMAN, L. A., MITCHELL, M. A. Measuring statistical agreement between four point of care (POC) lactate meters and a laboratory blood analyzer in cats. *Journal of Feline Medicine and Surgery*, v. 10, n. 2, p. 110–114, 2008.
- ALLEN, S. E., HOLM, J. L. Lactate: physiology and clinical utility. *Journal of Veterinary Emergency and Critical Care*, v. 18, n. 2, p. 123–132, 2008.
- ASA - American Society of Anesthesiologists - Sistema de classificação de estado físico ASA. Traduzido por Sociedade de Anestesiologia do Estado de São Paulo, 2020. Disponível em: <<https://saesp.org.br/wp-content/uploads/Sistema-de-classificacao-de-estado-fisico.pdf>>. Acesso em: 30 de jun. 2023.
- BAKKER, J., LIMA, A. P. Increased blood lactate levels: an important warning signal in surgical practice. *Critical Care*, v. 8, p. 96-98, 2004. DOI 10.1186/cc2841
- BAKKER, J., NIJSTEN, M. W., JANSEN, T. C. Clinical use of lactate monitoring in critically ill patients. *Annals of Intensive Care*, v. 3, n. 12, p. 1–8, 2013.
- BELETTINI, S. T., ALBERTON, L. R., SILVA, R. P. B., STEL, R. F., LOURENÇO, W. S., PACHALY, J. R. Avaliação dos níveis séricos de lactato em cães submetidos a anestesia dissociativa. *Arquivos de Ciências Veterinárias e Zoologia da Unipar, Umuarama*, v. 11, n. 2, p. 87-95, 2008.
- BOTTEON, P. T. L. Lactato na medicina veterinária - atualização conceitual. *Revista Brasileira de Medicina Veterinária*, v. 34, n. 4, p. 283–287, 2012.
- FRANCO, R. P., MASSUFARO, C. R., MARTINELLI, J., GIROTTO, C. H., HIROTA, I. N., ZACHE, E., HATAKA, A. Valores de lactato sérico e sua correlação com parâmetros clínicos de cães saudáveis, mensurados durante atendimento ambulatorial veterinário. *Revista Pesquisa Veterinária Brasileira*, v. 36, n. 6, p. 509-515, 2016. DOI: 10.1590/S0100-736X2016000600008
- GADDINI, L. V., ALENCAR, C. R. K., TAFFAREL, M. O. Uso do lactato para auxílio no prognóstico de pacientes críticos. *Enciclopédia Biosfera, Centro Científico Conhecer - Goiânia*, v. 15, n. 28, p. 916-930, 2018. DOI: 10.18677/EnciBio_2018B75

GILLESPIE, I.; ROSENSTEIN, P. G.; HUGHES, D. Update: Clinical Use of Plasma Lactate. *Veterinary Clinics of North America: Small Animal Practice*, v. 47, n. 2, p. 325–342, 2017. DOI: 10.1016/j.cvsm.2016.10.011

GROSENBAUGH, D. A., GADAWSKI, J. E., & MUIR, W. W. Evaluation of a portable clinical analyzer in a veterinary hospital setting. *Journal of the American Veterinary Medical Association*, v. 213, n. 5, p. 691–694, 1998.

HAYES, G.; MATHEW, K.; DOIG, G.; BOSTON, S.; NYKAMP, S.; POLJAK, Z.; DEWEY, C. The Feline Acute Patient Physiologic and Laboratory Evaluation (Feline APPLE) Score: A Severity of Illness Stratification System for Hospitalized Cats. *Journal of Veterinary Internal Medicine*, v. 25, n. 1, p. 26–38, 2011. DOI: 10.1111/j.1939- 1676.2010.0648.x

HIRANO, E. S., MANTOVANI, M., MORANDIN, R. C., FONTELLES, M. J. P. Modelo experimental de choque hemorrágico. *ACTA Cirúrgica Brasileira*, v. 18, p. 465-470, 2003.

HUGHES, D. Lactate: what does it really tell us?. Apresentado em 16th International Veterinary Emergency & Critical Care Symposium, San Antonio, Texas: IVECCS, p. 363–368, 2010.

HUGHES D., ROZANSKI E. R., SHOFR F. S., LASTER L. L., DROBATZ K. J. Effect of sampling site, repeated sampling, pH, and PCO₂ on plasma lactate concentration in healthy dogs. *American Journal of Veterinary Research*, v. 60, p. 521-524, 1999. PMID: 10211699.

LIBERATO, M. C. T. C., OLIVEIRA, M. S. C. Química: Bioquímica. Ed. 2, Editora da Universidade Estadual do Ceará – EdUECE, 2019.

LUFT, F. C. Lactic acidosis update for critical care clinicians. *Journal of the American Society of Nephrology*, v. 12, p. 15–19, 2001.

MATHEWS, K. A. Lactate. In *Veterinary Emergency Critical Care Manual*. Ontario, Canada: Lifelearn Inc., v. 2, p. 400–403, 2006.

MANTOVANI, M., FONTELLES, M. J., HIRANO, E. S., MORANDIN, R. C., CAPUTO, L. R. G., SCHENKA, A. A. Isquemia e reperfusão hepática total associada ao estado de choque hemorrágico controlado: efeitos no sequestro de neutrófilos no pulmão do rato. *ACTA Cirúrgica Brasileira*, v. 17, p. 46-54, 2002. e-ISSN: 1678-2674.

MENEZES, H. C., FERNANDES, J. L., SCORSATO, M. F., SCORSATO, P. S., FRANCO, R. P. Efusão pericárdica secundária a hemangiossarcoma com análise do nível de lactato sérico em cadela raça american pit bull: relato de um caso. *Revista Unimar Ciências*, 2021. Disponível em: <<http://ojs.unimar.br/index.php/ciencias/article/view/1676/940>>. Acesso em: 30 jun. 2023.

MURRAY, R. K., BENDER, D. A., BOTHAM, K. M., KENNELLY, P. J., RODWELL, V. W., WEIL, P. A. *Bioquímica ilustrada de Harpe*. Ed. 29, Artmed, 2014.

NELSON, D. L., COX, M. M. Glycolysis, gluconeogenesis, and the pentose phosphate pathway. In *Lehninger Principles of Biochemistry*. New York, USA: W. H. Freeman and Company, v. 6, p. 543–

586, 2013.

PACKER R. A., COHN L. A., WOHLSTADTER D. R., SHELTON G. D., NAYLOR J. M., ZELLO G. A., EWASCHUK J. B., WILLIAMS D. A., RUAUX C. G., O'BRIEN D. P. D-lactic acidosis secondary to exocrine pancreatic insufficiency in a cat. *Journal of Veterinary Internal Medicine*, v. 19, n. 1, p. 106-110, 2008. DOI: 10.1892/0891-6640(2005)19<106:dastep>2.0.co;2.

PORTER, A. E., ROZANSKI, E. A., SHARP, C. R., DIXON, K. L., PRICE, L. L., SHAW, S. P. Evaluation of the shock index in dogs presenting as emergencies: Evaluation of shock index in dogs. *Journal of Veterinary Emergency and Critical Care*, p. 538–544, 2013. DOI:10.1111/vec.12076

RABELO R. C. Estudio y valor pronóstico de los parámetros relacionados con supervivencia en clínica de urgencias de pequeños animales: estudio multicentrico. Tese de Doutorado, Departamento de Medicina e Cirurgia Animal, Universidade Complutense de Madrid, España. 256p, 2008.

RAMALHO, A. R. J. Quantificação dos valores de lactato sérico em cadelas e gatas mastectomizadas: O seu valor de prognóstico no fenómeno da cicatrização. Dissertação de mestrado integrado em Medicina Veterinária, Universidade de Lisboa, Lisboa, 117p, 2015.

RODRIGUES, J. M., LESEUX, C. Níveis séricos de lactato em cadelas submetidas à ovariectomia sob anestesia geral inalatória e dissociativa. *Revista Cultivando o Saber, Edição Especial*, p. 147-156, 2016. ISSN 2175-2214.

VERWAERDE, P., MALET, C., LAGENTE, M., DE LA FARGE, F., BRAUN, J. P. The accuracy of the i-STAT portable analyser for measuring blood gases and pH in whole-blood samples from dogs. *Research in Veterinary Science*, v. 73, n.1, p.71–75, 2002.

CORRESPONDÊNCIA:

Ana Júlia Lopes Braga

ORCID:0000-0001-8859-6045.

Lattes: <http://lattes.cnpq.br/0368568747822930>;

Graduanda em Medicina Veterinária, Instituto de Ciências da Saúde, Aluna de Iniciação científica na Área de Ciências Biológicas, Laboratório de Bioquímica (LIPEQ). e-mail: ajlbraga@hotmail.com.

Valéria Dornelles Gindri Sinhorin

ORCID: 0000-0002-5070-0043;

Lattes: <http://lattes.cnpq.br/3818211604255549>;

Formada em Química Industrial e Química Licenciatura (UFSM); Doutorado em Bioquímica Toxicológica (UFSM). Atualmente docente da Universidade Federal de Mato Grosso, Campus Universitário de Sinop e lotada no Instituto de Ciências Naturais, Humanas e Sociais. Docente do Programa de Pósgraduação em Ciências Ambientais (mestrado) e Biotecnologia e Biodiversidade da rede Pró Centro-Oeste (doutorado). Área de pesquisa: Bioquímica; e-mail: valeria.sinhorin@ufmt.br.

PERMEABILIDADE INTESTINAL E DOENÇA CELÍACA

JANECLER FOPPA¹ e VALÉRIA DORNELLES GINDRI SINHORIN¹.

1 Universidade Federal de Mato Grosso

RESUMO

A doença celíaca é uma doença autoimune em que o sistema imunológico reage à ingestão de glúten, uma proteína encontrada no trigo, centeio e cevada. Essa reação causa inflamação no revestimento do intestino delgado, danificando as vilosidades intestinais e reduzindo a capacidade do corpo de absorver nutrientes. Em muitos casos, a falta de diagnóstico, traz consequências, pois, os danos são graves. A desinformação sobre a doença e falta de publicidade sobre os sintomas, profissionais qualificados e atentos aos sintomas, faz com que pessoas tenham dificuldades na mudança de vida e de alimentação para si e seus familiares, novos hábitos e estilos de vida. Assim, este capítulo tem como objetivo, através de uma revisão narrativa, apresentar a importância de ter um diagnóstico sobre a doença, patologia, alimentação livre de glúten para não prejudicar o intestino e destacar a importância da prevenção, ausência de glúten e tratamento de diversas doenças que surgem a partir dela, como neurológica, endócrina, entre outras.

Palavras-chave: Doença celíaca. Glúten. Patologias. Vilosidades intestinais.

INTRODUÇÃO

A doença celíaca é um distúrbio intestinal crônico. O conhecimento à cerca da doença aumentou, mas ainda permanece marcadamente subdiagnosticada. É uma condição patologicamente definida com vários cenários clínicos característicos que devem levar o médico a suspeitar de sua presença (FREEMAN, 2009), bem como, esse distúrbio da mucosa do intestino delgado é dependente de glúten e causa má absorção de nutrientes, muitas vezes com diarreia e perda de peso (FREEMAN, 2010).

É uma doença inflamatória hereditária induzida por alimentos e mais comum em humanos, desencadeada após a ingestão de glúten proveniente do trigo ou proteínas semelhantes encontradas em outros cereais, como cevada (hordeínas) e centeio (secalinas). Histologicamente, é caracterizada por achatamento das vilosidades intestinais proximais e hiperplasia das criptas, resultando em perda de área de superfície reabsortiva. Isso frequentemente causa má absorção de nutrientes, vitaminas e minerais e aumenta o risco de anemia, osteoporose, infertilidade, raros cânceres do intestino delgado e um amplo espectro de doenças autoimunes (WEI et al., 2020).

Os sintomas da doença celíaca variam e podem incluir diarreia, inchaço, dores abdominais, fadiga, perda de peso, anemia, erupções cutâneas e problemas neurológicos. Em alguns casos, pode ser assintomática (RUBIO-TAPIA et al., 2013).

A doença celíaca é identificada após exames de sangue, biópsias do intestino delgado e, testes genéticos, fazendo a combinação dos resultados. O tratamento principal é uma dieta sem glúten, que envolve a eliminação completa do glúten da alimentação. Isso ajuda a reduzir a inflamação intestinal e a permitir a recuperação das vilosidades intestinais danificadas, melhorando a absorção de nutrientes. Podem ser necessários suplementos vitamínicos ou minerais para corrigir deficiências nutricionais.

METODOLOGIA

Este capítulo foi desenvolvido pelo método de revisão narrativa sobre a permeabilidade intestinal e doença celíaca, descrevendo diagnóstico, permeabilidade no intestino delgado prevenção, estabilidade, progressão da doença e tratamento em indivíduos que apresentam tais intolerâncias a ingestão do glúten. Foram utilizadas as plataformas Periódico CAPES, Google Acadêmico, PubMed, Scielo e Science Direct com buscas através dos descritores: doença celíaca, permeabilidade intestinal, consequências da doença celíaca, absorção de nutrientes em celíacos. Após mineração dos dados filtrados, categorizados e aplicada a técnica de inclusão para artigos que trazem relatos de acordo com os descritores e exclusão para artigos que não estavam relacionados com a doença celíaca e permeabilidade intestinal, foram selecionados os trabalhos que atendem ao objetivo proposto deste capítulo.

REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

A doença celíaca

A doença celíaca envolve lesões induzidas pelo glúten no intestino delgado, com perda de área de superfície disponível para absorção de nutrientes. O glúten é encontrado no trigo, cevada, centeio e seus subprodutos, mas não no arroz ou nas batatas (MERESSE et al., 2015). A principal proteína estrutural do trigo é composta por duas frações dependendo de sua solubilidade em álcoois aquosos: as gliadinas (pertence à família das prolaminas) solúveis e monoméricas (classificadas de acordo com suas estruturas primárias nos tipos alfa/beta, gama e ômega) e as gluteninas (pertence à família das glutelinas) pouco solúveis, que são divididas em subunidades de alto peso molecular (HMW) e de baixo peso molecular (LMW) (SHEWRY et al., 2002), sendo ainda consideradas sua capacidade de agregação. Porém, as proteínas do trigo, por sua vez, dividem-se em formadoras de glúten que constituem 80% do total das proteínas e 20% não formadoras de glúten.

As proteínas de reserva do trigo são naturalmente ricas em prolina (20%) e glutamina (38%), dois dos 20 aminoácidos essenciais ao homem. Esta composição explica, em parte, porque o trigo é responsável por mais de 20% das calorias e proteínas necessárias à nutrição humana. O glúten é um conjunto de proteínas insolúveis que misturadas à água formam uma rede proteica ligada a grânulos de amido, que durante a panificação retém o CO₂ produzido no processo fermentativo (TORRES et al., 2009).

Descrito por Wieser (2007), o grão de trigo contém 8%–15% de proteína, da qual 10%–15% é albumina/globulina e 85%–90% é glúten. As redes de proteínas do glúten variam devido a diferentes componentes e tamanhos, e à variabilidade causada pelo genótipo, condições de crescimento e processos tecnológicos. As estruturas e interações desta matriz contribuem para as propriedades únicas do glúten. O glúten é estável ao calor e tem a capacidade de atuar como um agente de ligação e extensão e é comumente usado como aditivo em alimentos processados para melhorar a textura, retenção de umidade e sabor. A gliadina contém sequências peptídicas que são altamente resistentes à digestão proteolítica gástrica, pancreática e intestinal no trato gastrointestinal. A ingestão média diária de glúten em uma dieta ocidental varia de 5 a 20 g/dia e tem sido implicada em vários distúrbios gastrointestinais (BIESIEKIERSKI, 2017).

Em um estudo de revisão sistemática e meta-análise (SINGH et al., 2021) estimou-se a prevalência global da doença celíaca em mais de 100 milhões de pessoas em todo o mundo, com um maior enfoque na Europa e na América do Norte.

Segundo os autores Sdepanian; Moraes; Fagundes-Neto (1999 e 2001), a doença celíaca pode ser classificada baseada em critérios clínicos, histológicos e sorológicos. Abaixo está apresentada a classificação da doença celíaca com base nas diretrizes clínicas:

- Doença celíaca clássica: caracterizada por sintomas gastrointestinais, como diarreia crônica, distensão abdominal, perda de peso e desnutrição. O paciente também pode apresentar diminuição do tecido celular subcutâneo, atrofia da musculatura glútea, falta de apetite, alteração de humor (irritabilidade ou apatia), vômitos e anemia. Esta forma clínica pode ter evolução grave, conhecida como crise celíaca, que ocorre quando há retardo no diagnóstico e tratamento adequado, particularmente entre o primeiro e o segundo anos de vida, e frequentemente desencadeada por infecção. Esta complicação potencialmente fatal se caracteriza pela presença de diarreia com desidratação hipotônica grave, distensão abdominal por hipopotassemia e desnutrição grave, além de outras manifestações como hemorragia e tetania (SDEPANIAN; MORAIS; FAGUNDES-NETO, 1999 e 2001).

- Doença celíaca não clássica: pode apresentar sintomas extra-intestinais, como anemia, osteoporose, dermatite herpetiforme, neuropatia periférica, entre outros, sem os sintomas gastrointestinais típicos. Caracteriza-se por quadro mono ou oligossintomático, em que as manifestações digestivas estão ausentes ou, quando presentes, ocupam um segundo plano. Os pacientes deste grupo podem apresentar manifestações isoladas, como, por exemplo, baixa estatura, anemia por deficiência de ferro refratária à reposição de ferro por via oral, anemia por deficiência de folato e vitamina B12, osteoporose, hipoplasia do esmalte dentário, artralrias ou artrites, constipação intestinal refratária ao tratamento, atraso puberal, irregularidade do ciclo menstrual, esterilidade, abortos de repetição, ataxia, epilepsia (isolada ou associada à calcificação cerebral), neuropatia periférica, miopatia, manifestações psiquiátricas - depressão, autismo, esquizofrenia -, úlcera aftosa recorrente, elevação das enzimas hepáticas sem causa aparente, fraqueza, perda de peso sem causa aparente, edema de aparição abrupta após infecção ou cirurgia e dispepsia não ulcerosa (SDEPANIAN; MORAIS; FAGUNDES-NETO, 1999 e 2001).

- Doença celíaca silenciosa: caracterizada por alterações sorológicas e histológicas da mucosa do intestino delgado compatíveis com DC, na ausência de manifestações clínicas. Esta situação pode ser comprovada especialmente entre grupos de risco para a DC como, por exemplo, parentes de primeiro grau de pacientes com DC, e vem sendo reconhecida com maior frequência nas últimas duas décadas, após o desenvolvimento dos marcadores sorológicos para esta doença (SDEPANIAN; MORAIS; FAGUNDES-NETO, 1999 e 2001).

Na classificação histológica (MARSH, 1992), lesão clássica da doença celíaca consiste em mucosa plana ou quase plana, com criptas alongadas e aumento de mitoses, epitélio superficial cuboide, com vacuolizações, borda estriada borrada, aumento do número de linfócitos intraepiteliais e lâmina própria com denso infiltrado de linfócitos e plasmócitos (OBERHUBER; GRANDITSCH; VOGELSANG, 1999; HAYAT; CAIRNS; DIXON; O'MAHONY, 2002). Marsh, em 1992, classificou como:

- Lesão Marsh-Oberhuber 0: ausência de alterações histológicas.
- Lesão Marsh-Oberhuber 1: infiltrado de linfócitos intraepiteliais aumentado.
- Lesão Marsh-Oberhuber 2: hiperplasia das criptas.
- Lesão Marsh-Oberhuber 3a: atrofia das vilosidades com presença de vilosidades preservadas.
- Lesão Marsh-Oberhuber 3b: atrofia das vilosidades com vilosidades parcialmente preservadas.

- Lesão Marsh-Oberhuber 3c: atrofia total das vilosidades (OBERHUBER; GRANDITSCH; VOGELSANG, 1999; HAYAT; CAIRNS; DIXON; O'MAHONY, 2002).

Já os marcadores sorológicos são muito úteis para identificar os indivíduos que deverão submeter-se à biópsia de intestino delgado, especialmente aqueles com ausência de sintomas gastrointestinais, doenças associadas à DC e parentes de primeiro grau assintomáticos. Os marcadores sorológicos também são úteis para acompanhamento do paciente celíaco, para detectar transgressão à dieta. São três os principais testes sorológicos para a detecção da intolerância ao glúten: anticorpo anti gliadina (AGA), anticorpo anti endomísio (EMA) e anticorpo antitransglutaminase (tTG) (BRASIL, MINISTÉRIO DA SAÚDE, 2009).

É importante destacar que o diagnóstico definitivo da doença celíaca requer uma combinação de critérios clínicos, histológicos e sorológicos. É recomendado que o diagnóstico seja realizado por profissionais de saúde especializados em doenças gastrointestinais.

A ingestão de glúten em indivíduos geneticamente predispostos portadores dos alelos HLA tipo II DQ2/DQ8 pode desencadear uma reação imune mediada por células T contra a transglutaminase tecidual (tTG), uma enzima da matriz extracelular, levando a danos na mucosa e, eventualmente, à atrofia das vilosidades intestinais (MARSCH, 1992; SOLLID et al., 1989).

Relatos científicos dados por (ELLI et al., 2003; SCHUPPAN et al., 2009), supõe que as gliadinas sejam as frações ativas do glúten; na verdade, elas contêm os peptídeos imunogênicos (especialmente o 33mer) e são capazes de exercer um efeito citotóxico direto na célula.

A cascata inflamatória autoimune está localizada no intestino delgado, onde leva à clássica enteropatia e síndrome de má absorção. Entre as doenças relacionadas ao glúten, a doença celíaca é a mais conhecida até o momento, onde se destacam a predisposição genética dos pacientes, a associação com outras doenças autoimunes e as complicações da DC (ELLI et al., 2015).

Permeabilidade intestinal

Na doença celíaca (DC), uma enteropatia sensível ao glúten, uma reação autoimune mediada por células T é desencadeada por peptídeos derivados desta substância (RUBIO-TAPIA e MURRAY, 2010). No entanto, várias causas de inflamação duodenal além da doença celíaca foram descritas e requerem consideração diagnóstica. Outras causas de inflamação duodenal além da doença celíaca podem demonstrar as características histológicas desta doença, incluindo distorção da arquitetura das vilosidades, infiltração proeminente da lâmina própria por células inflamatórias e aumento do número de linfócitos intraepiteliais (IELs) (OWEN; OWEN, 2018).

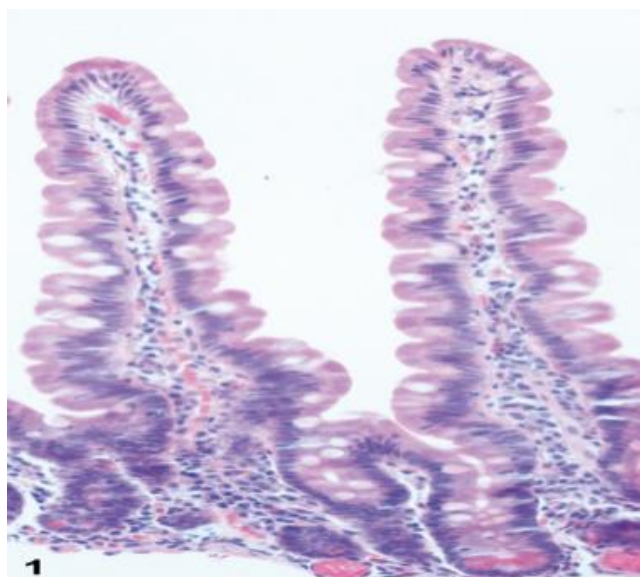
No intestino delgado, a lesão ocorre após uma reação imunológica inadequada mediada por células e anticorpos à gliadina, um peptídeo gerado a partir da digestão do glúten da dieta por enzimas da borda em escova duodenal. A exposição dos enterócitos duodenais à gliadina estimula o dano mediado por linfócitos T intraepiteliais citotóxicos do epitélio duodenal (MERESSE et al., 2015). Uma vez absorvida, a gliadina é desamidada pela tTG, uma enzima presente na lâmina própria do duodeno. A ligação do glúten desamidado ao antígeno leucocitário humano (HLA) nas células apresentadoras de antígeno na lâmina própria do duodeno desencadeia a ativação de linfócito CD4 específico da gliadina+ gerando uma resposta imune mediada por linfócitos T (FARREL; KELLY, 2002).

Na doença celíaca não tratada, o número de linfócitos e células plasmáticas aumenta. A imunodeficiência variável comum imita muitas das características histológicas da doença celíaca, incluindo atrofia das vilosidades, hiperplasia linfoide na lâmina própria e aumento do número de IELs (MALAMUT et al., 2010).

A ausência (ou raridade) de plasmócitos na lâmina própria de indivíduos com imunodeficiência variável comum é uma pista importante no diagnóstico diferencial. Para evitar o diagnóstico incorreto de imunodeficiência variável comum, a presença de células plasmáticas na lâmina própria de uma biópsia duodenal deve sempre ser estabelecida antes de fazer o diagnóstico de doença celíaca (OWEN; OWEN, 2018).

A interpretação das biópsias duodenais deve permitir diferenças entre a primeira e a segunda partes do duodeno e a presença de agregados linfoides. Ambas as partes do duodeno têm uma proporção de comprimento viloso para profundidade de cripta que é de aproximadamente 3:1 a 5:1 conforme demonstrado na Figura 1 abaixo:

Figura 1. Mucosa duodenal normal (hematoxilina-eosina, ampliação original de 40 ×).



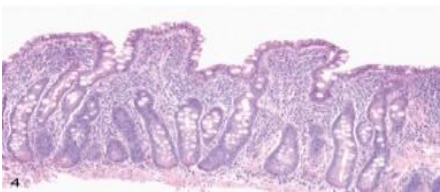
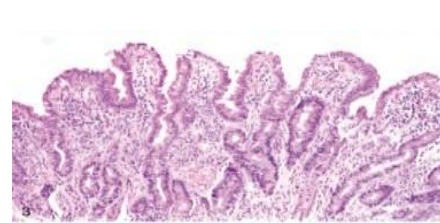
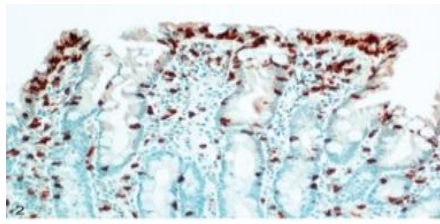
Fonte: Owen e Owen (2018), Arch Pathol Lab Med. 2018, disponível em doi:10.5858/arpa.2016-0608-RA.

Pacientes com suspeita de imunodeficiência variável comum também devem ser investigados para outras imitações de doença celíaca, incluindo giardíase e supercrescimento bacteriano no intestino delgado (OWEN; OWEN, 2018).

Neste contexto, os mesmos autores relataram que neutrófilos e eosinófilos podem ser identificados, além de células inflamatórias crônicas na lâmina própria do duodeno de um indivíduo com doença celíaca. Inflamação neutrofílica mais pronunciada, incluindo criptite e abscessos de cripta, também pode estar presente. Um estudo de (MORAN et al., 2012) mostrou neutrofilia duodenal proeminente em 56% dos pacientes pediátricos e 28% dos pacientes adultos com doença celíaca (OWEN; OWEN, 2018).

As três principais características das biópsias duodenais em pacientes com doença celíaca não tratada são linfocitose intraepitelial (IELs), aumento do número de células inflamatórias na lâmina própria e atrofia das vilosidades (Figura 2). A contagem formal de IELs raramente é necessária porque a linfocitose intraepitelial geralmente é óbvia. Na doença celíaca, há tipicamente mais de 25 a 30 IELs por 100 células epiteliais. Nos casos em que é necessária uma contagem formal de linfócitos intraepiteliais, recomenda-se contar o número de IELs por 100 células epiteliais em 5 pontas vilosas (WALKER; MURRAY, 2011).

Figura 2 .Vilosidade intestinal com doença celíaca.



Doença celíaca com linfocitose epitelial. Existem bem mais de 25 linfócitos por 100 células epiteliais. Os linfócitos são quase exclusivamente células T (coloração imuno-histoquímica para CD3, aumento original de 200 vezes).

Doença celíaca Marsh Oberhuber tipo 3a (atrofia parcial das vilosidades). O atrofiamento das vilosidades está presente, resultando em uma proporção entre a altura das vilosidades e a profundidade da cripta de aproximadamente 1:1 (hematoxilina-eosina, aumento original de 40 vezes).

Doença celíaca Marsh Oberhuber tipo 3b (atrofia vilosa subtotal). As vilosidades ainda estão presentes, mas são largas e atarracadas (hematoxilina-eosina, aumento original de 40 vezes).

Fonte: Owen e Owen (2018), Arch Pathol Lab Med. 2018, disponível em doi:10.5858/arpa.2016-0608-RA.

Portanto, o acompanhamento de pacientes com doença celíaca é necessário, pois a sorologia normal não prevê a recuperação da mucosa intestinal. A falha na cicatrização prediz o risco de progressão para doença celíaca refratária e malignidades. A doença celíaca refratária ocorre em 1-2% dos pacientes e esse diagnóstico requer uma abordagem clínica e histopatológica combinada com imunocitoquímica (WALKER; MURRAY, 2011).

Diagnóstico

O diagnóstico da doença celíaca pode ser feito através de uma combinação de testes clínicos, sorológicos, histológicos e genéticos (HUSBY et al., 2019).

É possível verificar que diferentes mecanismos estão envolvidos na patogênese dos distúrbios relacionados ao glúten. Em um estudo randomizado e controlado pelos autores (BIAGI et al., 2020), que avaliaram a eficácia de uma dose baixa de glúten na detecção de doença celíaca em pacientes em risco. Os resultados indicaram que o teste foi capaz de detectar a doença em alguns pacientes, mas também produziu resultados falsos-positivos.

Os autores (LEONARD et al., 2021) analisaram os fatores associados aos sintomas da doença celíaca em adultos com base nos dados da Pesquisa Nacional de Exame de Saúde e Nutrição dos Estados Unidos. Os resultados indicaram que a idade, o sexo e a etnia foram fatores importantes na apresentação dos sintomas da doença. Novas práticas clínicas para o diagnóstico e monitoramento da doença celíaca, enfatizam a importância da combinação de testes sorológicos e histológicos para um diagnóstico preciso (HUSBY et al., 2019). Segundo (VANGA, KELLY, HANSEN, 2021) é

necessária a abordagem clínica para o diagnóstico e manejo da doença celíaca, incluindo a importância de uma dieta sem glúten e o acompanhamento regular com um gastroenterologista. Esses estudos apresentam informações sobre os diferentes aspectos do diagnóstico da doença celíaca, incluindo a utilidade de testes sorológicos, os desafios no diagnóstico de adultos e crianças, bem como recomendações baseadas em evidências para a prática clínica.

A suspeita clínica de DC conforme RUBIO-TAPIA et al. (2013) e HUSBY et al. (2012), deve ser levantada em crianças com sintomas gastrointestinais crônicos inexplicáveis, bem como manifestações extraintestinais como retardo de crescimento, anemia ferropriva, perda de peso, fadiga crônica, puberdade atrasada, amenorreia, fraturas ósseas recorrentes ou alterações nos testes de função hepática. Já em crianças e adolescentes com síndrome de Down, síndrome de Turner, síndrome de Williams, deficiência de IgA, tireoidite autoimune, diabetes tipo 1 ou distúrbios autoimunes do fígado, parentes de primeiro grau de pacientes celíacos também devem fazer exames de sangue para o diagnóstico de DC (RUBIO-TAPIA et al., 2013; HUSBY et al., 2012).

No passado, a maioria dos pacientes diagnosticados com DC eram crianças com manifestações orgânicas graves, mas nos anos mais recentes houve um aumento no diagnóstico de adultos e pacientes pouco sintomáticos (LUDVIGSSON et al., 2013).

Propuseram Catassi; Fasano (2010), 4 de 5 critérios que são necessários para o diagnóstico de doença celíaca (a “regra 4 de 5”). De acordo com a regra, a doença celíaca pode ser diagnosticada em um indivíduo com 4 das seguintes características: sintomas típicos da doença, anticorpos IgA anti-tTG séricos em alto título, genótipo HLA DQ-2 ou DQ-8, biópsia positiva de uma amostra do duodeno e resposta clínica a uma dieta isenta de glúten. Assim, se a regra for aplicada, a evidência histológica de doença celíaca em biópsias duodenais não precisa necessariamente ser obtida para o diagnóstico de doença celíaca citado por (OWEN; OWEN, 2018).

A DC pode estar associada a outras doenças, como doenças autoimunes em 25% dos pacientes com DC (diabetes tipo I em 3% dos casos, tireoidite autoimune em 10%, hepatite autoimune em menos de 1% dos casos etc.), sendo menos frequentemente infertilidade e dermatite herpetiforme (ELLI et al., 2015).

Tratamento

Como a doença celíaca é uma doença autoimune que afeta o sistema digestivo, causando danos ao revestimento intestinal quando alimentos que contêm glúten são ingeridos, estudos sobre o tratamento da doença celíaca, incluem: dieta com total exclusão de glúten, uma vez que é a única opção de tratamento conhecida para a doença celíaca. Para isso, envolve a eliminação de alimentos que contenham trigo, centeio e cevada, além de muitos alimentos processados que podem conter glúten. Quando a alimentação é isenta dessa proteína logo no início dos sintomas ou após o diagnóstico confirmatório, a mucosa intestinal volta à sua atividade normal, diminuindo ou extinguindo as manifestações clínicas (BRASIL, MINISTÉRIO DA SAÚDE, 2023).

Há também indivíduos que, mesmo tendo uma dieta livre de glúten, continuam apresentando sintomas típicos da patologia. Nestes casos, podemos observar uma refratariedade da doença e, se não tratada, o paciente pode desenvolver condições malignas e não malignas da doença. As condições não malignas incluem esterilidade,

doenças neurológicas e osteoporose. Em um estudo, a osteoporose foi encontrada em 47% dos pacientes que foram diagnosticados tardiamente. Já em crianças com DC, sendo 17 diagnosticadas precocemente e que fizeram o tratamento com isenção de glúten, apresentaram densidade óssea normal (SHELDON, 1969).

Dentre as condições malignas mais conhecidas estão os carcinomas gastrointestinais e o linfoma. Holmes (2002) descreveu em seu estudo que em uma população de 673 indivíduos diagnosticados com doença celíaca, dez desenvolveram linfoma e 24 indivíduos desenvolveram carcinomas gastrointestinais. Diante disso e para um melhor prognóstico da DC, o paciente deve fazer uma dieta isenta de glúten por toda a vida e acompanhamento multidisciplinar, incluindo nutricionista e psicólogo (BRASIL, MINISTÉRIO DA SAÚDE, 2023).

Na terapia de reposição enzimática, o potencial sinergismo entre enzimas degradadoras de glúten que diferem em suas especificidades de clivagem levanta a possibilidade de que uma combinação eliminaria mais efetivamente a antigenicidade das frações de glúten ingeridas *in vivo* antes que esses peptídeos pudessem atingir o lúmen duodenal (WEI et al., 2020).

Os autores Dewala et al. (2023) mostraram que essas enzimas podem hidrolisar peptídeos de gliadina imunotóxicos reconhecidos em western blot usando um anticorpo anti-gliadina. Adicionalmente, foi proposto um modelo de docking para o peptídeo gliadina PQQQLPYQPQLP representativo no sítio ativo das enzimas, onde os resíduos do peptídeo N-terminal interagem extensivamente com o domínio catalítico das enzimas. Essas bactérias e suas enzimas glutenases associadas neutralizam eficientemente os epítomos imunogênicos da gliadina, abrindo possibilidades para sua aplicação como suplemento dietético no tratamento de pacientes celíacos.

De acordo com Leon et al. (2019) o uso de peptídeos imunogênicos de glúten como padrão para avaliar o conteúdo de prolaminas é potencialmente prejudicial em alimentos e amostras humanas. Destacam a importância desses peptídeos na compreensão da reatividade imunológica ao glúten na doença celíaca e no desenvolvimento de terapias com glúten. É importante mencionar que o tratamento com glúten para a doença celíaca tem sido objeto de debate e pesquisa contínua, com diferentes abordagens terapêuticas sendo investigadas, como a imunoterapia com glúten e a modificação enzimática do glúten.

Relatam os autores Wei et al. (2020), que pacientes com doença celíaca têm a doença ativa apesar da adesão à dieta, devido a uma alta sensibilidade a vestígios de glúten. Desta forma, tratamentos farmacológicos seguros que complementam a dieta isenta de glúten são urgentemente necessários. A terapia enzimática oral, empregando enzimas que degradam o glúten, é uma abordagem terapêutica promissora. Um pré-requisito é que tais enzimas sejam ativas sob condições gastroduodenais, que rapidamente neutralizem os peptídeos de glúten ativadores de células T e sejam seguras para consumo humano.

Várias enzimas, incluindo prolil endopeptidases, proteases de cisteína e subtilisinas, podem clivar os peptídeos de glúten resistentes à digestão humana *in vitro* e *in vivo*. Os peptídeos de glúten que resistem à digestão gastrointestinal são apresentados antigenicamente às células T específicas do glúten na mucosa intestinal via HLA-DQ2 ou HLA-DQ8, a predisposição genética necessária para doença celíaca. Até o momento, não há tratamento eficaz ou aprovado para DC além de uma adesão estrita a uma dieta

sem glúten, que é difícil de manter em ambientes profissionais ou sociais (WEI et al., 2020).

Importante ressaltar que há estudo que cita discrepâncias nas recomendações atuais para o diagnóstico de DC entre diretrizes de prática clínica e que são preocupantes. A crescente lacuna entre os desenvolvedores de diretrizes e os usuários foi apresentada como uma “crise da medicina baseada em evidências” (GREENHALGH; HOWICK; MASKREY, 2014), que pode diminuir a qualidade do atendimento em DC e prejudicar os resultados bem-sucedidos dos pacientes. Dado que esta crise foi observada para o diagnóstico de DC com base nas diretrizes atuais, e fornece algumas orientações sobre melhorias de processos necessárias para novas diretrizes de DC daqui para frente (GAGLIARDI; BROUWERS, 2015, GREENHALGH; HOWICK; MASKREY, 2014). Avaliação das diretrizes de prática clínica atuais destaca a necessidade de desenvolver diretrizes baseadas em evidências para o diagnóstico de DC que considerem cuidadosamente as preferências ou pontos de vista do paciente e utilizem uma ferramenta resumida para facilitar a implementação clínica (GRAHAM et al., 2023).

O tratamento de pacientes com doença celíaca deve ser feito em idade precoce, pois indivíduos mais jovens tendem a apresentar reversão mais significativa dos sintomas gastrointestinais e cicatrização de danos à mucosa intestinal (ALJADA; ZOHNI; EL-MATARY, 2021).

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Diante do que foi exposto neste capítulo, é possível observar a importância da identificação correta da doença celíaca, pois causa danos graves no trato digestivo, mais especificamente no intestino delgado, danificando as vilosidades intestinais, seguido de demais danos na absorção de minerais necessários ao equilíbrio e bom funcionamento físico e consequências em todo o corpo.

A conscientização da gravidade da doença e a conscientização do paciente, familiares e círculo social dos pacientes diagnosticados, seguido de acompanhamento clínico biopsicológico, sugere melhor resultado no tratamento, qualidade de vida dos pacientes.

Importante ressaltar que nas bibliografias citadas ao longo da revisão, a doença celíaca deve ser diagnosticada através das características com sintomas típicos da doença, anticorpos em alto título, genótipo HLA DQ-2 ou DQ-8, biópsia positiva do duodeno e resposta clínica, inserindo suplementação de nutrientes e exclusão de glúten na dieta o que resultará na saúde corporal como um todo.

Entretanto, para um resultado mais eficaz sobre a doença, diagnóstico e tratamento, novos estudos são necessários para identificar enzimas que degradam as proteínas do glúten e a inflamação gerada no intestino delgado e, suas gravidades num efeito cascata, trazendo graves problemas, até mesmo letais.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALJADA, B.; ZOHNI, A.; EL-MATARY, W. The Gluten-Free Diet for Celiac Disease and Beyond. *Nutrients*, v.13, n.11, p.3993. 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.3390/nu13113993>. Acesso em 21 mai. 2023.

BIESIEKIERSKI, J. R. What is Gluten? *Journal of Gastroenterology and Hepatology* Volume 32: Food Intolerances in Gastroenterology: FODMAPs, Gluten and Beyond. Report from Gastrodiet 2015, Mar 2017, p.1-93. Disponível em: <https://doi.org/10.1111/jgh.13703>.

BRASIL, MINISTÉRIO DA SAÚDE. Protocolo clínico e diretrizes terapêuticas da doença celíaca. Secretaria de Atenção à Saúde. Portaria MS/SAS nº 307, de 17 de setembro de 2009. Diário Oficial da União; Poder Executivo, Brasília, DF, 18 set. 2009. Seção I, p. 79-81.

BRASIL, MINISTÉRIO DE SAÚDE. Relatório de Recomendação, Procedimento nº815. Teste de genotipagem HLA-DQ2 e DQ8 para o diagnóstico de doença celíaca em pacientes com fatores de risco. Secretaria de Ciência, Tecnologia, Inovação e Complexo da Saúde - SECTICS Departamento de Gestão e Incorporação de Tecnologias em Saúde - DGITS Coordenação-Geral de Avaliação de Tecnologias em Saúde – CGATS. 2023.

BIAGI, F.; GOBBI, P.; MARCHESE, A. et al... Low-dose gluten challenge in celiac disease: A randomized, double-blind, placebo-controlled study. *The American Journal of Gastroenterology*, v.115, n.12, p. 2026-2032. 2020.

CATASSI, C; FASANO, A. Diagnóstico da doença celíaca: regras simples são melhores que algoritmos complicados. *American Journal of Medicine*; v.123, n.8, p.691–693. 2010.

DAS, P., MAKHARIA, G., DATTA GUPTA, S. Patologia da Síndrome de Má Absorção. Em: Das, P., Majumdar, K., Datta Gupta, S. (eds) *Patologia Cirúrgica do Sistema Gastrointestinal*. Springer, Singapura. 2022. Disponível em: https://doi.org/10.1007/978-981-16-6395-6_9. Acesso em 11 jun. 2023.

DEWALA, S.; BODKHE, R.; NIMONKAR, Y.; PRAKASH, O. M.; AHUJA, V.; MAKHARIA, G. K.; SHOUCHE, Y. S. Human small-intestinal gluten-degrading bacteria and its potential implication in celiac disease. *Journal of Biosciences*, v. 48, n.18. 2023. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/37309172/>.

ELLI, L.; DOLFINI, E.; BARDELLA, M.T. Gliadin cytotoxicity and in vitro cell cultures
Citotoxicidade da gliadina e culturas celulares in vitro. *Toxicology Letters*, v.146, p.1–8. 2003. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.toxlet.2003.09.004>.

ELLI, L.; BRANCHI, F.; TOMBA, C.; VILLALTA, D.; NORSIA, L.; FERRETTI, F.; BARDELLA, M.T. Diagnosis of gluten related disorders: Celiac disease, wheat allergy and non-celiac gluten sensitivity. *World Journal of Gastroenterology*, v.21, n. 23, p.7110-7119. 2015.

FARRELL, R. J.; KELLY, C. P. Celiac sprue. *The New England journal of Medicine*, v.346, n.3, p.180–188. 2002. Disponível em: <https://doi.org/10.1056/NEJMra010852>.

FREEMAN, H.J. Adult celiac disease and its malignant complications. *Gut and Liver*, v.3, n.4, p.237-246. 2009.

FREEMAN H. J. Celiac disease (gluten-sensitive enteropathy). *Minerva gastroenterologica e dietologica*, v.56, n.2, p.245–249. 2010. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/20485260/>.

GAGLIARDI, A. R.; BROUWERS, M. C. Do guidelines offer implementation advice to target users? A systematic review of guideline applicability. *BMJ open*, v.5, n.2, e007047. 2015. Disponível em: <https://doi.org/10.1136/bmjopen-2014-007047>.

GRAHAM, K.; GIDREWICZ, D.; TURNER, J. M.; DUERKSEN, D. R.; PINTO-SANCHEZ, M. I. Review and Critical Appraisal of Clinical Practice Guidelines of Modalities Used in the Diagnosis of Celiac Disease. *Journal of the Canadian Association of Gastroenterology*, v.6, n.3, p.106–115. 2023. Disponível em: <https://doi.org/10.1093/jcag/gwad005>.

GREENHALGH, T.; HOWICK, J.; MASKREY, N.; Evidence Based Medicine Renaissance Group. Evidence based medicine: a movement in crisis? *BMJ (Clinical Research ed.)*, v.348, g3725. 2014. Disponível em: <https://doi.org/10.1136/bmj.g3725>.

HAYAT, M.; CAIRNS, A.; DIXON, M. F.; O'MAHONY, S. Quantitation of intraepithelial lymphocytes in human duodenum: what is normal? *Journal of Clinical Pathology*, v.55, n.5, p.393–394. 2002. Disponível em: <https://doi.org/10.1136/jcp.55.5.393>.

HOLMES, G.K.T. Coeliac disease and malignancy. In: *Digestive and Liver Disease*. 2002.

HUSBY, S.; KOLETZKO, S.; KORPONAY-SZABÓ, I.R.; MEARIN, M.L.; PHILLIPS, A.; SHAMIR, R.; TRONCONE, R.; GIERSEPPEN, K.; BRANSKI, D.; CATASSI, C.; LELGEMAN, M.; MÄKI, M.; RIBES-KONINCKX, C.; VENTURA, A.; ZIMMER, K.P.; ESPGHAN Working Group on Coeliac Disease Diagnosis; ESPGHAN Gastroenterology Committee; European Society for Pediatric Gastroenterology, Hepatology, and Nutrition. European Society for Pediatric Gastroenterology, Hepatology, and Nutrition guidelines for the diagnosis of coeliac disease. *Journal of Pediatric Gastroenterology and Nutrition*, v.54, n.1, p.136-160. 2012.

HUSBY, S.; MURRAY, J.A.; KATZKA, D. A. et al. AGA clinical practice update on diagnosis and monitoring of celiac disease-changing utility of serology and histologic measures: Expert review. *Gastroenterology*, v.156, n. 4, p.885-889. 2019.

LEBWOHL, B.; RUBIO-TAPIA, A.; GREEN, P.H.R. Celiac disease. *The Lancet*, v. 386, n.10006, 85-94. 2015.

LEBWOHL, B.; SANDERS, D.S.; GREEN, P.H.R. Coeliac disease. *The Lancet*, v.391, n. 10115, p.70-81. 2018.

LEON, F., et al. Gluten Immunogenic Peptides as Standard for the Evaluation of Potential Harmful Prolamin Content in Food and Human Specimen. *Nutrients*, v. 11, n.10, p. 2434. 2019.

LEONARD, M.M.; CURETON, P.A.; FASANO, A., et al.. Factors associated with symptoms of celiac disease in adults: An analysis of the national health and nutrition examination survey. *Digestive Diseases and Sciences*, v. 66, n. 2, p.289-298. 2021.

LUDVIGSSON, J. F.; LEFFLER, D. A.; BAI, J. C.; BIAGI, F.; FASANO, A.; GREEN, P. H.; HADJIVASSILIOU, M.; KAUKINEN, K.; KELLY, C. P.; LEONARD, J. N.; LUNDIN, K. E.; MURRAY, J. A.; SANDERS, D. S.; WALKER, M. M.; ZINGONE, F.; CIACCI, C. The Oslo definitions for coeliac disease and related terms. *Gut*, v.62, n.1, p.43–52. 2013. Disponível em: <https://doi.org/10.1136/gutjnl-2011-301346>.

MASIA, R.; PEYTON, S.; LAUWERS, G. Y.; BROWN, I. Gastrointestinal biopsy findings of autoimmune enteropathy: a review of 25 cases. *The American Journal of Surgical Pathology*, v.38, n.10, p.1319–1329. 2014. Disponível em: <https://doi.org/10.1097/PAS.0000000000000317>.

MALAMUT, G.; VERKARRE, V.; SUAREZ, F.; VIALARD, J. F.; LASCAUX, A. S.; COSNES, J.; BOUHNİK, Y.; LAMBOTTE, O.; BÉCHADE, D.; ZIOL, M.; LAVERGNE, A.; HERMINE, O.; CERF-BENSUSSAN, N.; CELLIER, C. The enteropathy associated with common variable immunodeficiency: the delineated frontiers with celiac disease. *The American Journal of Gastroenterology*, v.105, n.10, p. 2262–2275. 2010. Disponível em: <https://doi.org/10.1038/ajg.2010.214>.

MARSH, M.N. Glúten, complexo principal de histocompatibilidade e intestino delgado. Uma abordagem molecular e imunobiológica do espectro da sensibilidade ao glúten ('espruceliaco') *Gastroenterologia*, v.102, p.330–354.1992. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/1727768/>.

MERESSE, B.; KORNEYCHUK, N.; MALAMUT, G. CERF-BENSUSSAN, N. Interleukin-15, a master piece in the immunological jigsaw of celiac disease. *Digestive Diseases (Basel, Switzerland)*, v.33, n.2, p.122–130. 2015. Disponível em: <https://doi.org/10.1159/000369521>.

MORAN, C.J.; KOLMAN, O.K.; RUSSELL, G.J.; BROWN, I.S.; MINO-KENUDSON, M. A infiltração neutrofílica na enteropatia sensível ao glúten não é incomum nem insignificante: avaliação de biópsias duodenais de 267 pacientes pediátricos e adultos. *Jornal Americano de Patologia Cirúrgica*, v.36, n.9, p.1339-1345. 2012. Disponível em: <https://doi.org/10.1097/PAS.0b013e318254f413>.

OBERHUBER, G.; GRANDITSCH, G.; VOGELSANG H. The histopathology of coeliac disease: time for a standardized report scheme for pathologists. *European Journal of Gastroenterology & Hepatology*, v.11, p.1185-94. 1999.

OWEN, D. R.; OWEN, D. A. Doença celíaca e outras causas de duodenite. *Archives of Pathology & Laboratory Medicine*, v.142, n. 1, p.35–43. 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.5858/arpa.2016-0608-RA>.

RUBIO-TAPIA, A.; MURRAY, J.A. Doença celíaca. *Current Opinion in Gastroenterology*, v. 26, n.2, p.116–122. 2010. Disponível em: doi: 10.1097/MOG.0b013e3283365263.

RUBIO-TAPIA, A.; HILL, I.D.; KELLY, C.P.; CALDERWOOD, A.H.; MURRAY, J.A. ACG clinical guidelines: diagnosis and management of celiac disease. *American Journal of Gastroenterology*, v.108, n.5, p.656-676. 2013.

SDEPANIAN, V.L.; MORAIS, M.B.; FAGUNDES-NETO, U. Doença Celíaca: a evolução dos conhecimentos desde sua centenária descrição original até os dias atuais. *Arquivos de Gastroenterologia*, v.36, p.244-57. 1999.

SDEPANIAN, V.L.; MORAIS, M.B.; FAGUNDES-NETO, U. Doença celíaca: características clínicas e métodos utilizados no diagnóstico de pacientes cadastrados na Associação dos Celíacos do Brasil. *Journal of Pediatrics*, v.77, p.131-8. 2001.

SCHUPPAN, D.; JUNKER, Y.; BARISANI, D. Celiac disease: from pathogenesis to novel therapies. *Gastroenterology*, v.137, n.6, p.1912–1933. 2009. Disponível em: <https://doi.org/10.1053/j.gastro.2009.09.008>.

SHELDON W. Prognosis in Early Adult Life of Coeliac Children Treated with a Gluten-free Diet. *British Medical Journal*, v.2, p.5654. 1969.

SINGH, P.; ARORA, A.; STRAND, T.A.; LEFFLER, D. A.; CATASSI, C.; VERDE, P.H.; KELLY, C. P.; AHUJA, V.; MAKHARIA, G.K. The global prevalence of celiac disease: A systematic review and meta-analysis. *Clinical Gastroenterology and Hepatology*, v.19, n. 4, p.785-796. 2021.

STAZI, A. V.; TRINTI, B. Utilidade dos testes sorológicos no diagnóstico de doença celíaca. *World Journal of Gastroenterology*, v. 19, n. 17, p. 2678-2684. 2013.

SHEWRY, P.R.; HALFORD, N.G.; BELTON, P.S.; TATHAM, A.S. A estrutura e as propriedades do glúten: uma proteína elástica do grão de trigo. *Philosophical*

Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences, v. 357, p.133–142. 2002. Disponível em: doi: 10.1098/rstb.2001.1024.

SOLLID, L.M.; MARKUSSEN, G.E.K. J.; GJERDE, H.; VARTDAL, F.; THORSBY, E. Evidência de uma associação primária de doença celíaca a um determinado heterodímero HLA-DQ alfa/beta. Journal of Experimental Medicine, v. 169, p.345–350. 1989.

TORRES, G. A. M.; SIMIONI, A.; GAMBIM, E.; TOMAZIN, T. Proteínas de reserva do trigo: gluteninas. Passo Fundo: Embrapa Trigo, 2009. Passo Fundo: Embrapa Trigo, 2009. 11 p. html. (Embrapa Trigo. Documentos Online, 117). Disponível em: <http://www.cnpt.embrapa.br/biblio/do/p_do117.htm>.

WALKER, M.M.; MURRAY, J.A. Uma atualização no diagnóstico da doença celíaca. Histopathology, v.59, n.2, p.166–179. 2011. Disponível em: <https://doi.org/10.1111/j.1365-2559.2010.03680>.

WEI, G.; HELMERHORST, E. J.; DARWISH, G.; BLUMENKRANZ, G.; SCHUPPAN, D. Gluten Degrading Enzymes for Treatment of Celiac Disease. Nutrients, v.12, n.7, p. 2095. 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.3390/nu12072095>.

WIESER H. Chemistry of gluten proteins. Food Microbiology; v.24, n.2, p.115-9. 2007. doi: 10.1016/j.fm.2006.07.004.

VANGA, R.R.; KELLY, C.P.; AND HANSEN, J. Celiac disease: Clinical diagnosis and management. Gastroenterology Clinics of North America, v.50, n.1, p.113-129. 2021.

CORRESPONDÊNCIA:

Janecler Foppa

ORCID: orcid.org/0000-0002-8906-4195.

Lattes: <http://lattes.cnpq.br/9329883943259804>;

Graduanda em Enfermagem, curso do Instituto de Ciências da Saúde, localizado na Universidade Federal de Mato Grosso, Campus Universitário de Sinop. Doutorado em Educação, Conhecimento e Inclusão Social (UTAD/UFMG). Atualmente Docente na UNEMAT – FACET Sinop, MT. Área de pesquisa: Bioquímica; e-mail: janeclerfoppa@hotmail.com.

Valéria Dornelles Gindri Sinhorin

ORCID: 0000-0002-5070-0043;

Lattes: <http://lattes.cnpq.br/3818211604255549>;

Formada em Química Industrial e Química Licenciatura (UFSM); Doutorado em Bioquímica Toxicológica (UFSM). Atualmente docente da Universidade Federal de

Mato Grosso, Campus Universitário de Sinop e lotada no Instituto de Ciências Naturais, Humanas e Sociais. Docente do Programa de Pósgraduação em Ciências Ambientais (mestrado) e Biotecnologia e Biodiversidade da rede Pró Centro-Oeste (doutorado). Área de pesquisa: Bioquímica; e-mail: valeria.sinhorin@ufmt.br.

Formação de Professores



EDUCAÇÃO INFANTIL E FORMAÇÃO DE PROFESSORES NA PERSPECTIVA DA EDUCAÇÃO CTSA: O QUE TEM SIDO PRODUZIDO?

MARCIA DA ROCHA LOURENÇO¹, KÁTIA DIAS FERREIRA RIBEIRO²

¹ Programa de Pós-graduação em Ensino de Ciências da Natureza e Matemática - Universidade Federal de Mato Grosso

² Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Maranhão; Programa de Pós-graduação em Ensino de Ciências da Natureza e Matemática - Universidade Federal de Mato

RESUMO

A investigação realizada, neste trabalho, apresenta a produção acadêmica a respeito da Educação Ciência-Tecnologia-Sociedade-Ambiente-CTSA, no ensino e na Formação Docente da Educação Infantil, propondo conhecer o que tem sido produzido nessa área. Com esse propósito, e sem desconsiderar outras fontes de dados, focamos em nosso estudo as produções acadêmicas publicadas, no Catálogo de Teses e Dissertações da CAPES, na Biblioteca Digital Brasileira de Teses e Dissertações-BDTD e nos Periódicos da CAPES. Trata-se de uma investigação de natureza qualitativa, do tipo bibliográfica, que se amparou na abordagem da revisão sistemática de literatura. Os trabalhos filtrados nas bases de dados pesquisadas foram um montante de 39 publicações, das quais, 20 na BDTD, 15 no Catálogo de Teses e Dissertações da CAPES e 04 artigos nos periódicos da CAPES. A forma de seleção inicial, foi feita via leitura dos títulos, palavras-chave e exclusão das publicações duplicadas. Após essa primeira seleção, e de acordo com os critérios da pesquisa definidos pela problemática, objetivos e justificativa quando restava dúvidas sobre se o trabalho encaixaria ou não, analisamos o resumo. Não delimitamos período de tempo e não utilizamos outros critérios de seleção, pois a partir dessa seleção inicial, identificamos um escasso número de publicações. É evidente que nossa busca não esgotou as possibilidades de identificação de trabalhos sobre as temáticas apresentadas, baseados nesses pressupostos. Nossa seleção final, deu destaque a 01 tese e 04 dissertações. O estudo possibilitou inferir que a Educação CTSA no ensino da Educação Infantil e na Formação Docente para essa etapa da educação ainda é incipiente. Evidenciamos ainda, a relevância deste campo do conhecimento para o ensino na Educação Infantil e Formação docente para a educação no Brasil.

Palavras-chave: Educação CTSA. Educação Infantil. Formação Docente.

INTRODUÇÃO

Ao longo dos anos, a Educação em Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente (CTSA) tem se consolidado como uma abordagem fundamental no campo da educação científica. Essa abordagem busca integrar os conhecimentos científicos com as

dimensões sociais, tecnológicas e éticas, promovendo uma compreensão mais ampla e contextualizada da ciência. Autores renomados nesse campo de pesquisa apontam que “tais currículos apresentam como objetivo central preparar os alunos para o exercício da cidadania e caracterizam-se por uma abordagem dos conteúdos científicos no seu contexto social” (SANTOS, MORTIMER, 2002, p.01). Essa abordagem valoriza a interdisciplinaridade, incentivando a conexão entre diferentes áreas do conhecimento. Ela busca superar a visão fragmentada e isolada do ensino de ciências, proporcionando uma compreensão mais holística e crítica da ciência e de suas aplicações. Este trabalho tem como objetivo principal analisar a produção acadêmica no contexto do ensino e da formação docente na Educação Infantil na perspectiva da educação CTSA buscando compreender o que tem sido pesquisado e discutido.

Santos e Mortimer (2002), ressaltam que para consolidação dessa proposta no contexto educacional “a proposta curricular de CTS corresponderia, portanto, a uma integração entre educação científica, tecnológica e social, em que os conteúdos científicos e tecnológicos são estudados juntamente com a discussão de seus aspectos históricos, éticos, políticos e sócio-econômicos” (SANTOS, MORTIMER, 2002, p.03). Ao abordar a ciência e a tecnologia na perspectiva CTSA, é necessário analisar não apenas os aspectos científicos e tecnológicos, mas também os impactos dessas áreas no contexto em que estão inseridas. Isso envolve explorar questões como distribuição de recursos, desigualdades sociais, impactos ambientais, valores culturais e dilemas éticos. A discussão multidisciplinar na abordagem CTSA permite uma compreensão mais profunda e abrangente das implicações da ciência e da tecnologia na sociedade. Ela destaca a importância de considerar o contexto social e as consequências dessas áreas de conhecimento, incentivando uma reflexão crítica e a busca por soluções mais sustentáveis e justas.

Pesquisas como a de Santos (2007), nos apresenta que o objetivo central do ensino CTSA na educação básica é promover a educação científica e tecnológica dos cidadãos, buscando capacitar os alunos para compreender, analisar e tomar decisões responsáveis sobre questões relacionadas à ciência e tecnologia na sociedade. Esse tipo de educação visa desenvolver não apenas o conhecimento teórico, mas também as habilidades práticas e os valores necessários para lidar com os desafios e problemas éticos presentes nesses campos. Santos e Mortimer (2002), afirmam que “entendemos que tais currículos muito podem contribuir para a alfabetização e o letramento científico e tecnológico, pois alfabetizar é, como propunha Paulo Freire, um ato de conscientização política” (SANTOS; MORTIMER, 2002, p. 17).

É possível percebermos que um ensino de ciências na perspectiva da educação CTSA se mostra promissor para a Educação Básica, e no contexto educacional mais recente, já é possível identificar pesquisas e práticas voltadas para o ensino de ciências na Educação Infantil utilizando a educação CTSA. Essa abordagem visa envolver as crianças em atividades práticas, investigativas e exploratórias, estimulando sua curiosidade e promovendo a construção de conceitos científicos de forma significativa o que vem ao encontro do que é proposto no currículo da Educação Infantil que segundo as Diretrizes Curriculares Nacionais para a Educação Infantil, define-o como sendo:

[...] um conjunto de práticas que buscam articular as experiências e saberes das crianças com os conhecimentos que fazem parte do

patrimônio artístico, ambiental, científico e tecnológico, de modo a promover o desenvolvimento integral das crianças de 0 a 5 anos de idade (BRASIL, 2010, p. 12).

Nesse sentido, a educação CTSA e o currículo da educação infantil apresentam proximidade, pois ambos têm como objetivo promover uma educação integral para as crianças pequenas de forma que o conhecimento historicamente construído seja articulado com as experiências e saberes das crianças. Para Hai et al. (2020),

Educar cientificamente as crianças por meio do ensino de ciências é permitir que elas se apropriem dessa riqueza produzida pelo homem, a qual, justamente por ser fruto de criação humana, traz em seus objetos e conhecimentos impressos formas de pensar construídas no decorrer de nossa existência como humanidade (HAI, et al. 2020, p. 33).

A abordagem CTS, o que aqui assumimos CTSA, na educação infantil precisa integrar o ensino de Ciências da Natureza com as questões sociais, tecnológicas e ambientais, desde os primeiros anos de vida. Isso significa que o currículo da educação infantil deve contemplar práticas pedagógicas que estimulem a curiosidade, o questionamento e a exploração do mundo ao seu redor, bem como o desenvolvimento do pensamento crítico e reflexivo.

Para Oliveira et al. (2012, p. 111), "as práticas educativas, são oportunidades criadas para que cada criança, provocada por seu grupo de referência, se aproprie e construa criativamente significados sobre si e sobre o mundo." Ao planejar essas práticas pedagógicas de forma intencional, o professor deve considerar o cuidar e o educar como processos indissociáveis, conforme estabelece as DCNEI (BRASIL, 2010). As crianças devem ser encorajadas a explorar o ambiente, fazer perguntas, formular hipóteses e buscar respostas por meio de experiências concretas.

Hai et al. (2020, p. 29) afirma que "o professor precisa intencionalmente trabalhar ciências com as crianças, levando-as a se conhecerem, conhecerem os outros, o mundo social e natural no qual estão inseridas." Além disso, é fundamental que o currículo esteja alinhado com os princípios da educação CTSA, como a contextualização dos conteúdos, a abordagem de temas socialmente relevantes e a valorização da participação ativa das crianças no processo de aprendizagem.

Na educação infantil, as interações e as brincadeiras são os eixos estruturantes das práticas pedagógicas e devem estar presentes em todas as atividades, sejam elas livres ou orientadas pelos adultos. Os educadores devem estar atentos ao tipo de interação que está ocorrendo entre as crianças e promover situações que incentivem o diálogo, a troca de ideias e o respeito mútuo. Para Hai et al.:

Sem a interação e o brincar marcado pelo explorar e pelo tentar, não é possível gerar aprendizagens que sejam significativas para as crianças. É justamente por meio das brincadeiras que elas ensaiam suas interpretações do mundo que as rodeia, reproduzem, imitam e utilizam formas de pensamento abstrato para resolver os problemas práticos que nelas aparecem. (HAI, et al. 2020, p. 35).

Nesse sentido, podemos perceber a aproximação da Educação Infantil com a educação CTSA que busca a formação do exercício da cidadania, construção de valores, tomada de decisão, abordagem dos conteúdos científicos em seu contexto social. Para a consolidação dessa abordagem, Santos e Mortimer (2002) apontam que a formação de professores desempenha um papel crucial na implementação de currículos de CTSA de

qualidade. Os autores apresentam a necessidade de fornecer suporte e formação adequada aos professores para o desenvolvimento do currículo com abordagem CTSA. Nesse sentido, buscamos identificar e analisar pesquisas voltadas para o ensino da Educação Infantil e formação de professores dessa etapa com a abordagem CTSA. A seguir apresentamos a metodologia usada no desenvolvimento desta pesquisa e depois no item “o ensino de Ciências da Natureza na Educação Infantil e a Formação de professores: contribuições da educação CTSA”, discutimos os resultados das produções acadêmicas encontradas sobre o ensino e a formação docente no contexto da Educação Infantil na perspectiva da educação CTSA e por fim concluímos.

METODOLOGIA

Esta pesquisa é de natureza qualitativa, delineando-se como uma pesquisa bibliográfica que conforme Gil (2017), permite ao investigador a cobertura de uma gama de fenômenos muito mais ampla. Como fonte de investigação, realizamos buscas em banco de dados relevantes no mundo da pesquisa. Focamos em nosso estudo, as produções acadêmicas publicadas, no Catálogo de Teses e Dissertações da CAPES, na Biblioteca Digital Brasileira de Teses e Dissertações-BDTD e nos Periódicos da CAPES.

Para o trabalho de busca, considerando que nosso interesse de investigação é compreender sobre a Educação CTSA no ensino da Educação Infantil e a Formação docente nesses pressupostos, utilizamos a combinação entre as palavras Educação Infantil e a abordagem CTS, Educação Infantil e educação CTSA, Formação docente e CTS, Formação docente e CTSA. A quantidade de trabalhos filtrados nas bases de dados pesquisadas foi um montante de 39 publicações, das quais, 20 na BDTD, 15 no Catálogo de Teses e Dissertações da CAPES e 04 artigos nos periódicos da CAPES.

A forma de seleção inicial, foi feita via leitura dos títulos das publicações, palavras-chave e exclusão das publicações duplicadas. Após essa primeira seleção, e de acordo com os critérios da pesquisa, quando restava dúvidas sobre se o trabalho encaixaria ou não na pesquisa, analisamos o resumo. Não delimitamos período de tempo e não utilizamos outros critérios de seleção, pois a partir dessa seleção inicial, identificamos um escasso número de publicações. É evidente que nossa busca não esgotou as possibilidades de identificação de trabalhos sobre Educação CTS/CTSA na Educação Infantil e formação de professores dessa primeira etapa da educação, baseados nesses pressupostos. No entanto, percebemos poucas publicações que abordem esse tema na Educação Infantil. É um campo de pesquisa que ainda é elementar. Nossa seleção final, deu destaque a 01 tese e 04 dissertações. Segue apresentação dos trabalhos conforme quadro a baixo:

Quadro 01: Dissertações e Tese selecionadas com foco no objeto de estudo

Título	Autor	Tipologia	Plataforma	Ano
Formação continuada de professores da educação infantil num enfoque CTS	UJIE, Nájela Tavares	Tese	Catálogo de teses e dissertações da Capes. Biblioteca Digital Brasileira de Teses e Dissertações	2020
Ensino de Ciências na Educação Infantil: Uma proposta lúdica na abordagem Ciência, Tecnologia e Sociedade	COSTA, Edith Gonçalves	Dissertação	Catálogo de teses e dissertações da Capes. Biblioteca Digital Brasileira de Teses e Dissertações.	2020
Contribuições de um Núcleo de Estudos Docentes na Educação Infantil com enfoque CTS para a Alfabetização Científica e Tecnológica.	SAUERBIER Juliana	Dissertação	Catálogo de teses e dissertações da Capes. Biblioteca Digital Brasileira de Teses e Dissertações.	2020
Discutindo Ciência, Tecnologia e Sociedade com crianças pela mediação de Obras de Arte	KLIPAN, Camila Gonçalves	Dissertação	Catálogo de teses e dissertações da Capes. Biblioteca Digital Brasileira de Teses e Dissertações	2019
Formação e Assimilação de Conceitos científicos com abordagem da Educação Ambiental na Educação Infantil.	WEIRICH, Ligiane Marcelino	Dissertação	Catálogo de teses e dissertações da Capes. Biblioteca Digital Brasileira de Teses e Dissertações	2015

Fonte: Elaborado pela autora

O ENSINO DE CIÊNCIAS DA NATUREZA NA EDUCAÇÃO INFANTIL E A FORMAÇÃO DE PROFESSORES: CONTRIBUIÇÕES DA EDUCAÇÃO CTSA

Nos últimos anos, a educação CTSA vem sendo cada vez mais explorada como uma abordagem pedagógica capaz de promover a compreensão crítica e reflexiva dos fenômenos científicos e tecnológicos que permeiam o cotidiano. Nesse sentido, a incorporação dessa abordagem no ensino tem se mostrado uma estratégia eficaz para

ampliar o olhar sobre o papel da ciência e da tecnologia na sociedade e discutir em sala de aula questões econômicas, políticas, sociais, culturais, éticas e ambientais e assim aprimorar a formação cidadã, a construção de valores e a tomada de decisão responsável (SANTOS, 2007).

Identificamos, nas pesquisas, dois focos temáticos distintos, que são Ensino e Aprendizagem e Formação de Professores. Os trabalhos de Ujiie (2020), Sauerbier (2020) e Weirich (2015), abordaram as duas temáticas e Costa (2020) e Klipan (2019) trataram do Ensino e Aprendizagem. Buscamos, portanto, trazer as informações relevantes quanto a Educação CTSA, no ensino da Educação Infantil e na formação docente, presentes em tais trabalhos, conforme a ordem que se encontra no Quadro 1, as quais falaremos a seguir.

Embora a Educação CTSA e a Educação Infantil possam parecer campos de estudos distintos, na realidade, elas possuem diversas aproximações que, quando combinadas, oferecem contribuições significativas para a educação das crianças pequenas.

Ao buscar essas aproximações, Ujiie (2020), aponta que a abordagem CTSA em educação oportuniza um trabalho pedagógico interdisciplinar de caráter holístico, o qual evidencia o compromisso científico e social do ensino de ciências. A autora pontua que está aplicação é importante e fecunda com bons resultados desde a educação infantil e destaca ainda que:

O ensino de ciências com enfoque CTS na educação infantil contribui para o processo de desenvolvimento e aprendizagem da criança, porque proporciona a realização de experiências diversificadas ligadas a domínios do conhecimento variados, que possam se materializar em exemplos concretos (UJIIE. 2020, p. 41).

Nesse sentido o ensino de ciências com enfoque CTSA na educação infantil é extremamente benéfico para o processo de desenvolvimento das crianças. Ao proporcionar experiências diversificadas e exemplos concretos ligados a diferentes domínios do conhecimento, o ensino de ciências com enfoque CTSA estimula o pensamento crítico e promove o desenvolvimento de habilidades cognitivas e socioemocionais nas crianças. Para Ujiie (2020) a educação científica é determinante no desenvolvimento econômico e cultural de um país e vem ao encontro do que é proposto nos documentos legais da Educação Infantil.

[...] a base legal evidencia uma formação da criança da primeira infância que oportunize formação integral, desenvolvimento pessoal, cognitivo e social, aspectos compatíveis com a abordagem CTS em educação, que visa alfabetização científica e tecnológica, conscientização, compreensão dos fenômenos e do mundo circunscrito pela dinâmica contemporânea, construção de uma postura ético-social em relação à ciência e a tecnologia, desenvolvimento da capacidade crítica e do poder de decisão frente às demandas da vida, enfim a formação da criança sujeito de direitos (UJIIE, 2020, p. 37).

A educação científica permite que os indivíduos adquiram conhecimentos e habilidades necessárias para entender e se envolver com o mundo ao seu redor, além de promover a capacidade de pensar criticamente, solucionar problemas e tomar decisões informadas. Esses aspectos são cruciais para impulsionar o progresso científico, tecnológico e inovador, que são fatores-chave para o crescimento econômico e o avanço cultural. Ujiie (2020) destaca que a educação CTS a ser implementada na Educação Infantil demanda formação continuada dos professores. A autora aponta que faz se necessário nos processos formativos a articulação teórico-prática, a dialogicidade entre domínio conceitual e didático, parceria, interdisciplinaridade, escuta sensível, captação da realidade, percepção acurada das demandas do contexto e do outro, enfim alfabetização científica e tecnológica dos educadores e dos educandos. A pesquisa apresentada é um demonstrativo positivo da viabilidade da formação continuada de professores com enfoque CTSA na Educação Infantil.

A formação continuada nessa perspectiva deve enfatizar a importância da escuta sensível e da compreensão da realidade, permitindo que os professores compreendam as necessidades e interesses das crianças, bem como as demandas e desafios do contexto em que estão inseridas. Isso envolve uma postura reflexiva, aberta ao diálogo e à adaptação das práticas pedagógicas de acordo com as especificidades. A formação continuada dos professores para a educação CTSA é fundamental para a implementação efetiva dessa abordagem na Educação Infantil

Para a autora, a Alfabetização Científica e Tecnológica (ACT) tem como objetivo tornar a ciência acessível a todos os cidadãos, promovendo a conexão entre o conhecimento científico e o senso comum. Além disso, busca modificar concepções equivocadas amplamente difundidas sobre ciência e tecnologia, compreendendo o verdadeiro significado por trás da aquisição de conceitos científicos e tecnológicos. Em resumo, a ACT implica a habilidade de ler e compreender fluentemente a linguagem que descreve a natureza, a vida e a tecnologia, bem como suas interações sociais. Nesse sentido Ujiie (2020), aponta que:

A educação infantil é a primeira etapa da educação básica, e a porta de entrada da criança para construção de aprendizagens sistematizadas. É nos primeiros anos de escolarização que a criança desenvolve a capacidade de compreensão da realidade, constrói um repertório de imagens, fatos e noções elementares, para nutrir a aprendizagem de conceitos científicos em etapas posteriores. É importante a formação integral da criança passar da linguagem comum a linguagem científica, utilizar o raciocínio e ferramentas científicas de acesso ao conhecimento. A aplicabilidade do enfoque e da abordagem CTS desde a mais tenra idade é pertinente e promissora para ACT (UJIIE, 2020, p. 172).

Sobre essas aproximações, a investigação de Costa (2020), destaca que o ensino de ciências na Educação Infantil tem como propósito proporcionar às crianças o conhecimento e a interação com o mundo ao seu redor. Para a autora, a educação CTS trouxe o olhar crítico para o espaço escolar e os princípios desta abordagem foram evidenciados e foram importantes para problematizar e pensar com as crianças sobre a escola que temos e a escola que queremos. A autora apresenta que para promover um ensino de ciências em uma Abordagem CTS, por meio de temas e tendo como estratégias as atividades lúdicas, se tornou promissor tanto para atender as especificidades da Educação Infantil, que têm como norte as interações e brincadeiras,

quanto para oportunizar uma aprendizagem voltada para a formação cidadã. A autora defende que:

Na Educação Infantil, defendemos um ensino de ciências alinhado com uma visão de ciência que seja contextualizada, investigativa, sem modelos definidos, que valorize as falas e opiniões das crianças em sua exploração do mundo em que vive, tendo uma visão de ciência para todos, até mesmo para as crianças bem pequenas (COSTA, 2020, p. 46).

Para isso, é necessário que as práticas pedagógicas superem abordagens tradicionais, reconhecendo as crianças como sujeitos ativos em seu próprio processo de aprendizagem. É fundamental promover situações de aprendizagem contextualizadas, evitando antecipar processos de escolarização na infância. A autora afirma que “na Educação Infantil, a Educação CTS deva estar presente, de um modo adaptado às crianças, que seja condizente com seus direitos de aprendizagem, suas especificidades e necessidades de cada vez mais estar em contato com o conhecimento” (COSTA, 2020, p. 71).

A autora, apresenta com base em alguns autores renomados no estudo da educação CTS, alguns princípios dessa abordagem, sendo aspectos importantes a serem considerados nesse ensino. Tais princípios são: a abordagem de temas de relevância social, a problematização, o diálogo, a contextualização, a tomada de decisão e a construção de valores, interdisciplinaridade, dialogicidade, problematização, cultura da participação e interações C-T-S. Costa (2020) ressalta que tais princípios apresentam proximidade com a Educação Infantil e podem ser vivenciados nas práticas educativas com as crianças.

Para Costa (2020), a abordagem CTS traz um olhar crítico para o espaço escolar e os princípios desta abordagem podem ser evidenciados e importantes para problematizar e pensar com as crianças sobre temas relevantes para o desenvolvimento delas. A autora apresenta que para promover um ensino de ciências em uma abordagem CTS, por meio de temas e tendo como estratégias as atividades lúdicas, se torna promissor tanto para atender as especificidades da Educação Infantil, que têm como norte as interações e brincadeiras, quanto para oportunizar uma aprendizagem voltada para a formação cidadã.

Sauerbier (2020) afirma que o Núcleo de Estudos docentes contribuiu para a construção e socialização de saberes e fazeres por meio das discussões de aporte teórico e investigações relacionadas às práticas educativas voltadas a Educação Infantil. Aponta que ao aprofundar sobre ciências com professores dessa etapa, por meio do núcleo de estudos, foi uma forma de investimento em seu processo de formação continuada, que foram experienciados de modo colaborativo para a produção de conhecimentos. Dessa maneira, se pode verificar nesse estudo que o núcleo de estudos proposto foi capaz de ampliar o modo de pensar e praticar as ações formativas docentes, oportunizou a investigação e reflexão da própria prática, com apontamentos futuros para um olhar voltado para formações mais democráticas, compromissadas com a construção do conhecimento das crianças e com práticas mais críticas e que envolvam mais a dialogicidade sobre CTS.

De acordo com Sauerbier (2020), o ensino com abordagem CTS demanda uma mudança de postura por parte do professor, que inclui a busca por informações, estudos

e reflexões constantes, além de uma avaliação contínua da prática educativa. É necessário desenvolver um pensamento crítico e construir conhecimentos sobre a realidade. Somente dessa forma o professor poderá capacitar seus alunos a se tornarem também críticos, reflexivos, engajados e agentes transformadores na sociedade. É essencial que eles compreendam que questões sociais relacionadas à ciência e tecnologia têm um impacto direto na vida das pessoas e implicam consequências no modo de vida da sociedade como um todo. Nesse sentido, a formação de professores deve proporcionar um olhar amplo e crítico sobre a ciência, auxiliando-os a compreender a importância de relacionar os conteúdos científicos com a realidade das crianças.

Para a autora, é fundamental que o ambiente escolar não ignore os problemas decorrentes das ações humanas em nosso planeta. Desde a educação infantil, é necessário promover discussões que conscientizem as crianças sobre os desafios que enfrentamos em nosso mundo, capacitando-as a se tornarem cada vez mais críticas, reflexivas, questionadoras e atuantes na sociedade. O estudo de Sauerbier (2020), ressalta a necessidade de promover mais espaços de formação dedicados às discussões sobre o ensino de ciências na educação infantil. Isso permitiria que os professores aprofundassem os conceitos relacionados à Ciência e Tecnologia (CT) e se sentissem mais preparados para proporcionar a alfabetização científica e tecnológica desde uma idade precoce. A autora aponta que para isso:

[...]torna-se urgente uma mudança na prática pedagógica dos professores ao perceber que, educar em Ciências, além do trivial, é educar para a vivência em sociedade, com relevância para o desenvolvimento de competências científicas e tomar consciência dos benefícios que está educação terá no sentido de construir competências de índole científica e investigativa (SAUERBIER, 2020, p. 64)

Nesse sentido, as necessidades formativas precisam envolver o desenvolvimento de competências específicas para a implementação da educação CTSA, como a capacidade de articular conhecimentos científicos com as vivências das crianças, compreender os impactos sociais e éticos da ciência e tecnologia, e promover a participação ativa e crítica das crianças na construção do conhecimento. Dessa forma, evitaremos abordagens superficiais dessas questões nos ambientes escolares.

De acordo com Klipan (2019) essas aproximações promovem transformações nas atitudes das crianças, estimulando a curiosidade e a participação ativa. Isso contribui para ações mais reflexivas, que buscam e mobilizam novos conhecimentos do campo científico e tecnológico, visando debater questões que podem ser problematizadas no contexto da educação infantil. Essa abordagem problematizadora amplia a participação das crianças, permitindo que elas se sintam mais confortáveis para expressar suas opiniões diante das questões discutidas em sala de aula. Seu conhecimento se expande para além do ambiente escolar, incorporando questões sociais que possibilitam uma reflexão mais profunda sobre a sociedade em que vivem. Isso colabora para desenvolver um olhar e pensamento mais críticos por parte das crianças (COSTA 2020; UJIE 2020; KIPLAN, 2019).

O trabalho de Weirich (2015) apresenta como questão de pesquisa: Que possibilidades, condições e características de aprendizagem de conteúdos científicos, relacionados à Educação Ambiental, podem ser identificadas no âmbito de desenvolvimento de uma proposta educacional para a área de formação humana - Relações Naturais - agregando pressupostos da teoria da aprendizagem significativa, para crianças de quatro a cinco anos? A autora afirma perceber através desta pesquisa, que as crianças aguçaram ainda mais sua curiosidade e têm um olhar diferenciado para o ambiente onde estão, veem a importância dos catadores, entendem seu papel de cidadão nesse bairro e sabem que, mesmo pequenos, podem fazer a sua parte em relação ao ambiente. Que ao se considerar parte integrante desse ambiente e sugerir soluções para os problemas, destaca-se a própria visão que a criança tem de si nesse ambiente, como cidadã que toma decisões, que discute, argumenta e propõe alternativas.

Pensar em Ciências da Natureza na Educação Infantil é bastante relevante, uma vez que essa etapa da educação é essencial para o desenvolvimento cognitivo, socioemocional e motor das crianças (BRASIL 2017). Salles e Farias falam da curiosidade das crianças e como mostram-se ávidas por conhecer e compreender esse mundo, "por essa razão é importante lhes oferecer oportunidades de explorar diversos tipos de objetos, seres e materiais da natureza, fenômenos físicos, químicos e biológicos, bem como o meio ambiente e sua sustentabilidade" (SALLES; FARIAS, 2012, p. 92). Nesse sentido, o ensino de Ciências da Natureza é fundamental para que as crianças possam compreender o mundo natural que as cerca, bem como para desenvolver um senso crítico e reflexivo sobre as questões ambientais.

Quando se propõe um ensino de Ciências para as crianças espera-se que o professor não imponha a aquisição de termos e conceitos científicos, mas que possibilite que tais conhecimentos sejam abordados de maneira natural, com linguagem própria para a faixa etária, assumindo posturas encorajadoras quanto a exploração do mundo ao seu redor, utilizando todos os sentidos para descobrir e aprender. Essas ações da criança ocorrem nas atividades cotidianas e em brincadeiras espontâneas com adultos. Entretanto, na escola, elas podem ocorrer de forma intencional.

Segundo Salles e Farias (2012), o professor pode organizar espaços, tempos, materiais, metodologias e as próprias crianças com a clara intenção de que estas explorem e conheçam, das mais diversas formas e com a utilização de diferentes instrumentos, o mundo físico e natural. As intervenções podem ser muito simples, como chamar a atenção das crianças para o barulho do vento, o canto dos pássaros, para o cheiro das flores e a textura das folhas; pedir que coloquem a mão na água para sentir a sua temperatura; pedir que experimentem sabores diversos, sentindo seu gosto. O professor pode, também, fazer intervenções mais complexas, envolvendo a formulação de hipóteses, a realização de pesquisas, a busca de fontes, experimentos e invenções relacionados com problemas socioambientais etc.

Para (STUDART, 2020, p. 13) "O ensino de Ciências abrange um campo de conhecimentos e um conjunto de atividades que oferecem uma visão científica do mundo real e propiciam o desenvolvimento de habilidades de raciocínio desde a mais tenra idade". O autor nos diz ainda, que [...] conceitos e bases explicativas construídos pela ciência sobre os fenômenos da natureza podem e devem ser apresentados às crianças já na Educação Infantil"(STUDART, 2020, p.13). Nesse sentido, o ensino de ciências da natureza nessa etapa pode proporcionar uma aproximação com os conceitos

científicos básicos, estimulando a curiosidade, a observação e a investigação das crianças, e destacando a importância da preservação do meio ambiente.

As pesquisas têm demonstrado que o ensino de ciências, quando orientado pela abordagem CTSA, pode promover uma aprendizagem mais significativa e engajadora para as crianças pequenas. Ao integrar as dimensões científicas, tecnológicas, sociais e éticas do conhecimento, a abordagem CTS permite que as crianças compreendam a ciência em seu contexto real, relacionando-a com suas vidas cotidianas e explorando sua relevância para a sociedade (COSTA 2020, UJIE 2020).

A Educação CTSA na infância oferece uma oportunidade de estimular a curiosidade científica das crianças e desenvolver habilidades cognitivas, como observação, investigação, experimentação e análise de dados. Além disso, ela favorece o desenvolvimento de competências socioemocionais, como o trabalho em equipe, a comunicação e a tomada de decisões, ao envolver os alunos em discussões sobre questões científicas complexas e dilemas éticos (COSTA 2020; UJIE 2020).

A Educação Infantil precisa promover experiências nas quais as crianças possam fazer observações, manipular objetos, investigar e explorar seu entorno, levantar hipóteses e consultar fontes de informação para buscar respostas às suas curiosidades e indagações, tomar decisões. Assim, a instituição escolar estará criando oportunidades para que as crianças ampliem seus conhecimentos do mundo físico e sociocultural e possam utilizá-los em seu cotidiano (BRASIL, 2017). Nessa perspectiva, Santos e Mortimer (2002) apontam que dentre os conhecimentos e as habilidades a serem desenvolvidos na educação CTS:

[...] incluem: a autoestima, a comunicação escrita e oral, o pensamento lógico e racional para solucionar problemas, a tomada de decisão, o aprendizado colaborativo/cooperativo, a responsabilidade social, o exercício da cidadania, a flexibilidade cognitiva e o interesse em atuar em questões sociais (SANTOS; MORTIMER, 2002, p.04).

Destaca-se, portanto, entre os objetivos, o desenvolvimento de valores. Tais valores são, assim, relacionados às necessidades humanas, o que significa um questionamento à ordem capitalista, na qual os valores econômicos se impõem aos demais.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A reflexão sobre a Educação CTSA e formação de professores na Educação Infantil revela-se uma prática cada vez mais promissora no âmbito educacional. Empreendemos uma busca em fontes de pesquisa renomadas para identificar estudos que abordassem essa integração. Encontramos cinco estudos relevantes sobre o tema, os quais apresentam possibilidades enriquecedoras para a implementação da Abordagem CTS no contexto da Educação Infantil.

O ensino de ciências na Educação Infantil, dentro de uma abordagem CTSA, é de fato uma área ainda pouco explorada no campo da educação científica no Brasil. As pesquisas encontradas neste trabalho apontam para a possibilidade de integrar a

educação CTSA ao ensino de ciências na Educação Infantil promovendo uma visão mais ampla e contextualizada do conhecimento científico.

Na Educação Infantil, as crianças estão em uma fase crucial de desenvolvimento, caracterizada pela curiosidade e pelo interesse em explorar o mundo ao seu redor. É um momento propício para despertar a curiosidade científica, estimular o pensamento crítico e promover uma compreensão básica dos conceitos científicos. A educação CTSA ao ser abordada desde a Educação Infantil é necessária para uma formação sólida e pode fornecer oportunidades para as crianças explorarem questões científicas relevantes para suas vidas cotidianas. Isso implica em promover a compreensão de conceitos científicos básicos, como observação, experimentação, investigação e análise de dados, de forma contextualizada e significativa para as crianças.

Além disso, a educação CTSA enfatiza a interdisciplinaridade, integrando conhecimentos científicos com questões sociais, éticas e ambientais. Isso permite que as crianças compreendam a ciência como uma atividade humana, sujeita a valores, crenças e tomada de decisões, o que contribui para a formação de cidadãos críticos e conscientes.

No entanto, apesar dos benefícios potenciais, a implementação da educação CTSA na Educação Infantil enfrenta desafios no Brasil. Entre eles, estão a falta de formação adequada dos professores para trabalhar com essa abordagem, a escassez de recursos e materiais didáticos adequados e a pressão por resultados imediatos em avaliações padronizadas.

Para avançar nessa área, é necessário investir na formação continuada dos professores, proporcionando-lhes oportunidades de desenvolver competências para ensinar ciências na Educação Infantil de forma integrada e contextualizada. Além disso, é fundamental fomentar a produção de materiais didáticos e recursos pedagógicos específicos, que estejam alinhados com a abordagem CTSA e atendam às necessidades das crianças nessa faixa etária.

As DCNEI trazem como uma das mais importantes práticas pedagógicas as “experiências que possibilitem situações de aprendizagem mediadas para a elaboração da autonomia das crianças nas ações de cuidado pessoal, auto-organização, saúde e bem-estar” (BRASIL, 2010, p. 26). A autonomia do sujeito também é um dos objetivos da educação CTS, por meio da qual o aluno pode construir conhecimentos científicos e tecnológicos para saber tomar decisões comprometidas frente as demandas da sociedade. No processo educacional essa autonomia pode ser construída por meio de um ensino pautado no diálogo, no respeito entre professores e alunos, onde o conhecimento é construído entre os envolvidos no processo pedagógico de maneira que os alunos participem ativamente e que o ensino memorístico ceda lugar ao ensino dialógico

O ensino de ciências na Educação Infantil, sob a abordagem CTSA, é uma área que ainda demanda maior atenção e investimento no campo da educação científica no Brasil. Promover uma formação mais consistente nessa área, desde os primeiros anos de escolaridade, pode contribuir para despertar o interesse pela ciência, desenvolver habilidades científicas e formar cidadãos críticos e conscientes. Acreditamos que a aplicação da educação CTSA na Educação Infantil desempenha um papel fundamental na promoção da formação cidadã tanto de professores quanto de alunos, por meio de processos educativos que são caracterizados pela natureza dialógica, problematizadora, contextualizada e humanizada.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BRASIL. Base Nacional Comum Curricular. Ministério da Educação e Cultura. Secretaria da Educação Básica, Conselho Nacional de Educação. Brasília, 2017.

BRASIL. Diretrizes Curriculares Nacionais para Educação Infantil. Ministério da Educação, Conselho Nacional de Educação. Brasília, 2010.

COSTA, E. G. Ensino de Ciências na Educação Infantil: Uma proposta lúdica na abordagem Ciência, Tecnologia e Sociedade. 2020. 201 f. Dissertação (Mestrado em Docência em Educação em Ciências e Matemática) – Universidade Federal do Paraná. Belém-PA. 2020.

< [Http://repositorio.ufpa.br/jspui/handle/2011/12726](http://repositorio.ufpa.br/jspui/handle/2011/12726) >. Acesso em: 27 abr. 2022.

GIL, A. C. Como elaborar projetos de pesquisa. 6. Editora São Paulo: Atlas, 2017.

HAI, A. A.; SILVA, Debora A. S. M. da; VAROTTO, M.; MIGUEL, C. C. Ensinando Ciências na Educação Infantil. 2 ed. Campinas, SP: Editora Alínea, 2020.

KLIPAN, C. G. Discutindo Ciência, Tecnologia e Sociedade com crianças pela mediação de Obras de Arte. 2019. 127 f. Dissertação (mestrado em Ensino de Ciência e Tecnologia) –

Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Ponta Grossa, 2019.

< [Https://repositorio.utfpr.edu.br/jspui/handle/1/3980](https://repositorio.utfpr.edu.br/jspui/handle/1/3980)>. Acesso em: 10 jun. 2022.

OLIVEIRA,

SALLES, F.; FARIA, V. L. de B. Currículo na Educação Infantil: Diálogo com os demais elementos da proposta pedagógica. 2 ed. [ver. E ampl.]. – São Paulo: Ática, 2012.

SAUERBIER, J. Contribuições de um Núcleo de Estudos Docentes na Educação Infantil com enfoque CTS para a Alfabetização Científica e Tecnológica. 2020. 263 f. Dissertação (mestrado em Ensino de Ciência e Tecnologia). - Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Ponta Grossa, 2020. <

<http://repositorio.utfpr.edu.br/jspui/handle/1/24635>>. Acesso em: 10 jun. 2022

SANTOS, Wildson Luiz Pereira; MORTIMER, Eduardo Fleury. Uma análise de pressupostos

teóricos da abordagem C-T-S (Ciência – Tecnologia –Sociedade) no contexto da educação

brasileira. Ensaio-Pesquisa em Educação em Ciências V. 02 /N. 2-Dez. 2002.

<<https://www.scielo.br/j/eppec/a/QtH9SrxpZwXMwbpfpp5jqRL/>>. Acesso em: 10 mar. 2022.

SANTOS, W. L. P. Contextualização no ensino de ciências por meio de temas CTS em uma perspectiva crítica. *Ciência & Ensino*, vol. 1, número especial, novembro de 2007. <<https://periodicos.utfpr.edu.br/rbect/article/view/12594/pdf>>. Acesso em: 10 mar. 2022

STUDART, N. Prefácio. In: HAI, A. A.; SILVA, Debora A. S. M. da; VAROTTO, M.; MIGUEL, C. C. *Ensinando Ciências na Educação Infantil*. 2 ed. Campinas, SP: Editora Alínea, 2020. p. 19-23.

UJIE, N. T. Formação continuada de professores da educação infantil num enfoque CTS. 2020. 209 f. Tese (Doutorado em Ensino de Ciência e Tecnologia) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Ponta Grossa, 2020.

< <https://repositorio.utfpr.edu.br/jspui/handle/1/4979>>. Acesso em: 20 abr. 2022.

WEIRICH, L. M. Formação e Assimilação de Conceitos científicos com abordagem da Educação Ambiental na Educação Infantil. 2015. 167 f. Dissertação (mestrado em Formação Científica, Educacional e Tecnológica) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Ponta Grossa, 2020. < <https://repositorio.utfpr.edu.br/jspui/handle/1/1346>>. Acesso em: 20 abr. 2022.

Zilda R. (org.). *O trabalho do professor da Educação Infantil*. São Paulo: Biruta, 2012. Várias autoras. Damaris Maranhão, Ieda Abbud, Maria Paula Zurawski, Marisa Vasconcelos Ferreira e Silvana Augusto.

CORRESPONDÊNCIA:

Marcia da Rocha Lourenço Olgado.

Orcid. <https://orcid.org/0000-0003-0141-3491>.

Lattes <https://lattes.cnpq.br/1972302572106261>.

Graduação em Licenciatura Plena em Pedagogia pela Universidade do Estado de Mato Grosso (2009). Especialização em Informática na Educação pela Faculdade do Noroeste de Minas. Discente do Programa de Mestrado Profissional em Ensino de Ciências da Natureza e Matemática - PPGECEM, pela Universidade Federal de Mato Grosso, Campus de SINOP. Atualmente é professora da Secretaria Municipal de Educação de SINOP-MT na Escola Municipal De Educação Infantil De Toda a Gente. e-mail marcia_olgado@hotmail.com

Katia Dias Ferreira Ribeiro.

Ocid. <https://orcid.org/0000-0001-9571-0192> .

Lattes <http://lattes.cnpq.br/2456396945890073>.

Engenheira Química, Licenciada em Química, Mestre em Engenharia Química e Doutora em Educação em Ciências da Natureza e Matemática Docente da área de Química Instituto de Educação, Ciência e Tecnologia do Maranhão – IFMA, Programa de Pós-graduação em Ensino de Ciências da Natureza e Matemática - Universidade Federal de Mato Grosso. e-mail katia.ribeiro@ifma.edu.br.

ENSINO DE CIÊNCIAS E RELIGIÃO: uma análise baseada em artigos e periódicos de revistas científicas produzidas entre 2000 e 2022

EDILSON VACARO NOGUEIRA¹, HERNANI LUIZ AZEVEDO¹

¹Universidade Federal de Mato Grosso

RESUMO

Buscando uma melhor compreensão sobre a relação entre Ciência e Religião no meio educacional, procuramos investigar como tem ocorrido a abordagem dessa relação em publicações de revistas científicas nacionais de Ensino de Ciências mais bem avaliadas do índice Qualis da CAPES. Para tanto, selecionamos, dentre as revistas nacionais de Ensino de Ciências pertencentes aos extratos A1, A2, A3 e A4 do sistema Qualis da CAPES, artigos que respondessem às palavras-chave: “religião”, “crenças”, “igreja”, “Ciência”, “Crença”, “Design inteligente”, “Deus”, “Fé”, “Igreja”, “Materialismo”, “Naturalismo”, “Religião”, “Religiosa”, “Religiosidade”, “Religioso” e “Sobrenatural”, e realizamos uma análise quali-quantitativa. Dentre as 13 revistas que atenderam a estes critérios encontramos um total de 40 artigos que abordaram a temática, distribuídos ao longo dos últimos 22 anos. Verificamos que a área predominante dos trabalhos é a Biologia e com relação ao relacionamento entre Ciência e Religião, dentre 4 possíveis posicionamentos (diálogo, independência, conflito e integração) chegamos à conclusão de que o diálogo se fez mais presente nos trabalhos. Houve recorrência de trabalhos baseados em uma metodologia de entrevistas e questionários, seja com alunos ou professores, os quais procuram analisar as concepções de ciência e religião dos entrevistados.

Palavras-chave: Ensino de Ciências. Ciência. Religião. Periódicos.

INTRODUÇÃO

Desde o início da humanidade grandes questionamentos e perguntas surgiram para entender o mundo ao nosso redor, seja no âmbito da Ciência quanto no âmbito da Religião. A humanidade então busca responder tais questões, seja através do que se conhece como Religião, que envolve crenças e fé, ou pela Ciência, que envolve estudos e pesquisas das mais variadas, tendo a participação de muitos cientistas ao longo da história. E a relação entre Religião e Ciência tem sido motivo de debates desde o estabelecimento desta última, a partir do século XVII. Muitas posturas quanto ao relacionamento entre Ciência e Religião são encontradas na sociedade, não existindo unanimidade em relação a isso nem mesmo na comunidade acadêmica.

Um recurso utilizado para tentar esclarecer as possíveis relações entre Ciência e Religião é encontrada na classificação proposta por Barbour (2004), na qual o autor elenca quatro possíveis posturas quanto ao tema. A primeira atitude seria a que ele chama de Conflito: quando Ciência e Religião são vistas como contraditórias e

antagônicas, ambas fornecendo respostas diferentes para uma mesma gama de perguntas e, portanto, deve-se escolher entre as respostas conflitantes que oferecem.

A segunda postura é denominada Independência. Nela Ciência e Religião são vistas como pertencentes a campos distintos de interpretação da realidade. Enquanto a Ciência responderia a perguntas do tipo “como?” (interessando-se apenas por relações de causa e efeito), a religião responderia a perguntas do tipo “por quê?” (preocupando-se com a finalidade última dos fenômenos). Este tipo de postura tanto impede o conflito, quanto qualquer diálogo entre ciência e religião.

A terceira postura por Barbour elencada é o Diálogo, na qual se reconhece as diferenças entre os tipos de explicação fornecidas pela Ciência e Religião, mas aceita-se que ambas podem dialogar em questões limite, para as quais a separação entre as duas se torna tênue. (Em questões como: “Por que a natureza é dotada de ordem e inteligibilidade?”, ou “Seria Deus o determinador das indeterminações quânticas?”).

A quarta e última categoria é a Integração, na qual Ciência e Religião estariam integradas, de forma que seria possível se chegar a resultados teológicos por meio da observação da natureza e vice-versa. Um possível exemplo desta categoria seria os tratados da Teologia Natural, na qual se argumenta a favor da existência de Deus a partir do estudo da natureza.

Dada essa multiplicidade de possíveis posturas acerca do relacionamento entre Ciência e religião, podemos nos perguntar quais tem sido as implicações para o ensino de Ciências. No Brasil verifica-se um notório aumento nas últimas décadas das pesquisas em Ensino de Ciências (FERNANDES; MEGID NETO, 2007). Como (quantitativa e qualitativamente) a relação entre ciência e religiosidade tem se revelado nessas publicações? O presente trabalho se envereda por esta e outras questões relacionadas.

ENSINO DE CIÊNCIAS E RELIGIOSIDADE

No âmbito do Ensino de Ciências é possível encontrar trabalhos que discutem as relações que podem existir entre a construção do conhecimento científico e a religiosidade (MAHNER; BUNGE, 1996; SEPULVEDA; EL-HANI, 2004 et al). Esses trabalhos discutem como a fé religiosa presente na sociedade e, em especial, nas concepções de professores e alunos, pode influenciar a Educação, e como essa relação interfere no ensino de ciências.

Por exemplo, para Mahner e Bunge (1996) ciência e religião seriam incompatíveis, e condenável discussões sobre modelos religiosos dentro de sala de aula. Para eles a Ciência pressuporia uma metafísica materialista, excluindo qualquer comunicação com pressupostos religiosos. A educação religiosa dos alunos seria sempre um obstáculo à formação da mentalidade científica. Autores como Sepulveda e El Hani já defendem que seria dever do professor respeitar as visões religiosas dos alunos, sendo dever do professor explicitar as premissas materialistas embutidas em cada teoria científica, retirando assim o materialismo do currículo oculto das aulas de Ciências (SEPULVEDA; EL-HANI, 2004).

Diferentes perspectivas sobre a relação Ciência-Religião estão ligadas a diferentes perspectivas sobre a Natureza da Ciência. Conforme definido por Moura (2014), a Natureza da Ciência (NdC) é:

[...] um conjunto de elementos que tratam da construção, estabelecimento e organização do conhecimento científico. Isto pode abranger desde questões internas, tais como método científico e relação entre experimento e teoria, até outras externas, como a influência de elementos sociais, culturais, religiosos e políticos na aceitação ou rejeição de ideias científicas. (MOURA, 2014)

Assim, a identificação de como a relação entre Ciência e religiosidade tem sido abordada no ensino de Ciências revela aspectos de como a Ciência tem sido compreendida. Por exemplo: se o conhecimento científico tem sido apontado como superior a outros tipos de conhecimentos tal postura pode estar ligada a uma concepção positivista da Ciência.

No Brasil é possível verificar um aumento expressivo, nas últimas décadas, de pesquisas em Ensino de Ciências (FERNANDES; MEGID NETO, 2007). Dessa forma, pode-se indagar se pesquisas e discussões sobre aspectos religiosos no Ensino de Ciências no Brasil também têm acompanhado esse crescimento. Dados sobre teses e dissertações nacionais em Ensino de Ciências mostram que as discussões sobre Ensino de Ciências e aspectos religiosos tem crescido nas últimas décadas (AZEVEDO; ORQUIZA-DE-CARVALHO, 2017). Peixoto e Harres (2021) encontraram um total de 28 trabalhos (entre trabalhos publicados em eventos científicos e artigos) que discutiam a relação entre Ciência e Religião, entre os anos de 2000 e 2019.

Num diálogo com as pesquisas anteriormente mencionadas, este trabalho se propôs a realizar uma pesquisa abrangente, apontando características quantitativas e qualitativas de como a temática Ciência e religiosidade e como tem sido abordada nos mais prestigiados periódicos nacionais de Ensino de Ciências. O trabalho se aproxima de uma pesquisa do tipo “estado da arte”. Este tipo de pesquisa é assim definido por Ferreira (2002):

“Definidas como de caráter bibliográfico, elas parecem trazer em comum o desafio de mapear e de discutir uma certa produção acadêmica em diferentes campos do conhecimento, tentando responder que aspectos e dimensões vêm sendo destacados e privilegiados em diferentes épocas e lugares, de que formas e em que condições têm sido produzidas certas dissertações de mestrado, teses de doutorado, publicações em periódicos e comunicações em anais de congressos e de seminários. (FERREIRA, 2002, p. 258)”

Assim, este trabalho visou realizar uma pesquisa que levantasse informações para gerar um panorama das pesquisas com a temática do relacionamento entre Ciência e Religião no Ensino de Ciências, contribuindo assim com posteriores pesquisas sobre a temática.

METODOLOGIA

A pesquisa teve como metodologia uma análise bibliográfica quantitativa e qualitativa acerca de artigos publicados em periódicos nacionais.

Como o intuito foi analisar artigos dos periódicos mais bem avaliados no índice Qualis da Capes (Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior), inicialmente selecionamos os periódicos que pertencessem aos extratos A1, A2, A3 e A4 do índice Qualis mais atual da Capes (referência 2017-2020), que tivessem por escopo principal o Ensino de Ciências (de forma geral). Assim, ficaram de fora os periódicos de Ensino de Ciências específicas (como os periódicos específicos de Ensino de Física, ou de Ensino de Química etc.). Sem dúvida, tal recorte limitou a amplitude dos números totais de artigos alcançados, mas também nos forneceu um número de artigos que ao mesmo tempo nos permitiu fazer uma análise qualitativa acurada (visto ser necessária a leitura dos artigos) e ainda assim ser quantitativamente representativa quanto a área de Ensino de Ciências.

Assim, identificamos 21 periódicos de Ensino de Ciências (elencados logo mais na análise dos resultados). O passo seguinte foi (na seção “Pesquisa” do site de cada uma destas revistas), realizarmos buscas pelas seguintes palavras-chaves: “Religião”; “religiosidade”; “religioso”; “religiosa”; “fé”; “crença”; “Deus”; “igreja”; “sobrenatural”; “naturalismo”; “materialismo” e “design inteligente”. A seguir, fizemos uma leitura prévia dos artigos obtidos por esta metodologia, a fim de identificar os artigos que tivessem como foco ou que ao menos discutissem em algum parágrafo as implicações de fatores religiosos dentro do Ensino de Ciências. Desta forma, chegamos ao número de 40 artigos para compor esta pesquisa.

As primeiras análises realizadas foram as quantitativas, distribuindo os artigos por categorias como o ano de publicação, área da Ciência, metodologia empregada etc. A análise qualitativa foi a última a ser realizada e que, valendo-se de ferramentas associadas à Análise de Conteúdo (BARDIN, 2009), buscou identificar (dentre as 4 possíveis perspectivas elencadas por Barbour (2004)) a perspectiva que os artigos adotavam ao delinear a relação entre Ciência e fé religiosa.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

Primeiramente elencaremos os periódicos de Ensino de Ciências selecionados para a busca de artigos conforme descrita na metodologia. Apresentamos seus nomes na tabela abaixo, juntamente ao extrato Qualis associado, bem como o número de artigos que foram encontrados em cada um deles que discutissem, em ao menos um parágrafo, a relação entre Ciência (e seu ensino) e religiosidade:

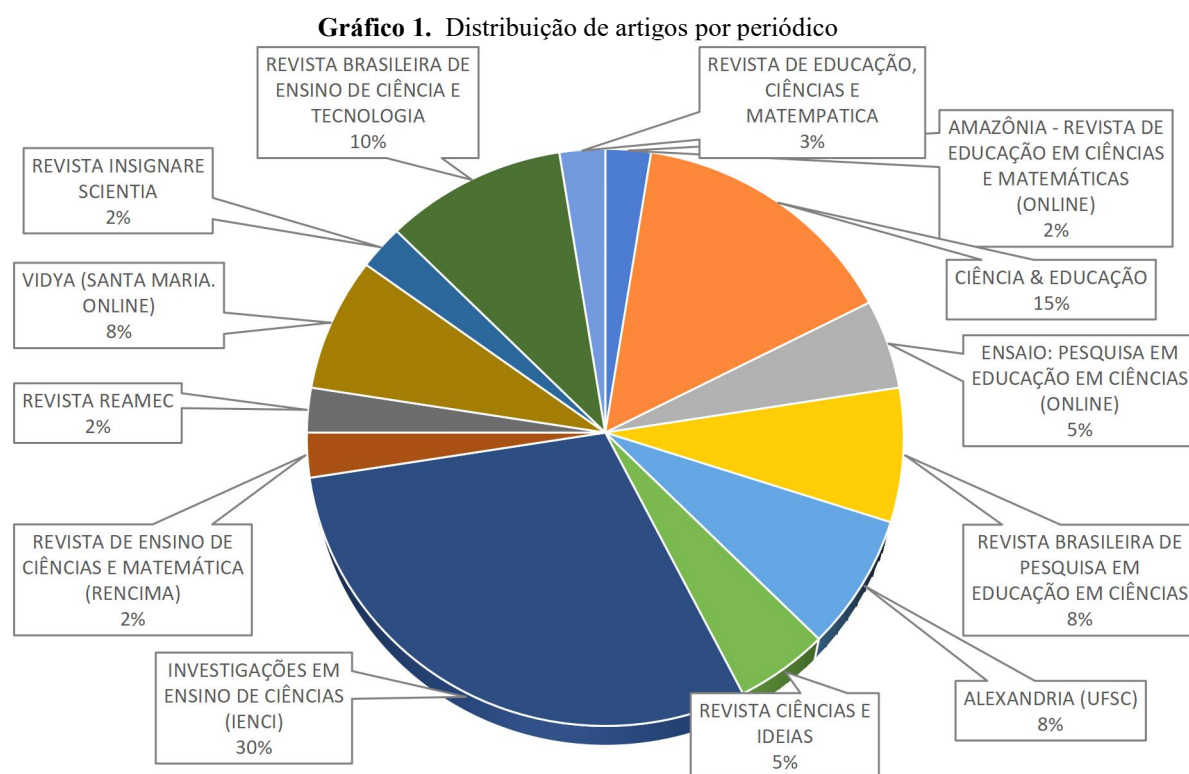
Tabela 1. Identificação das Revistas

REVISTAS	EXTRATO	Nº ARTIGOS
Ciência & Educação	A1	06
Ensaio: Pesquisa em Educação em Ciências	A1	02
Investigações em Ensino e Ciências (Ienci)	A1	12
Revista Bras. de Pesquisa em Educação em Ciências	A1	03
Areté (Manaus)	A1	0
Alexandria (UFSC)	A2	03
Amazônia: Rev. de Educ. em Ciências e Matemática	A2	01
Conexões: Ciência e Tecnologia	A2	0
Revista Brasileira de Ensino de Ciência e Tecnologia	A2	04

Revista Acta Scientiae	A2	0
Revista de Ensino de Ciências e Matemática (Rencima)	A2	01
Vidya (Santa Maria. Online)	A2	03
Actio: Docência em Ciências	A3	0
Ciências & Ideias	A3	02
Debates em Educação Científica e Tecnológica	A4	0
Dynamis	A4	0
Ensino de Ciências e Tecnologia em Revista	A4	0
Revista de Educação, Ciências e Matemática	A4	01
Revista Eletrônica Ludus Scientiae	A4	0
Revista Insignare Scientia	A4	01
Revista Reamec	A4	01
TOTAL		40

Fonte: autoria própria

Desta forma, os artigos de que trata este trabalho são ao todo 40, e foram encontrados em 13 periódicos. Em relação a estes 13 periódicos, construímos o gráfico abaixo explicitando a distribuição de artigos por periódico.



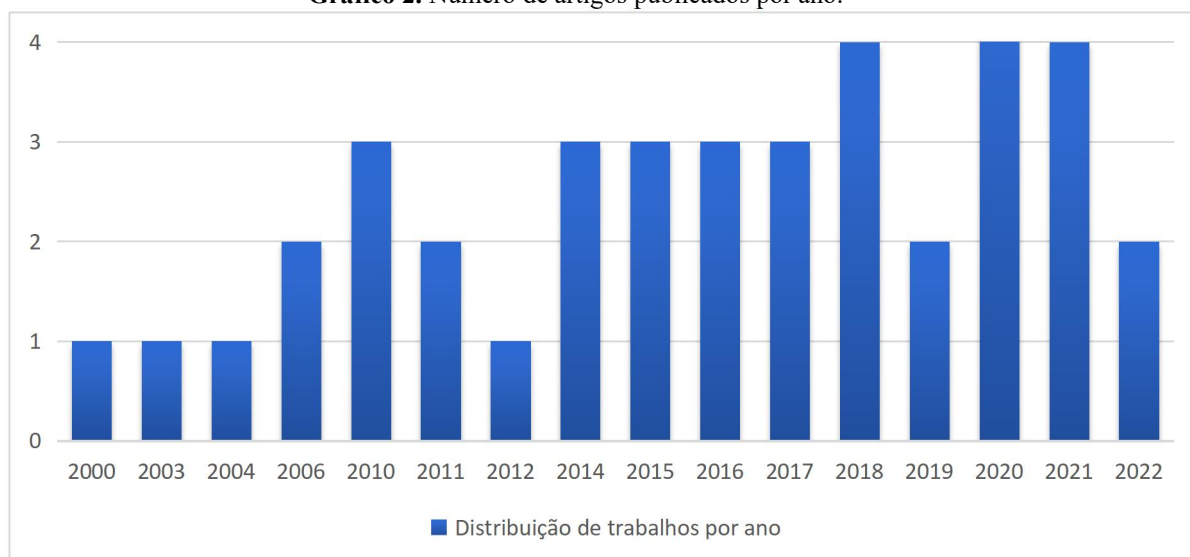
Fonte: autoria própria

É possível constatar que a revista na qual mais encontramos trabalhos com temáticas que abordem a relação entre Ciência e Religião foi a revista Investigação em Ensino de Ciências, do extrato A1, com 12 artigos, seguida pela revista Ciência e Educação, também do extrato A1, com 6 artigos. A terceira colocada neste quesito é a Revista Brasileira de Ensino de Ciência e Tecnologia, extrato A2, com 4 artigos.

Podemos concluir destes dados que questões envolvendo o Ensino de Ciências e temáticas ligadas à religiosidade tem sido bem presentes dentre os artigos dos extratos mais prestigiados da Capes, o que aponta para a relevância da temática.

Tal relevância também se evidencia ao observarmos a distribuição das publicações ao longo dos anos (vide gráfico 2):

Gráfico 2. Número de artigos publicados por ano.



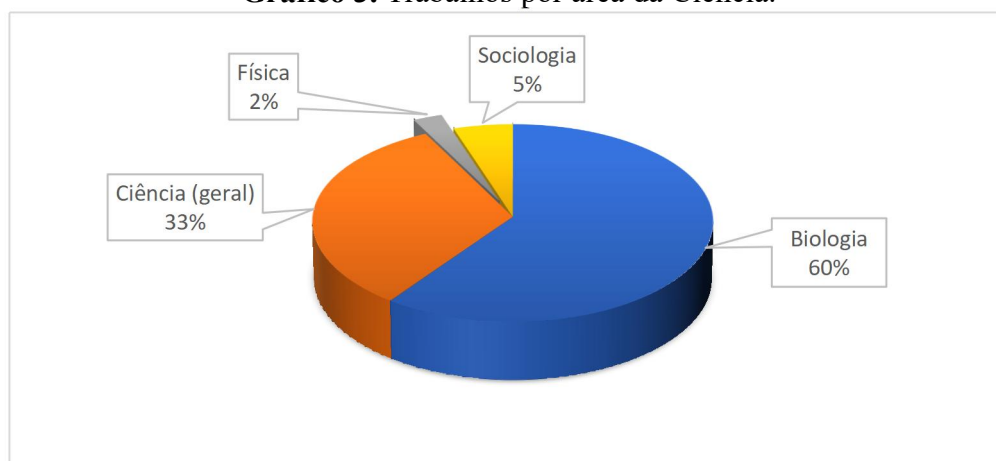
Fonte: autoria própria.

Dentre dos periódicos selecionados, o primeiro artigo surge no ano 2000. Entre 2000 até 2004 o número de publicações não ultrapassa uma por ano. É possível observar que antes de 2014 o número de publicações por ano ainda oscila bastante. Contudo, a partir de 2014 observamos um volume maior de publicações, com média bienal nunca inferior a 3 (três) publicações. Esse aumento de volume é coerente com os dados de outras pesquisas sobre a produção de trabalhos em Ensino de Ciências nos últimos anos (SALEM, 2012; TEIXEIRA; OLIVEIRA, 2013).

Outros dados coerentes com pesquisas anteriores são observados relativos à área, dentro das Ciências Naturais, de que tratam os artigos:

No gráfico 3 podemos notar que a área da Ciência mais presente nos artigos é a Biologia, com 60% do total dos trabalhos (24 dos 40 trabalhos). A Biologia também é apontada em outros trabalhos (PEIXOTO; HARRES, 2021) como a área da Ciência predominante nos assuntos relativos à temática religiosidade/Ensino de Ciências, tendo em vista as temáticas “origens da vida” e “origens do ser humano” ser objeto de explicações tanto biológicas quanto teológicas. Trabalhos que discutem o ensino da Teoria da Evolução em meio a concepções religiosas destaca-se como a mais numerosa dentro da temática aqui pesquisada, possuindo inclusive pesquisas de estado da arte próprias (OLIVEIRA; ROSA, 2011; SILVA; LOPES JÚNIOR, 2013).

Gráfico 3. Trabalhos por área da Ciência.



Fonte: autoria própria.

A segunda área mais numerosa foi Ciência (geral) com 32,5%. Em tal grupo alocamos os trabalhos que abordam a questão da influência da Religião no Ensino de Ciências de uma forma geral, ou seja, sem especificar uma área da Ciência. Tais trabalhos buscam compreender possíveis relações existentes entre Ciência e Religião e a forma mais adequada de tratá-las na educação científica.

Com 5% do total, a área de Sociologia é composta por dois trabalhos (BORIN, 2000; MASSONI e MOREIRA, 2020). Por fim, o único trabalho específico da área de Física trata-se de uma pesquisa com alunos de licenciatura desta área, pesquisa esta que visou descobrir como eles compreendem a realidade de entidades físicas, em comparação com outras entidades, como religiosas, e como esses recursos se sobrepõem na cultura do estudante (MARINELI; PIETROCOLA, 2016).

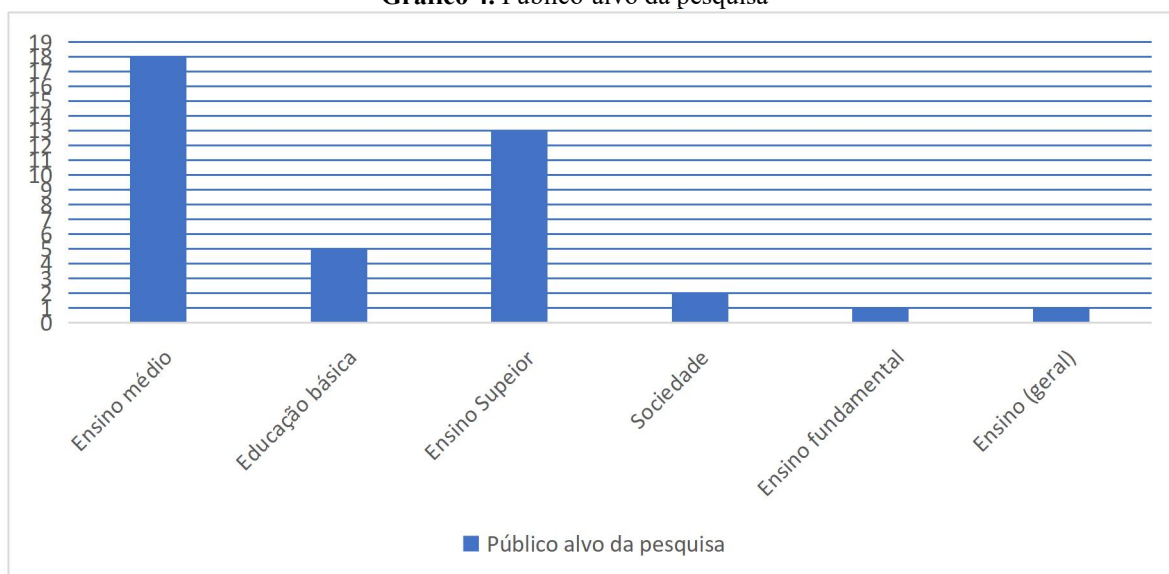
Analizamos também o público-alvo das pesquisas realizadas nos artigos. Ou seja, identificamos a comunidade na qual a relação entre Ensino de Ciências/religiosidade é problematizada. Os resultados estão apresentados em forma de tabela e gráfico a seguir:

Tabela 3. Público-alvo da pesquisa

Público-alvo	Número de trabalhos
Ensino médio	18
Educação básica	5
Ensino superior	13
Sociedade	2
Ensino fundamental	1
Ensino (geral)	1

Fonte: autoria própria

Gráfico 4. Público-alvo da pesquisa

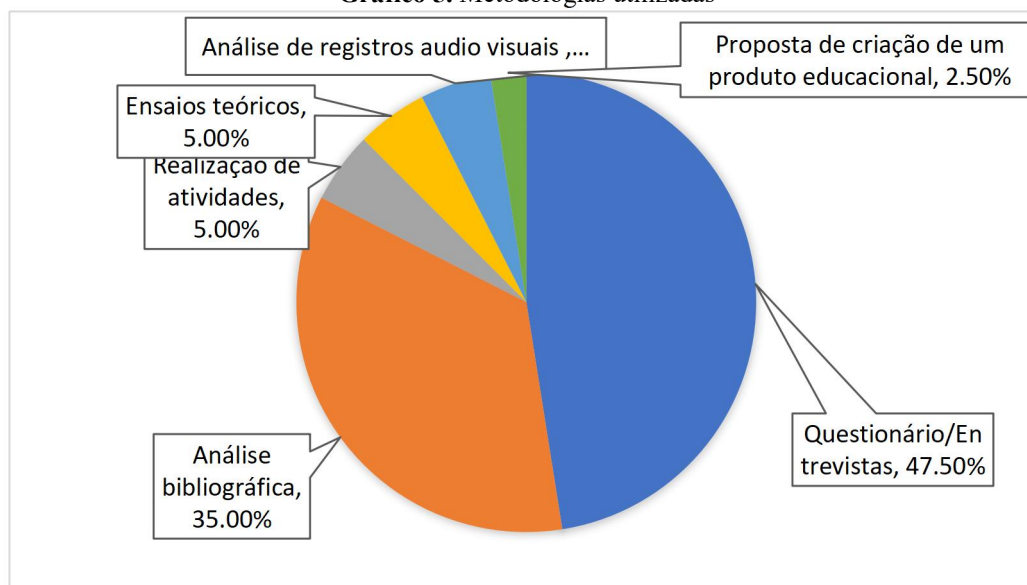


Fonte: autoria própria

O público-alvo com maior número de trabalhos é o Ensino médio com 18 trabalhos, seguido pelo Ensino Superior com um total 13 trabalhos publicados durante o período de 2000 a 2022. Em terceiro lugar vem a Educação básica com 5 publicações. Em quarto lugar temos a sociedade em geral que segue com 2 trabalhos publicados durante o período citado, e empatados em quinto lugar temos o Ensino fundamental e o Ensino (geral) cada um com apenas um trabalho publicado. Assim, conclui-se que o grande foco por parte das pesquisas se dá em anos finais da educação básica e no ensino superior. Compreendemos tal preferência pois esse público-alvo é o com idade mais avançada e, por tanto, mais suscetível a participar de pesquisas (do tipo questionários/entrevistas) que envolvam controvérsias no que diz respeito a Ciência e Religião. Trata-se de fases nas quais a cultura familiar (religiosa ou científica) pode ser analisada mais criticamente pelo adolescente/jovem (SANTANA, 2016).

Em nossa análise observamos também as metodologias utilizadas nos artigos científicos. Dentre elas destaca-se em maior quantidade a aplicação de questionários/entrevistas, representando 47,5% do total. Análise bibliográfica vem a seguir com 35%, projetos. Já a realização de atividades aparece apenas com 5% do total, juntamente com os ensaios teóricos (5%), análises de registro áudio visual com (5%) e, isolado, temos uma proposta de criação de um produto educacional (2,5%). A seguir um gráfico que sintetiza estas informações:

Gráfico 5. Metodologias utilizadas



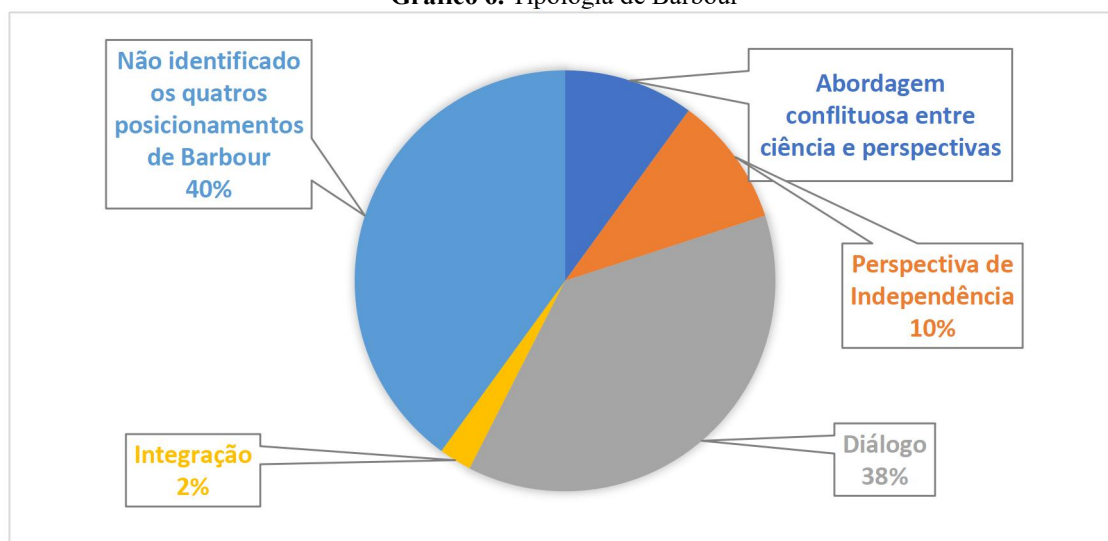
Fonte: autoria própria

Tais dados podem apontar que as pesquisas na interface Ensino de Ciências/religiosidade ainda se encontram em fase exploratória, ou seja, com predominância de trabalhos que delineiem as perspectivas encontradas acerca do tema (prevalência de questionários/entrevistas e análises bibliográficas). Enquanto as que já apresentam alguma proposta de intervenção (como Realização de Atividades ou de Produto Educacional) ainda são minoria.

Por fim, realizamos a parte mais qualitativa da pesquisa, na qual tentamos identificar a abordagem que os artigos apresentavam sobre o relacionamento entre Ciência e fé religiosa, valendo-nos para isso da tipologia quádrupla de Barbour (2004). Devemos esclarecer que procuramos categorizar a perspectiva que o artigo privilegiou quando relacionou o Ensino de Ciências e religiosidade. Isso não implica que o(s) autor(es) do artigo adotem pessoalmente (ou em outros contextos/artigos) a perspectiva entre Ciência e Religião que identificamos como privilegiado no artigo analisado. Esta é uma ressalva importante.

Em números absolutos, identificamos 4 artigos que adotavam uma abordagem conflituosa entre Ciência e perspectivas religiosas. Outros 4 adotavam uma perspectiva de Independência. Quinze artigos foram categorizados como pertencentes à categoria Diálogo. Apenas 1 foi identificado como pertencente à categoria Integração. O restante (16 artigos) adotaram uma abordagem da temática sem privilegiar algum dos quatro posicionamentos de Barbour.

Gráfico 6. Tipologia de Barbour



Fonte: autoria própria

Conforme explicitado no gráfico, a maior parte dos artigos abordou a temática sem revelar uma ênfase em alguma das perspectivas entre Ciência e Religião. Em tais trabalhos nota-se a tentativa dos autores, ao realizarem suas pesquisas, de manter imparcialidade sobre o tema. Como exemplos destes trabalhos podemos citar Razera e Nardi (2006), que discutem o Ensino da ética dentro do Ensino de Ciências. Outro exemplo é Oliveira, Bizzo e Pellegrini (2017), os quais fizeram um levantamento para verificar a receptividade da explicação científica da origem humana por estudantes brasileiros e italianos, relacionando essa aceitação com suas opiniões religiosas.

Dentre as categorias de Barbour, a postura que mais se fez presente nos artigos foi Diálogo. Nestes artigos, mesmo reconhecendo as diferenças epistemológicas existentes entre a construção do conhecimento científico e o religioso, apontou-se que seria papel da educação científica (e seus agentes) dialogar com o conhecimento religioso, a fim de tornar mais significativa a compreensão das diferenças e similitudes entre tais perspectivas. Um exemplo destes artigos é Santos e Fernandes (2021):

Tendo em vista as diferentes maneiras de se categorizar a relação entre Ciência e Religião (Conflito, Síntese e Diálogo), entendemos que os caminhos mais profícuos são aqueles que incorporam a dialogicidade dos saberes, visto que a busca permanente por uma escola que se propõe laica, democrática e plurirreligiosa deve permitir formas pedagógicas que se adequem ao giro dialógico próprio da sociedade informacional. (SANTOS; FERNANDES, 2021, p.342)

Outro exemplo da adoção dessa perspectiva pode ser encontrado em Teixeira e Levinson (2018) que em sua pesquisa vislumbraram, baseado em obras de France (2011) e Habermas (1984; 1989), o ambiente escolar como um espaço apto à comunicação entre educandos e professores, a fim de proporcionar um diálogo que promovesse o entendimento da teoria evolutiva.

Na categoria Independência encontramos artigos que deram ênfase na delimitação entre as diferenças de explicações proporcionadas pela Ciência e Religião. Como exemplo desta categoria podemos citar Maciel e Mello (2020) e Selles, Dorvillé e

Pontual (2016). Estes últimos recorrem ao conceito de Magistérios Não Interferentes de Stephen Jay Gould para defender a independência entre as duas perspectivas:

No nosso ponto de vista, não há nada que impeça a coexistência de ambas as lógicas no sistema de representações e visões de mundo dos diferentes indivíduos, com todos os seus conflitos e inconsistências de natureza pessoal, recapitulando o conceito de Magistérios Não Interferentes proposto por Gould (2002), que defendemos. (SELLES; DORVILLÉ; PONTUAL, 2016).

Com o mesmo número total de artigos que a categoria anterior, na categoria Conflito encontramos artigos que enfatizaram os conflitos existentes, explicações científicas e religiosas da natureza. Como exemplo desta abordagem, podemos citar Vitor, Maistro e Zômpero (2020) e Carolli e Cordeiro (2021). Para estes últimos “Por ser uma metafísica de base religiosa, o Logocentrismo está dissociado da Ciência contemporânea para efeitos de interpretação da realidade”¹ (CAROLLI; CORDEIRO, 2021).

Por fim, o único artigo que apresenta uma perspectiva que pode ser compreendida como de Integração entre perspectivas científica e religiosa foi encontrado em Borin (2000), na qual a autora descreve a ideologia José Kentenich, um padre palotino alemão que propôs uma pedagogia para seminaristas para enfrentar o “bacilo do pensar mecanicista” que ele associava ao comunismo e ao totalitarismo (BORIN, 2000).

CONCLUSÕES

Buscamos através dessa pesquisa apresentar características da relação existente entre Ciência e Religiosidade presente em artigos das revistas mais bem avaliadas nos extratos do índice Qualis da Capes. De forma resumida, encontrados trabalhos publicados desde o ano de 2000 até 2022, no entanto os anos nos quais encontramos maiores publicações de artigos foram os anos de 2018, 2020 e 2021. Observamos que os artigos científicos se inclinaram grandemente para a área de Biologia. Ainda sobre o levantamento quantitativo, foram encontrados muitos trabalhos que adotaram como metodologia o uso de questionários e entrevistas de alunos e professores, do ensino médio e de nível superior. De forma geral, embora encontramos em praticamente todos os trabalhos referências às dificuldades encontradas ao se abordar temáticas onde ciência e religião trazem respostas concomitantes, onde foram encontrados também um bom número de trabalhos em que a relação entre Ciência e Religião é vista de forma favorável, nos quais é apontado que o diálogo entre esses dois tipos de saberes corroboram para uma aprendizagem científica contextualizada com as culturas dos educandos, proporcionando que as características do conhecimento científico possam ser delineadas de forma mais crítica, inclusive aprofundando sua relação com a História e Filosofia da ciência.

Conforme mostrado no gráfico 6, trazemos os resultados encontrados nos trabalhos científicos pesquisados se baseando nas 4 tipologias elencadas por

¹ Esses autores recorrem a um conceito que Derrida (1973) chamou de “Logocentrismo”, que seria, segundo os autores, “uma tendência ideológica relativa ao Logos, que representa o pensamento resultante do encontro do pensamento grego com o pensamento judaico-cristão, nos primeiros séculos da atual era.” (CAROLLI, CORDEIRO, 2021, p.2)

BARBOUR. Nossos resultados, de acordo com os 40 artigos encontrados na pesquisa, revelaram a porcentagem: diálogo com 37% dos resultados obtidos, independência com 10%, conflitos com 10% e pôr fim a integração com um total de 3%. Já os trabalhos que ficaram sem categorização representam um total de 40%.

Por fim, esperamos através dessa pesquisa ter colaborado para uma melhor compreensão das possíveis relações existentes de Ciência e religiosidade, e que por meio das informações aqui geradas possamos propiciar aprimoramentos no ensino de Ciências, bem como servir de auxílio para novas pesquisas para alunos e professores.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AZEVEDO, H. L; CARVALHO, L. M. O. Ensino de Ciências e Religião: Levantamento das Teses e Dissertações Nacionais Produzidas Entre 1991 e 2016 que Abordam essa Relação. Vidya, v. 37, n. 1, p. 253-272, 2017.

BARBOUR, I.G. Quando a ciência encontra a religião. São Paulo: Cutrix, 2004.

BARDIN, L. Análise de Conteúdo. Lisboa: Edições 70, 2009.

BORIN, M. R. Pe. Kentenich e a Ideologia de Schoenstatt. Vidya, v. 19, n. 34, p. 217-228, 2000.

CAROLLI, A. L; CORDEIRO, M. J. J. A. A desconstrução de discursos discriminatórios de sexualidade e gênero: apresentando diagnósticos e problematizações pertinentes à Educação. Ciência & Educação, v. 27, p. 01-16, 2021.

FRANCE, B. How Post Normal views of science have contributed to a model of communication about biotechnology. Futures, v. 43, n. 2, p. 166-172, 2011.

FERNANDES, R. C. A.; MEGID NETO, J. Pesquisas sobre o estado da arte em educação em ciências: uma revisão em periódicos científicos brasileiros. In: Atas do VI ENPEC - Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências. Florianópolis: Abrapec, 2007.

FERREIRA, N. S. A. As pesquisas denominadas “Estado da Arte”. Educação & Sociedade, ano XXIII, n. 79, p. 257-272, 2002.

GOULD, S. J. Pilares do tempo. São Paulo: Rocco, 2002.

HABERMAS, J. R. The theory of communicative action. Boston: Beacon Press, 1984.

HABERMAS, J. R. Consciência moral e agir comunicativo. Rio de Janeiro: Tempo Brasileiro, 1989.

MACIEL, T. A. C; MELLO, R. Fatores que mais influenciam a percepção sobre evolução biológica e criacionismo em alunos do ensino médio do Distrito Federal. *Revista Ciências & Ideias*, v. 11, n.3, pag. 85-107, 2020.

MAHNER, M. e BUNGE, M. Is religious education compatible with science education? *Science & Education*, v. 5, n. 2, p. 101-123, 1996.

MARINELI, F; PIETROCOLA, M. Estruturas culturais, esquemas e recursos: como licenciandos em Física concebem e justificam o status ontológico de entidades em diferentes contextos. *Investigações em Ensino de Ciências (Ienci)*, v. 21, n. 3, pag. 109-126, 2016.

MASSONI, N. T; MOREIRA, M. A. David Bloor e o “programa forte” da Sociologia da Ciência: um debate sobre a natureza da Ciência. *Ensaio - Pesquisa em Educação em Ciências*, v. 22, pag. 01-22 2020.

MOURA, B. A. O que é natureza da Ciência e qual sua relação com a História e Filosofia da Ciência? *Revista Brasileira de História da Ciência*, Rio de Janeiro, v. 7, n.1, p. 32-46, 2014.

OLIVEIRA, G. S; BIZZO, N.; PELLEGRINI, N. B. G. Evolução Humana e Religião: Opiniões de Jovens Brasileiros e Italianos. *Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências*, v. 17, n.1, pag. 135-156, 2017.

PEIXOTO, C. T. B.; HARRES, J. B. S. Ciência e religião: um mapeamento de artigos nacionais que abordam a relação entre esses campos. *Investigações em Ensino de Ciências*, v. 26 (1), p. 169-187, 2021.

RAZERA, J. C. C; NARDI, R. Ética no ensino de Ciências: responsabilidades e compromissos com a evolução moral da criança nas discussões de assuntos controvertidos. *Investigações em Ensino de Ciências (ienci)*, v.11, v.1, pag. 53-66, 2006.

SALEM, S. Perfil, evolução e perspectivas da pesquisa em ensino de Física no Brasil. Tese de doutorado, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2012.

SANTANA, A. M. M. A. O ensino de Biologia e os sentidos construídos para o conceito de evolução no ensino médio. Dissertação de mestrado, Universidade Federal do Acre, Rio Branco, 2016.

SANTOS, W. R; FERNANDES, R. C. A. Repensando a relação entre Ciência e Religião no processo de ensino e aprendizagem. *Revista Insignare Scientia*, v. 4, n. 3, pag. 328-347, 2021.

SELLES, S. E.; DORVILLÉ, L. F M.; PONTUAL, L. V. Ensino religioso nas escolas estaduais do Rio de Janeiro: implicações para o ensino de Ciências/biologia. *Ciência & Educação*, v. 22, n. 4, p. 875-894, 2016.

SEPULVEDA, C; EL-HANI El, C. N. Quando visões de mundo se encontram: religião e Ciência na trajetória de formação de alunos protestantes de uma licenciatura em Ciências biológicas. *Investigações em Ensino de Ciências (ienci)*, v.9, n. 2, p. 137-175, 2004

SILVA, C. S. F.; LOPES JÚNIOR, J. Análise documental da produção acadêmica brasileira sobre o ensino de evolução (1990-2010): caracterização e proposições. *Investigações em Ensino de Ciências*, v. 18, n.2, p. 505-521, 2013.

TEIXEIRA, P. M. M.; OLIVEIRA, F. S. 40 anos de pesquisa em ensino de Biologia no Brasil: um estudo baseado em dissertações e teses (1972-2011). In: *Atas do IX Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências - IX ENPEC*, Águas de Lindóia, 2013.

TEIXEIRA, P. P; LEVINSON, R. Crenças religiosas e evolução: um modelo para o diálogo em aula. *Alexandria*, v. 11, n. 1, pag. 195-216, 2018.

VITOR, M; MAISTRO, V. L. A; ZÔMPERO, A. F. Educação para a sexualidade e formação inicial docente: uma investigação nos currículos de licenciatura em Ciências biológicas. *Investigações em Ensino de Ciências (Ienci)*, v. 25, n. 1, pag. 282-305, 2020.

CORRESPONDÊNCIA:

Edilson Vacaro Nogueira.

Licenciado em Ciências Naturais e Matemática – Física pela Universidade Federal de Mato Grosso (UFMT), Instituto de Ciências Naturais, Humanas e Sociais (ICNHS), Sinop, Mato Grosso, Brasil.

Hernani Luiz Azevedo.

Orcid: <https://orcid.org/0000-0001-6065-7053>.

Lattes: <http://lattes.cnpq.br/6649540914748537>.

Doutor em Educação em Ciências e Matemática pela Rede Amazônica de Educação em Ciências e Matemática (REAMEC). Docente da Universidade Federal de Mato Grosso (UFMT), Instituto de Ciências Naturais, Humanas e Sociais (ICNHS), curso de licenciatura em Ciências Naturais e Matemática – Física, Sinop, Mato Grosso, Brasil. E-mail: hernaniazevedo@gmail.com.

A EXPERIMENTAÇÃO NO ENSINO DE CIÊNCIAS COMO FERRAMENTA AUXILIADORA DO PROCESSO DE ENSINO E APRENDIZAGEM: uma revisão bibliográfica

**MÁRCIO ROBERTO HOBOLD¹, MIRNA DE ASSIS PARENTE DUTRA¹,
ROSELI ADRIANA BLÜMKE FEISTEL¹, ELIZABETH QUIRINO DE
AZEVEDO¹**

**¹Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências da Natureza e Matemática da
Universidade Federal de Mato Grosso**

RESUMO

O presente trabalho teve como objetivo propor uma reflexão e análise das produções acadêmicas, dos últimos anos, sobre a experimentação no ensino de Ciências, evidenciando as tendências e principais contribuições acerca da temática. Compreender como está ocorrendo a utilização de experimentos e aulas práticas no ensino de Ciências é de extrema relevância, pois constitui-se como uma abordagem de grande valia no processo de construção de um conhecimento mais significativo. Para tanto, foi realizada uma revisão de literatura a qual possibilitou fazer um mapeamento nas publicações relacionadas à experimentação no processo de ensino e aprendizagem no ensino de Ciências no período de 2012 a 2021. A busca pelas produções científicas foi realizada no Catálogo de Teses e Dissertações da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) e na Biblioteca Digital Brasileira de Teses e Dissertações (BDTD). Considerando o panorama das produções científicas encontradas acerca da temática, observa-se que a inserção de práticas experimentais na metodologia de ensino dos professores ainda é tímida e carece de uma compreensão melhor sobre a sua relevância e abordagem no ensino de Ciências.

Palavras-chave: Ensino de Ciências; Experimentação; Revisão bibliográfica.

1. INTRODUÇÃO

O processo de ensino e aprendizagem em Ciências é permeado por inúmeros desafios que têm se intensificado com o surgimento das novas demandas sociais, onde a tecnologia se faz cada vez mais presente permeando várias ações de nosso cotidiano tanto fora quanto dentro do ambiente escolar. Diante dessa nova realidade tecnológica, discorrer acerca do processo de ensino e aprendizagem em Ciências envolvendo métodos tradicionais, em que o professor se firma como detentor e transmissor do conhecimento científico, encontra-se em defasagem. De acordo com Silva (2021), em muitas escolas do Brasil, apesar de inúmeras mudanças no cenário social e de toda uma gama de possibilidades devido à tecnologia, o modelo educacional ainda é baseado na mera transmissão de conhecimento, no acúmulo de saberes e na supremacia de um professor que detém o saber, constituindo uma pedagogia bancária, caracterizada pela omissão e passividade.

As metodologias tradicionais, ainda utilizadas em sala de aula, tornam o processo de aprendizagem em Ciências um ato puramente mecanizado onde os alunos são induzidos a memorizarem conceitos, fórmulas e vocabulários científicos. Segundo Santos (2007, p. 68), “o ensino escolar de Ciências, de maneira geral, vem sendo desenvolvido de forma totalmente descontextualizada, por meio da resolução ritualística de exercícios e problemas escolares que não requerem compreensão conceitual mais ampla”. Na concepção de Silva (2019), quando o professor opta por atuar apenas de forma teórica, as aulas tornam-se monótonas, tendendo a seguir o ensino tradicional, o que ignora os avanços tecnológicos existentes e a própria realidade dos alunos que utilizam esses recursos diariamente.

Partindo do pressuposto de que o ensino de Ciências em sala de aula precisa ser repensado, um possível encaminhamento para que essa melhoria de fato ocorra pode estar pautado no ensino experimental. Conforme Silva (2017), a experimentação é importante, pois contribui com o desenvolvimento dos alunos, auxiliando-os na aquisição de conhecimento. Quando o professor permite aos seus alunos pensarem ao invés de pensar por eles, este está favorecendo a autonomia intelectual dos mesmos e preparando-os para atuar de forma competente, criativa e crítica.

A utilização de métodos experimentais pode favorecer o processo de inter-relação entre professor e aluno, além de contribuir para uma significativa melhora na compreensão dos fenômenos naturais, uma vez que os estudantes estarão manipulando materiais que permitirão que os mesmos visualizem na prática os conceitos abordados pelo professor em sala de aula. Maiato (2013) afirma que a aula sustentada nesse tipo de atividade pode ajudar no processo e interação na tríade professor, conteúdo e aluno, e ser útil para despertar e manter a atenção dos diferentes tipos de alunos.

A utilização do processo de experimentação em sala de aula auxilia no processo de formação de um sujeito mais ativo, ou seja, o aluno tem a possibilidade de sair da passividade e participar ativamente da construção do seu conhecimento. Apesar de ser notória a importância de um ensino de Ciências que vise transpor os conceitos científicos para além da sala de aula, sabe-se que a realidade enfrentada pelas escolas e professores, a fim de que lancem mão do uso dos processos de investigação em sua prática pedagógica, enfrenta alguns desafios. A inexistência de materiais e espaços físicos apropriados, a ausência dos meios adequados faz com que muitos professores protelem a utilização dessas práticas em sua rotina de aula, pois veem, por exemplo, no espaço físico do laboratório a única forma de se trabalhar com processos de investigação científica.

Sasseron (2015) alega que os laboratórios costumam estar vinculados às práticas nas aulas de Ciências. Entretanto, na grande maioria das escolas brasileiras esse espaço tem recebido cada vez menos atenção, implicando não apenas o escasso suporte para que seja utilizada, mas também, na falta de condições para realizar o planejamento e organizações eficientes.

O processo de ensino e aprendizagem através de experimentos aumenta significativamente a compreensão acerca do conceito científico, uma vez que desenvolve melhor as etapas de estágio da aprendizagem no sistema cognitivo. Segundo Gazzaniga et al. (2006), as etapas dos estágios de aprendizagem são: a codificação, o armazenamento e a evocação. A junção de teoria com a prática além de promover a participação ativa do aluno em seu processo de ensino e aprendizagem

facilita a aprendizagem de alguns conceitos que, por diversas vezes, são pré-requisitos básicos para a compreensão de um determinado tema. As informações que a educação escolar promove através dos conteúdos e aulas expositivas são processadas para serem decodificadas pelo sistema cognitivo e, assim, transformadas em memória e servirem de base para a reflexão e desenvolvimento de novos conhecimentos. De acordo com Mora (2004, p. 94), memória e aprendizagens são “processos que modificam o cérebro e a conduta do ser vivo que os experimenta”.

As aulas práticas com experimentos que buscam contemplar as atividades e conceitos destacadas no plano de ensino do professor tornam o aluno protagonista na busca pelo conhecimento, ampliando sua criticidade e autonomia intelectual, tendo o professor como mediador no processo de aprender. Na acepção de Ausubel (2003), a aprendizagem precisa ser significativa, assim as aulas práticas dão mais valor aos conceitos e, por consequência, promovem uma aprendizagem mais significativa.

No entendimento de Rosito (2008), a atividade prática é caracterizada como um trabalho onde se tem alunos ativos e não passivos, podendo ser aplicada em qualquer área do conhecimento. Portanto, as atividades práticas em aulas de Ciências não são somente aquelas desenvolvidas no laboratório por meio da reprodução de um experimento ou outra técnica qualquer. A atividade prática pode ser vista com um trabalho de pesquisa dentro e fora da sala de aula, possibilitando o professor utilizar sua criatividade para desenvolver a atividade relacionada ao tema abordado (HODSON, 1994).

Considera-se que é possível desenvolver práticas experimentais em sala de maneira de forma mais eficaz, trabalhando as capacidades dos alunos em explorar as técnicas básicas para o desenvolvimento de uma aula prática, ou seja, promover meios para que os alunos aprendam a manusear os aparatos necessários para aprender Ciências (POZO; CRESPO, 2009).

Para Moraes et al. (2004), as informações por si só não representam a aprendizagem, ela pode ser fruto de um processo de construção e transformação das informações recebidas. Nesse sentido, as aulas com experimentos e práticas contribuem para aumentar a interação e engajamento dos alunos no processo de construção da aprendizagem. A experimentação oportuniza o desenvolvimento do pensamento científico através da reflexão enquanto se desenvolve e analisa uma prática. Nessa direção, Mortimer e Scott (2002) recomendam o uso de práticas discursivas em ambientes de ensino de Ciências para promover a interação entre os diversos participantes da pesquisas por meio do diálogo.

A utilização de métodos de investigação científica no ambiente escolar pode oportunizar o processo de construção da aprendizagem, onde o professor deixa ter o papel de detentor e transmissor do conhecimento e passa ser um mediador, tornando a aprendizagem significativa. Os alunos podem utilizar os processos de experimentação como metodologia investigação científica, favorecendo o despertar da curiosidade, conduzindo a indagação e questionamento dos fatos estudados, oportunizando a passagem de ser um mero expectador para ser o agente construtor do seu conhecimento.

Diante disso, este trabalho visa discutir a importância dos processos de experimentação na prática metodológica, investigando a inserção das metodologias de experimentação em sala de aula e a sua relevância na construção de um ensino de Ciências que faça relação com a vivência dos alunos.

O ensino de Ciências

A transmissão do conhecimento científico aconteceu ao longo da história da humanidade, em sua grande maioria, tendo o aluno como um ser passivo e receptor do conhecimento nesse processo de ensino e aprendizagem. De acordo com Almeida (2001), a principal metodologia utilizada era a exposição oral dos conteúdos aos alunos. Ao longo de décadas, os experimentos científicos buscam contemplar teorias já estudadas e debatidas em sala de aula, portanto, ao participar de uma aula prática, o aluno busca apenas comprovar algo que já está comprovado cientificamente e com resultados pré-estabelecidos. No entendimento de Silva (2000), tal situação faz com que o aluno apenas reproduza o conhecimento sem criar nada de novo, nem desenvolver e estimular o pensamento crítico acerca dos fenômenos e fatos do dia a dia.

O ensino por descoberta e redescoberta surgiu como uma proposta de ensino que visa romper o método empirista baseado na reprodução e transmissão do conhecimento científico, com um passo a passo para os alunos sobre os processos de análise e conclusão em uma investigação científica (POZO; CRESPO, 2009). Segundo (ALMEIDA 2001), busca-se promover um maior engajamento dos alunos durante as etapas dos experimentos propostos pelos professores, tendo como referência um conhecimento de base para um experimento e confrontá-lo com suas propostas.

O debate entre a reprodução do conteúdo e o ensino por descoberta abriu espaço para uma nova corrente epistemológica que vinha sendo objeto de estudo em diversos países, denominada mudança conceitual. No entendimento de Almeida (2001), constituindo-se de uma prática de ensino-aprendizagem sob um viés construtivista, com um propósito de levar o aluno a pensar e refletir sobre os fenômenos e conceitos científicos, associando os conhecimentos científicos com o conhecimento comum, a partir de seus conhecimentos prévios, privilegiando o pensamento e a reflexão na construção do conhecimento. Nesse sentido, o ensino por meio do experimento pode propiciar o espírito crítico e investigativo no aluno promovendo uma iniciação científica.

Este modelo de transmissão-recepção foi utilizado hegemonicamente até o final dos anos cinquenta. Diante disso, Almeida (2001) assegura que esta perspectiva de transmissão está configurada exclusivamente na exposição oral dos conteúdos pelo professor.

Neste contexto, o aluno é visto como mero aprendiz que precisa memorizar todas as informações que lhes são passadas e, posteriormente, reproduzi-las em regras definidas. Sob essa ótica, no processo de ensino e aprendizagem de Ciências, os experimentos adquirem o papel de comprovar os conceitos científicos transmitidos anteriormente em aulas teóricas. De acordo com Silva (2000, p. 4), “esse modelo, construído com base em pressupostos empiristas, concebia uma ciência que, sendo neutra, constituía-se de verdades científicas adquiridas independentemente de interferências sociais”. Tal concepção consolidava-se em aulas de laboratório, nas quais se presumia que os fenômenos em si mesmos resultassem nas leis e teorias, quase que à revelia da atividade cognoscente do sujeito, prevalecendo-se a falta de distinção entre as criações científicas e os objetos reais do conhecimento. À escola cabia apenas o papel de transmitir os conhecimentos científicos aos alunos e, dessa maneira, as atividades experimentais eram utilizadas para comprovar tais conhecimentos, passando-se a imagem de que as leis e teorias são derivadas diretamente dos fenômenos.

ENCAMINHAMENTOS METODOLÓGICOS

Com o intuito de conhecer e analisar produções científicas relacionadas ao processo de ensino e aprendizagem acerca da experimentação no ensino de Ciências, o presente estudo configura-se como uma revisão de literatura. Na compreensão de Romanowski (2006), pesquisas desse tipo têm por objetivo realizar um levantamento e análise do que se produz considerando uma determinada área de conhecimento.

A busca pelas produções científicas foi realizada em duas Bases de Dados, a citar, o Catálogo de Teses e Dissertações da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) e na Biblioteca Digital Brasileira de Teses e Dissertações (BDTD), disponível para consulta on-line, no período compreendido entre os anos de 2011 a 2021. Os descritores utilizados para a obtenção dos estudos foram “Ensino de Ciências”, “processos de experimentação” e “ensino e aprendizagem em Ciências” no título, no resumo e nas palavras-chave de cada trabalho com o intuito de selecionar trabalhos voltados à experimentação.

Inicialmente, a pesquisa bibliográfica buscou identificar e selecionar estudos voltados à experimentação no Ensino de Ciências. Em momento posterior, os estudos foram analisados a fim de permitir a obtenção de informações relevantes e aprofundar as discussões acerca da abordagem da experimentação no ensino de Ciências.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

Ao realizar a revisão bibliográfica foi possível identificar uma série de trabalhos que relatam o processo de experimentação no ensino de Ciências e sua relevância no processo de ensino e aprendizagem. Para fins de análise, foram selecionadas 10 (dez) produções científicas, sendo todas elas dissertações, as quais estão apresentadas no Quadro 1, contemplando o título, autor(a) e ano de publicação.

Quadro 1. Dissertações selecionadas no Catálogo de Teses e Dissertações da CAPES e na BDTD acerca da temática “Experimentação no Ensino de Ciências”

Título	Autor(a)	Ano
O uso de atividades experimentais no ensino de Física para o estudo de Indução Eletromagnética	Paulo Henrique Pereira de Melo	2021
A natureza da Ciência nas atividades experimentais do livro do professor “Nutrição e locomoção no organismo humano”	Cynthia Gomes de Lira	2019
Análises Físico-Químicas de Soluções Aquosas: uma abordagem experimental e interdisciplinar como ferramenta impulsionadora da aprendizagem no Ensino Médio	Glauber Oliveira Benjamim	2019
O papel da experimentação no ensino de Ciências e sua contribuição para a Aprendizagem Significativa	Evandro Vilmar Guimarães	2017
Experimentos didáticos para o ensino de Estrutura Atômica: motivação para o aprendizado no ensino de Química	Márcio dos Reis da Silveira	2018

Interações discursivas e a experimentação investigativa no Clube de Ciências Prof. Dr. Cristovam Wanderley Picanço Diniz	Gladson Lima Nery	2018
Ciências, ensino de Ciências e experimentação: concepções dos alunos em Pedagogia	Thiago Renato Lomba	2018
Inovações e experimentos no ensino de Ciências da Natureza para estudantes do 5º ano do Ensino Fundamental: a Aprendizagem Significativa em questão que proporciona a Alfabetização Científica	Carla Vater de Almeida	2016
A experimentação e o ensino de Ciências: diferentes abordagens nas aulas de Química	Crislaine Barreto de Gois	2014
Neurociência e aprendizagem: o papel da experimentação no ensino de Ciências	Alexandra Moraes Maiato	2013

Fonte: Elaborado pelos autores

As produções científicas foram elencadas e agrupadas em razão dos pontos em comum existentes, considerando-se as percepções dos autores sobre a relevância e as potencialidades dos processos de experimentação no ensino de Ciências.

Assim, com base na análise dos dados, no Quadro 2 são apresentados os principais aspectos relacionados à experimentação no processo de ensino e aprendizagem em Ciências relacionados à perspectivas.

Quadro 2. Perspectivas e principais aspectos relacionados à experimentação no processo de ensino e aprendizagem em Ciências

Perspectivas	Principais aspectos considerados
Alfabetização Científica contextualizada e problematizadora	- A natureza da ciência nas atividades experimentais do livro do professor “Nutrição e locomoção no organismo humano; - O uso de atividades experimentais no ensino de Física para o estudo de indução eletromagnética; - Interações discursivas e a experimentação investigativa no Clube de Ciências.
Aprendizagem Significativa numa abordagem interdisciplinar	- Experimentos didáticos para o ensino de estrutura atômica: motivação para o aprendizado no ensino de Química; - Inovações e experimentos no ensino de Ciências da Natureza para estudantes do 5º ano do Ensino Fundamental: a aprendizagem significativa em questão que proporciona a alfabetização científica; - Análises físico-químicas de soluções aquosas: uma abordagem experimental e interdisciplinar como ferramenta impulsionadora da aprendizagem no Ensino Médio; - Papel da experimentação no ensino de Ciências e sua contribuição para a Aprendizagem Significativa.

Experimentos por descoberta e redescoberta	- A experimentação e o ensino de Ciências: diferentes abordagens nas aulas de Química; - Ciências, ensino de Ciências e experimentação: concepções dos alunos em Pedagogia; - Neurociência e aprendizagens: o papel da experimentação no ensino de Ciências.
--	--

Fonte: Elaborado pelos autores

Tendo em vista a análise realizada, observa-se a significativa importância atribuída aos processos experimentais, bem como a sua relevância no desenvolvimento do conhecimento dos alunos e a relação dessa abordagem metodológica com a efetiva melhoria da qualidade do ensino de Ciências.

As produções científicas, seguindo uma linha metodológica voltada à uma aprendizagem significativa que promova uma aprendizagem científica, apresentaram um maior destaque. Foram selecionados trabalhos que buscam representar essa perspectiva que é uma tendência a ser implantada com uma maior efetividade no ensino de Ciências. As pesquisas apontam discussões que evidenciam o ponto de vista de diversos autores que afirmam a necessidade de abordar aulas experimentais para despertar a curiosidade e o senso crítico nos alunos pensando numa transformação do ensino e, também, da sociedade.

De acordo com Maiato (2013 p. 34), “o laboratório de ciência e a utilização desse pelo professor agregam qualidade para a instituição que o possui, da mesma forma que o professor que utiliza esse laboratório para o desenvolvimento de atividades práticas com os alunos tem o seu trabalho reconhecido e valorizado pelos demais”. Desse modo, a realização de tais atividades corrobora no desenvolvimento do sujeito do seu senso crítico interferindo, assim, na forma como o mesmo se comporta na sociedade em que está inserido. Nessa perspectiva, as atividades experimentais são apontadas como essenciais para aproximar o aluno do saber científico através da relação entre teoria e prática, tendo como base seus conhecimentos prévios (MAIATO, 2013).

A alfabetização científica vem sendo apresentada como um objetivo em alguns dos trabalhos encontrados. Os autores demonstram a importância da educação escolar promover uma formação cidadã plena do discente, alinhando o conteúdo científico com o conhecimento de mundo para formar cidadãos capazes de atuar com autonomia em sociedade.

Nesse sentido, a alfabetização científica busca desenvolver no aluno, além do senso crítico, a consciência sobre os atos a fim de emergir a responsabilidade sobre as suas ações, em razão das consequências das atitudes coletivas, sejam elas relacionadas ao meio ambiente, saúde ou outra área qualquer. Nessa direção, Almeida (2016) menciona que uma maneira de aproximar os alunos dos métodos da Ciência é propor atividades práticas fazendo com que levantem e testem hipóteses, discutam e registrem os resultados obtidos. Essas habilidades contribuem para a organização do pensamento e instigam os estudantes para o estudo.

A alfabetização científica pode ser contemplada pela abordagem significativa e interdisciplinar do conhecimento, pois são temas que não se dissociam. Em sala de aula e pesquisas científicas podem ser abordados simultaneamente uma vez que, geralmente, nos trabalhos a maioria sugere a prática interdisciplinar para reduzir a fragmentação

entre as disciplinas e estabelecer um ensino mais voltado ao conhecimento de mundo do aluno. Os experimentos por si só já trazem uma abordagem interdisciplinar, pois o aluno ao desenvolvê-lo precisa utilizar de diversos conceitos e habilidades referentes a outras disciplinas justificando uma prática interdisciplinar, seja na leitura, nos cálculos, nas escritas de relatório, nos trabalhos em equipe ou num resgate bibliográfico ou seu próprio conhecimento de mundo.

O conhecimento obtido a partir de uma prática experimental, desde que o aluno desenvolva de maneira autônoma os experimentos, já são capazes de promover a investigação sobre uma temática, por exemplo, ao analisar um erro no experimento, o aluno precisa aprofundar conceitos sobre as diversas hipóteses encontradas. Nesse sentido, o ensino por investigação, a problematização, a autonomia na busca do conhecimento também é contemplada em um ensino a partir dos experimentos.

O ensino por descoberta, mesmo sendo apontado com uma prática superada, baseada apenas no método empírico em que todo o conhecimento é obtido pela observação, seguindo o roteiro metodológico de uma pesquisa científica, aparece em alguns trabalhos. Segundo alguns autores, a exemplo de Pozo e Crespo (2009), o método empírico não deve ser desprezado, pois é uma das principais metodologias no ato de se fazer ciência. A discussão encontrada nos trabalhos se dá em torno da Educação Básica, onde autores apontam esse método como uma sequência de atividades práticas que visam comprovar teorias. Em outras palavras, o professor elabora um roteiro e os alunos seguem em busca dos resultados e desenvolvem os conceitos.

Os resultados obtidos pelo método empírico são satisfatórios e despertam motivação nos alunos, promovendo uma interação e engajamento nas atividades práticas, no entanto, não despertam no aluno a consciência cidadã, nem o ensino investigativo e a autonomia, que são pressupostos básicos da alfabetização científica e da prática interdisciplinar, pelo contrário, ele já vem engessado e pré-determinando o que o aluno precisa fazer. Diante da necessidade de formar cidadãos para o mundo, com conhecimento de mundo para atuarem em sociedade, o ensino por descoberta ainda não é recomendado na Educação Básica, ficando mais restrito as pesquisas científicas específicas no nível superior.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os trabalhos analisados apontam a necessidade de um ensino com práticas experimentais voltadas para a formação de cidadãos que possam atuar em sociedade. Nesse sentido, as práticas interdisciplinares com uma abordagem metodológica que seja significativa para os alunos são fortemente recomendadas. É importante que o ensino por descoberta e os métodos empíricos continuem presentes no ensino como meio para se atingir um objetivo maior, que são os objetivos delineados para as Ciências da Natureza; onde as práticas se iniciam e não se encerram nelas mesmas a fim de simplesmente comprovar uma teoria já sabida, sem promover nada de novo no conhecimento do aluno e, portanto, não contribuir para a formação da sociedade que se espera em um futuro próximo.

Considerando os trabalhos relacionados aos processos de experimentação no ensino de Ciências foi possível notar que o ensino de Ciências tradicional não se insere mais na realidade que atualmente se vivencia. Esse tipo de aula torna o ensino de Ciências vago

e sem significados para os alunos, visto que realizar atividades experimentais como uma forma de verificar na prática apenas aquilo que se trabalha na teoria não agrega significados, pois está pautada em um método tradicionalista. Ao professor cabe a tarefa de refletir sobre as formas de se utilizar os processos de experimentação de modo que as mesmas possam desenvolver o processo investigativo dos alunos servindo assim, para ressignificar as concepções dos mesmos acerca da Ciência e da relevância da mesma em sua vida.

Em suma, diante das perspectivas observadas, acredita-se na importância e potencialidade da contextualização para o desenvolvimento das atividades experimentais, aproximando o ensino de Ciências do cotidiano dos alunos bem como a obtenção de um aprendizado mais significativo.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALMEIDA, A. Educação em Ciência e Trabalho Experimental: emergência de uma nova concepção In: VERÍSSIMO, A. PEDROSA, M. A. RIBEIRO, R. Ensino experimental das Ciências: (Re)Pensar o ensino das Ciências. Ministério da Educação. Departamento do Ensino Secundário. 2001. Disponível em: <https://www.dge.mec.pt/sites/default/files/Secundario/Documentos/Programas/CE_Programa/publicacoes_repensar.pdf>. Acesso em: 30 abr. 2023.

ALMEIDA, C. V. Inovações e experimentos no ensino de Ciências da Natureza para estudantes do 5º ano do Ensino Fundamental: a Aprendizagem Significativa em questão que proporciona a Alfabetização Científica. 2016. 208 f. Dissertação (Mestrado em Ensino) – Universidade do Estado do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro, 2016. Disponível em: <https://www.bdt.d.uerj.br:8443/bitstream/1/7170/1/Dissertacao_Carla.pdf>. Acesso em: 25 out. 2022.

AUSUBEL, D. P. Aquisição e retenção de conhecimento: uma perspectiva cognitiva. Lisboa: Plátano Edições Técnicas, 2003.

BENJAMIM, G. O. Análises Físico-Químicas de Soluções Aquosas: uma abordagem experimental e interdisciplinar como ferramenta impulsionadora da aprendizagem no Ensino Médio. 2019. 93 f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências e Matemática) – Universidade Federal do Ceará. Fortaleza, 2019. Disponível em: <https://repositorio.ufc.br/bitstream/riufc/40122/4/2019_dis_gobenjamim.pdf>. Acesso em: 28 nov. 2022.

GAZZANIGA, M. S. et al. Neurociência Cognitiva: a biologia da mente. Porto Alegre: Artmed, 2006.

GOIS, C. B. A experimentação e o ensino de Ciências: diferentes abordagens nas aulas de Química. 2014. 148 f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências e Matemática) – Universidade Federal do Sergipe. São Cristóvão, 2014. Disponível em: <https://ri.ufs.br/bitstream/riufs/5141/1/CRISLAINE_BARRETO_GOIS.pdf>. Acesso em: 24 nov. 2022.

GUIMARÃES, E. V. O papel da experimentação no ensino de Ciências e sua contribuição para a Aprendizagem Significativa. 2017. 95 f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências Naturais e Matemática – Universidade Estadual do Centro Oeste. Guarapuava, 2017. Disponível em: <<https://www3.unicentro.br/wp-content/uploads/sites/28/2017/12/A-Experimenta%C3%A7%C3%A3o-no-Ensino-de-Ci%C3%A4ncias-e-sua-contribui%C3%A7%C3%A3o-para-a-Aprendizagem-Significativa.pdf>>. Acesso em 17 nov. 2022.

HODSON, D. Hacia un enfoque más crítico del trabajo de laboratorio. Enseñanza de las Ciências, v. 12, n. 3, 1994.

LIRA, C. G. A natureza da Ciência nas atividades experimentais do livro do professor “Nutrição e locomoção no organismo humano”. 2019. 142 f. Dissertação (Mestrado em Educação) – Universidade Federal de Pernambuco. Recife, 2019. Disponível em: <<https://repositorio.ufpe.br/bitstream/123456789/36344/1/DISSERTA%c3%87%c3%83O%20Cynthia%20Gomes%20de%20Lira.pdf>>. Acesso em: 30 nov. 2022.

LOMBA, T. R. Ciências, ensino de Ciências e experimentação: concepções dos alunos em Pedagogia. 2018. 81 f. Dissertação (Mestrado em Ensino e Processos Formativos) – Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho. São José do Rio Preto, 2018. Disponível em: <https://repositorio.unesp.br/bitstream/handle/11449/157364/lomba_tr_me_sjrp.pdf?sequence=5&isAllowed=y>. Acesso em: 10 nov. 2022.

MAIATO, A. M. Neurociências e aprendizagem: o papel da experimentação no ensino de Ciências. 2013. 81 f. Dissertação (Mestrado em Educação em Ciências: Química da Vida e Saúde) – Universidade Federal do Rio Grande, Rio Grande, 2013. Disponível em: <<https://repositorio.furg.br/handle/1/4793>>. Acesso em: 20 abr. 2023.

MELO, P. H. P. O uso de atividades experimentais no ensino de Física para o estudo de Indução Eletromagnética. 2021. 134 f. Dissertação (Mestrado Profissional em Ensino de Física) – Universidade Estadual da Paraíba. Campina Grande, 2021. Disponível em: <<http://tede.bc.uepb.edu.br/jspui/bitstream/tede/4079/2/PDF%20-%20Paulo%20Henrique%20Pereira%20de%20Melo.pdf>>. Acesso em: 24 nov. 2022.

MORA, F. Como funciona o cérebro. Porto Alegre: Artmed, 2004.

MORAES, R.; RAMOS, M. G.; GALIAZZI, M. do C. A epistemologia do aprender no educar pela pesquisa em Ciências: alguns pressupostos teóricos. In: MORAES, R.; MANCUSO, R. Educação em Ciências. Ijuí: Unijuí, 2004.

MORTIMER, E. F.; SCOTT, P. H. Atividade Discursiva nas Salas de Aula de Ciências: uma ferramenta sociocultural para analisar e planejar o ensino. Investigações em Ensino de Ciências. Porto Alegre, v. 7, n. 3, 2002.

NERY, G. L. Interações discursivas e a experimentação investigativa no Clube de Ciências Prof. Dr. Cristovam Wanderley Picanço Diniz. 2018. 98 f. Dissertação (Mestrado em Educação em Ciências e Matemática) – Universidade Federal do Pará. Belém, 2018. Disponível em: <https://www.repositorio.ufpa.br/jspui/bitstream/2011/13863/1/InteracoesDiscursivasExperimentacao_Dissertacao.pdf>. Acesso em: 15 out. 2022.

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.

ROMANOWSKI, J. P; ENS, R. T. As pesquisas denominadas do tipo “estado da arte” em educação. *Diálogo Educacional*, v. 6, n. 9, pp. 37-50, set./dez., 2006. Disponível em: <<https://www.redalyc.org/pdf/1891/189116275004.pdf>>. Acesso em: 27 abr. 2022.

ROSITO, B.A. O ensino de Ciências e a experimentação. In: MORAES, Roque (ORG.) *Construtivismo e ensino de ciências: reflexões epistemológicas e metodológicas*. 3 ed. Porto Alegre: EDIPUCRS, 2008, p. 195-208.

SANTOS, W. L. P. Educação científica na perspectiva de letramento como prática social: funções, princípios e desafios. *Revista Brasileira de Educação*, São Paulo, v. 12, n. 16, set/dez. 2007. Disponível em: < <https://www.scielo.br/j/rbedu/a/C58ZMt5JwnNGr5dMkrDDPTN/?lang=pt>>. Acesso em: 14 abr. 2022.

SASSERON, L. H. Alfabetização Científica, Ensino por Investigação e Argumentação: relações entre Ciências da Natureza e Escola. *Revista Ensaio Belo Horizonte*, v.17, n. especial, pp. 49-67, nov. 2015. Disponível em: <<https://www.scielo.br/j/epec/a/K556Lc5V7Lnh8QcckBTTMcq/?lang=pt>>. Acesso em: 13 abr. 2022.

SILVA, G. T. Estratégias metodológicas utilizadas pelos docentes de Ciências/Biologia nas Escolas Públicas da Cidade de Desterro-PB. 2021. 38 f. Repositório Digital, Instituto Federal de Educação, Ciências e Tecnologia da Paraíba. 2021. Disponível em: <https://repositorio.ifpb.edu.br/jspui/bitstream/177683/1785/1/TCC_Georgia%20Tavare_s_ESTRAT%c3%89GIAS%20METODOL%c3%93GICAS%20UTILIZADAS%20PELOS%20DOCENTES.pdf>. Acesso em: 13 mai. 2022.

SILVA, T. de. S. G. Ensino de Ciências por experimentação nos anos iniciais: da teoria a prática. *Caderno de Produção Acadêmico-Científica*. Programa de Pós-Graduação em Educação, Vitória, v. 25, n. 1, pp. 1-4, jan./jun. 2019. Disponível em: <<https://periodicos.ufes.br/prodiscente/article/view/20913>>. Acesso em: 14 abr. 2022.

SILVA, E. D. A importância das atividades experimentais na educação. 2017. 46 f. Monografia (Especialização) - Curso de Docência do Ensino Superior, Universidade Candido Mendes AVM – Faculdade Integrada, Rio de Janeiro, 2017. Disponível em:

< https://www.avm.edu.br/docpdf/monografias_publicadas/posdistancia/54358.pdf>.
Acesso em: 20 mar. 2022.

SILVEIRA, M. R. Experimentos didáticos para o ensino de Estrutura Atômica: motivação para o aprendizado no ensino de Química. 2018. 68 f. Dissertação (Mestrado Profissional em Química) – Universidade Federal de São Carlos. São Carlos, 2018. Disponível em:

<<https://repositorio.ufscar.br/bitstream/handle/ufscar/11040/Disserta%3%a7%3%a3o%20M%3%a1rcio%20Silveira%20PDF.pdf?sequence=1&isAllowed=y>>. Acesso em: 19 mar. 2022.

CORRESPONDÊNCIA:

Marcio Roberto Hobold

Orcid: <https://orcid.org/0000-0003-4015-9959>.

Lattes: <http://lattes.cnpq.br/3417840147314014>.

Licenciado em Química e Normal Superior pela Universidade Federal de Mato Grosso do Sul (UFMS). Docente da Rede Estadual de Educação de Mato Grosso e da Rede Municipal de Educação de Sorriso-MT. Mestrando do Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências da Natureza e Matemática (PPGECM) da Universidade Federal de Mato Grosso (UFMT), Câmpus Universitário de Sinop (CUS), Instituto de Ciências Naturais, Humanas e Sociais (ICNHS). Sinop, Mato Grosso, Brasil. Tem experiência na docência de Química e Anos Iniciais, e na Sala de Recursos Multifuncionais. e-mail: marciobold2013@gmail.com.

Mirna de Assis Parente Dutra

Orcid: <https://orcid.org/0000-0001-5389-670X>.

Lattes: <http://lattes.cnpq.br/0056611006125155>.

Licenciada em Ciências Naturais e Matemática - Física pela Universidade Federal de Mato Grosso (UFMT). Docente da Rede Estadual de Educação de Mato Grosso. Mestranda do Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências da Natureza e Matemática (PPGECM) da UFMT, Câmpus Universitário de Sinop (CUS), Instituto de Ciências Naturais, Humanas e Sociais (ICNHS) e membro do Grupo de Pesquisa em Ensino de Ciências de Sinop (GPECS). Sinop, Mato Grosso, Brasil. e-mail: parentemirna@gmail.com.

Roseli Adriana Blümke Feistel

Orcid: <https://orcid.org/0000-0002-8696-2221>.

Lattes: <http://lattes.cnpq.br/8516673002046226>.

Licenciada em Física e Mestre em Educação nas Ciências pela Universidade Regional do Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul (UNIJUÍ) e Doutora em Educação

Científica e Tecnológica pela Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC). Docente Associada da Universidade Federal de Mato Grosso (UFMT), Câmpus Universitário de Sinop (CUS), Instituto de Ciências Naturais, Humanas e Sociais (ICNHS), Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências da Natureza e Matemática (PPGECM), Curso de Licenciatura em Ciências Naturais e Matemática. Pesquisadora do Núcleo Interdisciplinar de Pesquisa em Ensino de Ciências e Matemática (NIPECeM) e do Grupo de Pesquisa em Ensino de Ciências de Sinop (GPECS), com pesquisas na área de Educação, Ensino de Ciências, Ensino de Física, atuando, principalmente, nos seguintes temas: Ensino de Ciências/Física, Formação de Professores, Currículo, Interdisciplinaridade, Abordagem Temática, Ensino-aprendizagem. Membro do Conselho Municipal de Educação e do Fórum Permanente de Educação do município de Sinop-MT. Sinop, Mato Grosso, Brasil. e-mail: roseli.feistel@ufmt.br.

Elizabeth Quirino de Azevedo

Orcid: <https://orcid.org/0000-0003-0416-7732>.

Lattes: <http://lattes.cnpq.br/4804734155117578>.

Licenciada em Ciências e Matemática pela Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras de Mandaguari, Mestre e Doutora em Educação Matemática Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho (UNESP). Docente Adjunta da Universidade Federal de Mato Grosso (UFMT), Câmpus Universitário de Sinop (CUS), Instituto de Ciências Naturais, Humanas e Sociais (ICNHS), Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências da Natureza e Matemática (PPGECM), Curso de Licenciatura em Ciências Naturais e Matemática, pesquisadora do Núcleo Interdisciplinar de Pesquisa em Ensino de Ciências e Matemática (NIPECeM) e do Grupo de Trabalho e Estudo em Resolução de Problemas (GTERP) da UNESP, Rio Claro/SP, com pesquisas na área de Educação e Educação Matemática atuando, principalmente, nos seguintes temas: Resolução de Problemas, Ensino de Matemática, Ensino-aprendizagem, Educação Matemática e Formação de Professores. Membro do Conselho Municipal de Educação do município de Sinop-MT. Sinop, Mato Grosso, Brasil. e-mail: eqazevedo@gmail.com.

JOGOS EDUCATIVOS E CONCEITOS DO SISTEMA DE NUMERAÇÃO DECIMAL: uma sequência didática desenvolvida no 4º ano do Ensino Fundamental

**LIVRADA FERNANDES DE AQUINO ¹, MARTA MARIA PONTIN DARSIE¹,
ANDREIA CRISTINA RODRIGUES TREVISAN¹, EBERSON PAULO
TREVISAN¹**

¹ Universidade Federal de Mato Grosso

RESUMO

O capítulo proposto originou-se de atividades desenvolvidas na disciplina “Livro didático e a relação teoria e prática no ensino de Matemática”, vinculada ao curso de Mestrado Profissional em Ensino de Ciências da Natureza e Matemática, da Universidade Federal de Mato Grosso - Câmpus Sinop, no semestre 2021/2. No decorrer da disciplina, analisamos e produzimos materiais didáticos para o ensino do Sistema de numeração decimal: leitura, escrita, comparação e ordenação de números com enfoque em jogos educativos, tomando como ponto de partida recortes de livros didáticos do Ensino Fundamental aprovados pelo Programa Nacional do Livro e Material Didático (PNLD) utilizados pela escola em que uma das autoras atuava. Assim, o objetivo deste relato de experiência é descrever as contribuições que uma sequência didática, elaborada a partir de jogos de construção e de treinamento, podem trazer para a aprendizagem de conceitos do Sistema de Numeração Decimal. A sequência didática foi aplicada em uma turma de 20 alunos do 4º ano do Ensino Fundamental, em uma Escola Pública do município de Juara, Estado de Mato Grosso. Dentre as contribuições identificadas com a implementação da sequência didática, destacamos a compreensão de dois aspectos fundamentais do sistema de numeração decimal: os agrupamentos em base dez e o valor posicional, além de favorecer a compreensão da composição dos números, facilitando, assim, a leitura e a escrita destes, uma vez que os alunos puderam visualizar as diferentes relações estabelecidas durante as situações vivenciadas nos jogos. A sequência contribuiu ainda para o aumento da motivação do aluno em participar das situações de aprendizagem, aplicação do conhecimento construído em situações de jogos em problemas originados a partir destes. Além disso, houve reflexão, sistematização e formalização dos conhecimentos mediante situações lúdicas.

Palavras-chave: Jogos. Sequência didática. Sistema de Numeração Decimal.

INTRODUÇÃO

Durante as atividades desenvolvidas na disciplina “Livro didático e a relação teoria e prática no ensino de Matemática”, vinculada ao curso de Mestrado Profissional em Ensino de Ciências da Natureza e Matemática, da Universidade Federal de Mato

Grosso - Câmpus Sinop, realizamos a análise e a produção de materiais didáticos, tomando como ponto de partida recortes de livros didáticos do Ensino Fundamental e Médio, aprovados pelo Programa Nacional do Livro e Material Didático (PNLD) e utilizados pelos discentes participantes da disciplina nas escolas em que atuavam, visando desenvolver abordagens educativas para o ensino de matemática com enfoque em jogos educativos, recursos digitais e projetos de trabalho.

Assim, a partir da escolha da unidade temática Números, elencada pela Base Nacional Comum Curricular (BRASIL, 2018) para o ensino de Matemática e da escolha de dois objetos de conhecimentos dentro da unidade temática escolhida, levando em consideração a reflexão de problemáticas envolvendo esse objeto e sua prática, realizamos a análise do livro didático de matemática para o 4º Ano do Ensino Fundamental Buriti Mais, adotado pela escola em que uma das autoras exercia suas atividades docentes e elaboramos propostas complementares a ele, com ações focadas no ensino e na aprendizagem do objeto escolhido.

Ao analisarmos o livro didático de matemática adotado pela unidade escolar, destacamos os objetos de conhecimentos matemáticos envolvidos e às habilidades da BNCC (BRASIL, 2018), além do enfoque nas formas de apresentação e de abordagem, na exposição de exercícios e nas recomendações complementares.

Buscamos verificar se o livro analisado apresentava propostas complementares, tais como: jogos educativos, projetos de trabalho e recursos digitais e de que forma essas propostas eram trazidas. Posteriormente, produzimos materiais alternativos para o encaminhamento do processo de ensino-aprendizagem do objeto de conhecimento tratado, com possibilidade de sua construção e/ou ampliação/aprofundamento e, depois, apresentamos à turma.

Na análise do livro didático de matemática adotado pela unidade escolar para o 4º Ano do Ensino Fundamental, observamos que esse apresentava sugestões de jogos para todas as unidades elencadas pela BNCC, trazendo situações de reflexões dos objetos matemáticos, a partir de situações do jogo vivenciadas pelos estudantes, auxiliando na compreensão das escolhas de possibilidades, na análise de riscos e na tomada de decisões; sugestões de livros e instituições de estudos e pesquisas em Educação Matemática que mantêm publicações na área, auxiliando, assim, o professor, na busca de ferramentas que podem contribuir para o processo de ensino-aprendizagem dos diferentes objetos de conhecimento.

Como proposta complementar ao livro didático analisado, desenvolvemos uma sequência didática com ações focadas no ensino e na aprendizagem, a qual foi aplicada junto a uma turma do 4º ano sob regência de uma das autoras.

Assim, apresentamos um recorte desse trabalho, dando ênfase à sequência didática desenvolvida com a abordagem de jogos educativos, visando o trabalho com a Unidade Temática Números e do objeto de conhecimento: Sistema de numeração decimal: leitura, escrita, comparação e ordenação de números.

A escolha desses objetos de conhecimento e Unidade Temática são importantes, na medida em que a BNCC (BRASIL, 2018) aponta que, espera-se que nos Anos Iniciais do Ensino Fundamental, sejam desenvolvidas

[...] habilidades no que se refere à leitura, escrita e ordenação de números naturais e números racionais por meio da identificação e

compreensão de características do sistema de numeração decimal, sobretudo o valor posicional dos algarismos (BRASIL, 2018, p. 268-269).

Ademais, a escolha justifica-se ainda pelo fato de o resultado da Avaliação Diagnóstica do Ensino Público do Estado de Mato Grosso (Avalia-MT) - cujo objetivo é verificar o nível de defasagem dos alunos e programar ações que possam recuperar essas aprendizagens não consolidadas, garantindo a continuidade do processo de escolarização dos estudantes -, bem como da avaliação interna realizada junto à turma na qual foi desenvolvida a sequência, apontarem para um número considerável de alunos com defasagem de aprendizagem em objetos de conhecimento referentes ao sistema de numeração decimal: leitura, escrita, comparação e ordenação de números, verificando-se, portanto, que 50% dos alunos avaliados necessitavam de uma retomada de habilidades referentes aos objetos de conhecimento elencados para a sequência didática.

Diante do exposto, e da necessidade da compreensão dos objetos de conhecimento elencados, realizou-se a sequência didática, tendo como abordagem os jogos educativos como estratégia com foco nos objetos de conhecimento, visando a superação de tais dificuldades e defasagens.

Na sequência, abordamos a importância da utilização de jogos educativos em situações de ensino aprendizagem.

OS JOGOS NO ENSINO DA MATEMÁTICA

A utilização de jogos em situações de aprendizagem tem sido cada vez mais frequente por aqueles que ensinam por aulas mais dinâmicas e com maior participação e aprendizagem dos estudantes. No entanto, o jogo por si só não é garantia de aprendizagem.

De acordo com Moura,

[...] ao optar pelo jogo como estratégia de ensino, o professor o faz com uma intenção: propiciar a aprendizagem. E ao fazer isto tem como propósito o ensino de um conteúdo ou de uma habilidade. Dessa forma, o jogo escolhido deverá permitir o cumprimento deste objetivo (MOURA, 1991, p. 47).

Nesta perspectiva, a nossa sequência didática corrobora com o autor, na medida em que envolvemos a abordagem de jogos e, a partir deles, realizamos atividades escritas como aplicação e aperfeiçoamento dos conhecimentos construídos.

A BNCC aponta que recursos didáticos como jogos “têm um papel essencial para a compreensão e utilização das noções matemáticas. Entretanto, esses materiais precisam estar integrados a situações que levem à reflexão e à sistematização, para que se inicie um processo de formalização” (BRASIL, 2018, p. 298).

Nesse sentido, as atividades dessa sequência didática foram planejadas de modo a levar os alunos a construir conhecimento acerca de alguns objetos de conhecimento referentes ao sistema de numeração decimal, refletirem sobre eles a partir de atividades lúdicas, sistematizá-los e formalizá-los.

Para Grandó (2015, p. 415), a utilização de jogo “[...] nas aulas de matemática necessita ser intencionalmente planejada pelo professor e esse conhecedor dos limites e possibilidades de ação pedagógica de cada um desses recursos.” Assim, nosso trabalho envolveu o planejamento de ações pontuais que foram mediadas pelo professor e ocorreram na interação entre ele e os alunos e destes com seus pares, sendo possibilitados a realizarem construções significativas a partir das diferentes relações e reflexões proporcionadas.

Entendemos que o ensino da Matemática pode ser abordado como criação e também como momentos de descobertas, de desenvolvimento do raciocínio lógico, de estímulo do pensamento independente, de criatividade e de experimentação. Nessa perspectiva, concebemos o jogo tal como Lara (2003, p. 23), “[...] não só como um instrumento de recreação, mas, principalmente como um veículo para a construção do conhecimento.” Desse modo, o jogo mobiliza os alunos a estabelecer relações, a observar padrões e a pensar matematicamente.

Para a autora, os jogos podem ser utilizados em sala de aula com diferentes propósitos e diferencia alguns tipos de jogos, como: jogos de construção, jogos de treinamento, jogos de aprofundamento e jogos estratégicos.

Para a sequência didática desenvolvida, optamos pela realização de jogos de construção e jogos de treinamento, para trabalharmos o Sistema de Numeração Decimal, face aos propósitos por eles desencadeados e em atendimento aos objetivos elencados.

De acordo com Lara (2003), os jogos de construção são aqueles que trazem aos alunos um assunto desconhecido, fazendo com que, através da prática, sintam a necessidade de buscar novos conhecimentos para resolver as questões propostas pelo jogo. Jogos desse tipo permitem a construção do aprendizado, despertando a curiosidade e levando os educandos a procurarem novos conhecimentos. Enquanto os jogos de treinamento são aqueles que servem para que o aluno utilize várias vezes um conhecimento já adquirido, se configurando como exercícios de repetição, que ajudam o aluno a compreender outros modos de resolução, podendo ser utilizados como uma forma de verificar o que o aluno aprendeu.

Como metodologia de ensino, elaboramos e aplicamos uma sequência didática, que, segundo Zabala (1998, p. 18), pode ser entendida como “[...] um conjunto de atividades ordenadas, estruturadas e articuladas para a realização de certos objetivos educacionais, que têm um princípio e um fim conhecidos tanto pelos professores como pelos alunos.”

Acreditamos que essa contribui com a consolidação de conhecimentos que estão em fase de construção e permite que, progressivamente, novas aquisições sejam possíveis, favorecendo subsídios para se explorar os objetos de conhecimento de maneira teórica e prática.

Na sequência abordamos como se deu a aplicação da sequência didática por nós desenvolvida.

METODOLOGIA

A sequência didática por nós desenvolvida, deu-se a partir de jogos de construção e treinamento, seguindo a classificação proposta por Lara (2003), explorando os objetos de conhecimentos do sistema de numeração decimal, o qual se

insere na unidade temática “Números” da BNCC, tendo como público-alvo uma turma de 4º ano do Ensino Fundamental, envolvendo 20 (vinte) alunos e, tendo como professora regente uma das autoras do relato.

A escolha desses jogos justifica-se pelo fato de que a sua utilização possibilita aos alunos não apenas a aquisição de novos conhecimentos por meio da prática para resolver as questões propostas, mas também, a partir dos conhecimentos construídos, a sua utilização através dos jogos de treinamento, ajudando-o a compreender outros modos de resolução.

A implementação da sequência didática ocorreu em 6 (seis) encontros de aproximadamente 2 (duas) horas cada, para o desenvolvimento dos jogos e atividades exploratórias, distribuídos em um total de 12 horas. Os encontros foram estruturados em quatro momentos, sendo eles: a explicação do jogo a ser explorado e a entrega de materiais necessários; a realização do jogo por parte dos alunos; a realização de atividades exploratórias a partir de situações do jogo; e a discussão final para que os alunos comentassem suas construções.

Para a produção de dados, foi realizada a observação participante, em que, durante a realização da aula, anotávamos em um caderno de campo os relatos sobre o que ocorria ao longo da implementação das atividades; além do registro escrito dos alunos nas folhas em que desenvolveram as atividades propostas e os registros fotográficos durante a execução dos jogos e atividades.

Segundo Souza et al. (2013), o caderno de campo

[...] é um instrumento indispensável para o êxito e credibilidade de uma pesquisa científica. No caderno de campo, deve conter o registro detalhado das informações, observações, bem como as reflexões que surgem durante toda a pesquisa. [...] Ele ajuda a criar o hábito de escrever e observar com atenção, descrever com precisão e refletir sobre os acontecimentos que envolvem a pesquisa científica (SOUZA et. al, 2013, p. 10).

As imagens e os registros das atividades dos alunos também se configuraram como elementos da pesquisa realizada. Vale destacar que a aplicação contou com a aprovação prévia do comitê de ética em pesquisa.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

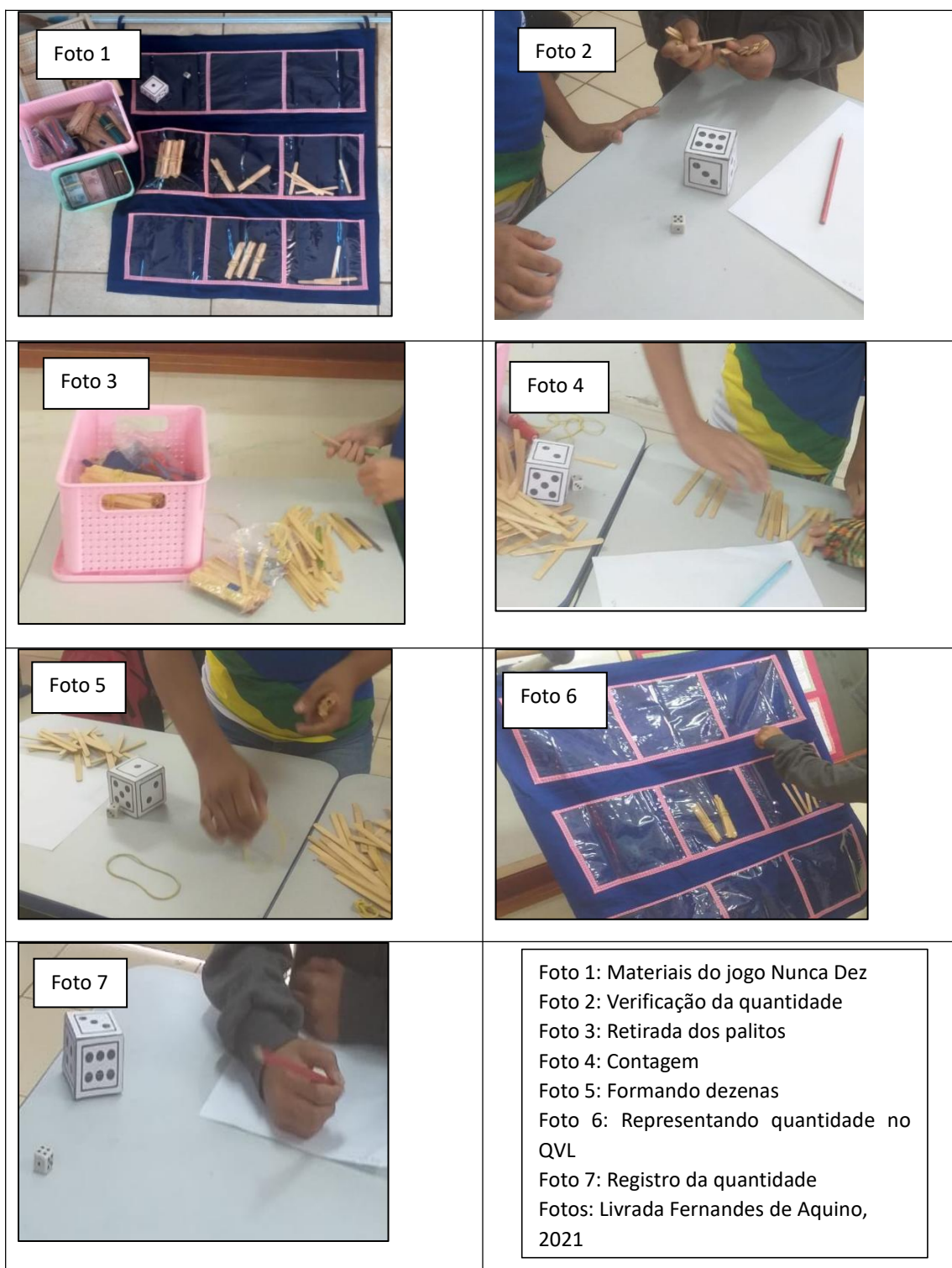
Como citado na introdução e na metodologia, desenvolvemos uma sequência didática baseada em jogos de construção e de treinamento (Lara, 2003), explorando os objetos de conhecimentos do sistema de numeração decimal, junto a uma turma do 4º ano do Ensino Fundamental, envolvendo 20 (vinte) alunos.

No primeiro e no segundo encontro, visando a construção de conhecimento acerca dos agrupamentos, composição e decomposição de números, foram exploradas situações de aprendizagem iniciadas pelo jogo de construção “Nunca dez” abordado nos cadernos do Pacto Nacional pela Alfabetização na Idade Certa (PNAIC) (BRASIL, 2014, p.16).

No primeiro encontro, organizamos os alunos em duplas e disponibilizamos os seguintes materiais: um painel contendo a classe das unidades simples, palitos de picolé,

dados, borrachinhas e uma folha para anotar a pontuação obtida em cada jogada, efetuando a soma total dos pontos ao término de quatro jogadas (Foto 1).

Após a explicação do jogo, convidamos uma dupla por vez para vir à frente e realizar suas jogadas. Em toda rodada, cada aluno da dupla jogava os dados, verificava a quantidade (Foto 2), tirava da caixa a quantidade de palitos indicada (Foto 3) e realizava a contagem (Foto 4). Quando formava 10 palitos nas unidades, passava a borrachinha, formando o grupo da dezena (Foto 5), e colocava o montinho na casa da dezena e os demais nas casas correspondentes (Foto 6). Quando formava 10 montinhos (dezenas), passava a borrachinha e colocava o “montão” na casa da centena. Após cada jogada, um aluno da dupla registrava a pontuação (Foto 7). Após os dois jogarem os dados duas vezes, realizavam a contagem dos palitos, executando as trocas que fossem necessárias. Pedíamos aos alunos que verificassem e dissessem quantas centenas, dezenas e unidades foram formadas e qual o número formado. Em seguida, os alunos anotavam o total de pontos realizados na jogada.



No primeiro encontro, foi possível explorar quatro rodadas com cada dupla. Ao término das rodadas, solicitamos que cada dupla viesse à frente e contasse seus pontos, representando essa quantidade no painel (com palitos), e explicasse o resultado aos demais colegas. Após a apresentação de todos, realizamos uma breve reflexão, em que os alunos puderam expor o que aprenderam no decorrer do jogo.

No início do jogo, alguns alunos apresentaram dificuldade na compreensão dos agrupamentos, tendendo a inserir no quadro das dezenas palitos soltos para representá-las, mas conforme o jogo foi sendo desenvolvido foram percebendo que os algarismos representados na casa das dezenas, embora representado por apenas um algarismo, equivaliam a grupos de dez, devendo ser representados por grupos de dez (amarrados com elástico). Esse jogo possibilitou a construção do conhecimento do valor posicional, que até então, embora os alunos soubessem nomear as quantidades, não conseguiam compreender que o valor dos algarismos varia de acordo com a posição ocupada no numeral.

No segundo encontro, retomamos o jogo “Nunca dez”, realizando novas rodadas com as duplas, conforme as instruções recebidas no encontro anterior, sendo que, ao final das rodadas, cada dupla realizava a soma da pontuação conquistada, representando-a no painel e explicando para os colegas a quantidade representada e a sua composição. Após essa etapa de exploração do jogo, encaminhamos uma atividade escrita (Imagem 1), alicerçada às situações do próprio jogo, a qual foi realizada individualmente.

Imagem 1. Atividade escrita

Agora que já exploramos o jogo nunca 10, convido você a observar as situações de jogo abaixo e resolvê-las a partir do que aprendeu.

1. Ana Beatriz jogou os dados e obteve a seguinte pontuação:



Ajude Ana Beatriz a organizar a sua pontuação no Quadro de Valor Lugar.

C	D	U

2. A dupla de Thiago e Isabella realizou as seguintes pontuações:

1ª rodada : 18; 2ª rodada : 11; 3ª rodada : 17 e 4ª rodada : 7

Organize o total de cada pontos no Quadro Valor Lugar e contabilize o total de pontos realizado pela dupla.

C	D	U



Fonte: Elaborado pelos autores (2021)

A retomada do jogo foi fundamental para que os alunos se apropriassem do significado dos agrupamentos, bem como para a compreensão de como os números são compostos e decompostos. Diferentemente de como se portavam ao realizar atividades pautadas em exercícios de composição e decomposição com uma lista de exercícios repetitivos, os alunos mostraram-se à vontade para desenvolver a atividade junto ao Quadro Valor de Lugar, representando os valores obtidos por intermédio do jogo e demonstrando aos colegas da turma o seu aprendizado. Esse fato se repetiu ao realizarem a atividade escrita, pois se reportavam a situações vivenciadas durante o jogo e que foram significativas para a construção do aprendizado.

No terceiro e quarto encontros, exploramos situações de aprendizagem levando em conta o jogo de construção “Jogo do Amarradinho” (SANTOS, 2018), visando a construção e o treinamento do conhecimento acerca da escrita e da comparação de números.

No terceiro encontro, organizamos os alunos em grupos de 4 (quatro) componentes e disponibilizamos a cada grupo uma folha com a tabela a ser preenchida (Imagem 2), palitos de picolé, elásticos, 2 (dois) dados e 2 (duas) caixas nomeadas: “amarradinhos” e “soltos”.

Imagem 2. Tabela do Jogo “Amarradinhos”

Rodada	Quantidade total de amarradinhos	C	D	U	Escrito por extenso
1 ^a					
2 ^a					
3 ^a					
Total de palitos					

Fonte: Elaborado pelos autores (2021)

Na sequência, explicamos como se desenvolvia o jogo, convidando alguns alunos à frente da sala para realizar uma demonstração, durante a qual enfatizamos que quando juntassem 10 (dez) amarradinhos formariam 1(uma) centena, que os amarradinhos representavam as dezenas e que os soltos representavam as unidades. Após a compreensão do grupo acerca dos procedimentos e das regras do jogo, cada grupo passou a realizar as jogadas. O jogo ocorreu em 3 (três) rodadas, sendo que, em cada uma, todos os componentes do grupo deveriam realizar suas jogadas.

Na primeira rodada, cada aluno jogava os 2 (dois) dados e pegava a quantidade de palitos correspondente ao valor (Foto 8). Quando não completavam 10 (dez) palitos colocavam todos os palitos na caixa de “soltos” (Foto 9). Ao completar 10 (dez) palitos amarravam com o elástico e colocavam na caixa de “amarradinhos” (Foto 10). O restante dos palitos continuava na caixa dos “soltos”. Quando o segundo aluno jogava os dados, também pegava a quantidade de palitos correspondentes e juntava com os palitos do primeiro aluno, continuando a formar os grupos de 10 (dez) palitos. E assim, também, com o terceiro e o quarto alunos. Ao final da primeira rodada, quando os 4 (quatro) alunos faziam suas jogadas, contavam o total de pontos obtidos (Foto 11) e

registravam na tabela (Imagem 2) a quantidade total de palitos que juntaram. Esse registro correspondia ao numeral representado, à escrita por extenso e à quantidade de “amarradinhos” conquistados na rodada.

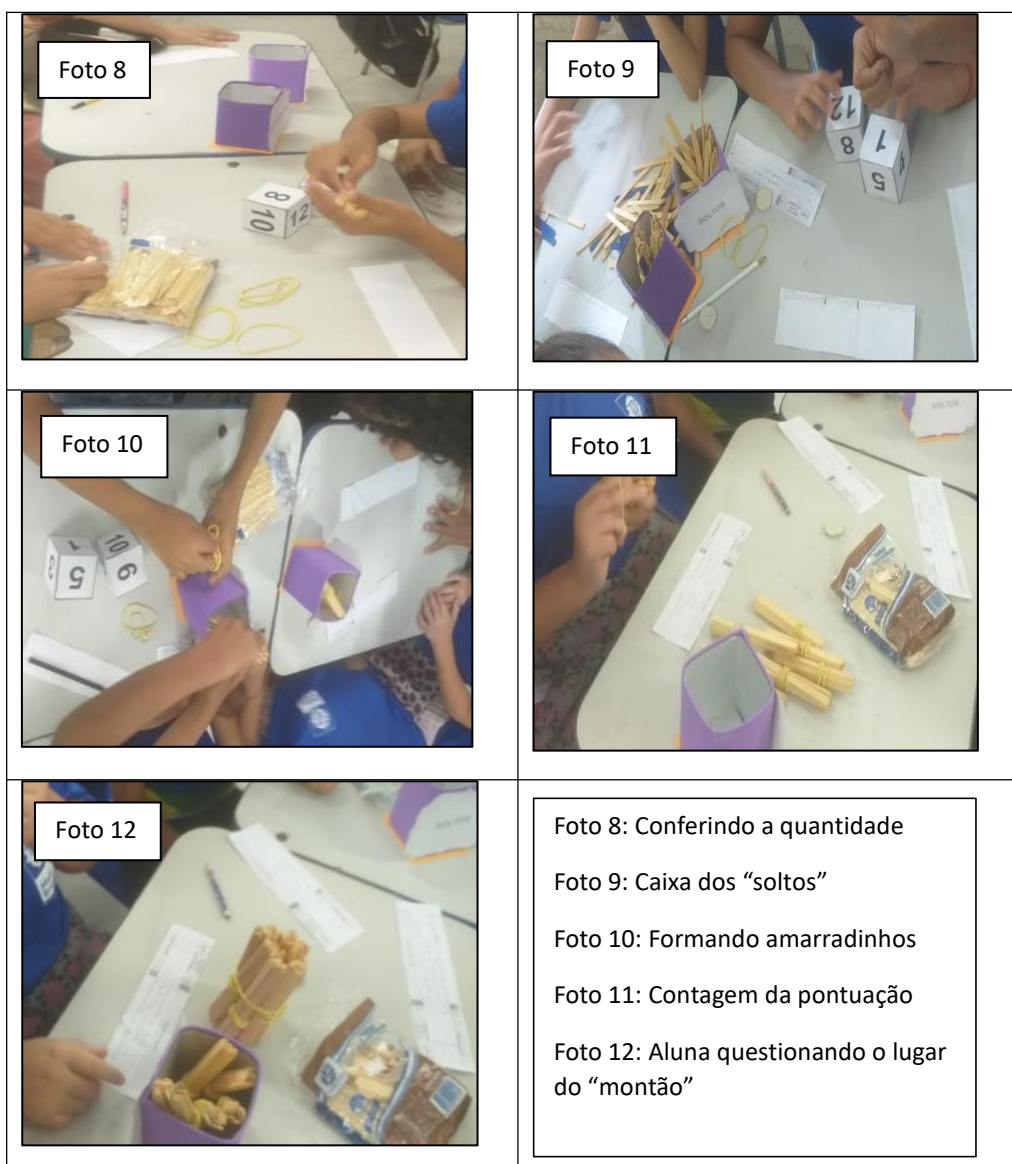
Ao término de todas as rodadas, o grupo verificava o total de palitos conquistados, registrando a quantidade por meio de algarismos e, também, por extenso, conferindo o total geral de “amarradinhos”. Posteriormente, realizavam a comparação com os demais grupos para verificar a quantidade conquistada por cada um e quem realizou a maior pontuação.

Durante a realização do jogo, circulamos pela sala fazendo intervenções, perguntando aos alunos: O que significava a caixa dos soltos e a caixa dos amarradinhos? O que significava cada amarradinho e cada palito solto? Por que eles achavam que estavam agrupando os palitos de 10 em 10? Como fariam para achar o total de palitos depois das 3 rodadas, se atentando para a forma de registrar a quantidade, utilizando algarismos e por extenso?

Esse jogo foi fundamental para a consolidação da aprendizagem construída nos encontros anteriores, uma vez que possibilitou maior envolvimento e reflexões por parte dos integrantes dos grupos durante a realização das rodadas, mediante os registros e trocas de ideias.

Durante as mediações, um dos grupos, ao realizar a contagem dos palitos obtidos nas 3 (três) rodadas, começou a indagar sobre onde colocariam o “montão” formado a partir dos 10 (dez) “amarradinhos” (Foto 12), enfatizando que, assim como no jogo “Nunca dez”, deveria ter uma caixa para representar essa quantidade, já que não poderia ser colocada nem no grupo de “soltos” nem no dos “amarradinhos”. Nesse momento, questionamos a eles o que essa situação representava, e responderam que o “montão” representava a ordem das centenas e que deveria ter um caixa para representar essa quantidade, tal como no campo da tabela destinada ao registro, já que os números ocupam posições diferentes e, de acordo com essa posição, representa valores diferentes. Nesse instante, convidamos os demais alunos para refletirem junto ao grupo sobre a sua constatação, sendo que os demais grupos concordaram e expressaram suas ideias acerca da situação.

Observamos, nesse encontro, que houve a apropriação dos conceitos trabalhados, pois os alunos conseguiram perceber a relação entre a situação representada no jogo e o registro.



No quarto encontro, organizamos os alunos em duplas e encaminhamos atividades escritas (Imagem 3), envolvendo situações problemas decorrentes de situações do próprio jogo. Na primeira atividade, a dupla preencheu a tabela do jogo utilizando a pontuação obtida pelos colegas, realizando a soma da pontuação, registrando a quantidade com algarismos e por extenso e, também, a quantidade de amarradinhos conquistados.

Em seguida, a dupla realizou o registro da pontuação conquistada pelo grupo em cada rodada, bem como efetuou a soma total dos palitos conquistados ao término de todas as rodadas. Em seu registro constaram a quantidade com algarismos e por extenso e a quantidade de amarradinhos conquistados pelo grupo.

Aplicando o que aprendemos

Vamos testar nossos conhecimentos a partir do que aprendemos com o jogo dos Amarradinhos e soltos. Leia atentamente cada situação, discuta e encontre uma solução junto com seu colega de dupla.

O grupo formado pelos alunos Gabriel, Mikael, Jeisse e Maria, ao efetuarem as jogadas s na primeira rodada, conseguiram a seguinte pontuação: 14, 18, 5, 11. Preencha a tabela a partir desses dados da rodada.

Rodada	Quantidade Total de amarradinhos	C	D	E	Escrito por extenso
1ª					

O grupo formado pelos alunos Evilyn, Laryssa, Ana Carolina e Luis Otávio, obtiveram a seguinte pontuação em cada rodada:

1ª rodada = 72

3ª rodada = 72

2ª rodada = 46

Conhecendo esses dados, preencha a tabela e verifique a quantidade de amarradinhos e soltos que o grupo obteve. Depois diga o que isso representa.

Rodada	Quantidade Total de amarradinhos	C	D	E	Escrito por extenso
1ª					
2ª					
3ª					
Total de palitos					

Quantos amarradinhos foram formados? O que isso significa?

No quinto encontro desenvolvemos atividades escritas, em que os alunos, de forma individual, colocaram em prática os conhecimentos que adquiriram com os jogos. A primeira atividade (Imagem 4) consistia em ler a situação problema e respondê-la a partir do que aprenderam sobre agrupamentos e sobre escrita dos numerais por extenso.

A professora entregou um pote com tampinhas para que os alunos registrassem quantas estavam guardadas. Os grupos registraram as quantidades: 143, 267 e 312. Todos eles utilizaram a estratégia de separar as tampinhas de 10 em 10 para fazer a contagem.

Agora responda:

a) Quantos montinhos de 10 tampinhas cada grupo formou?

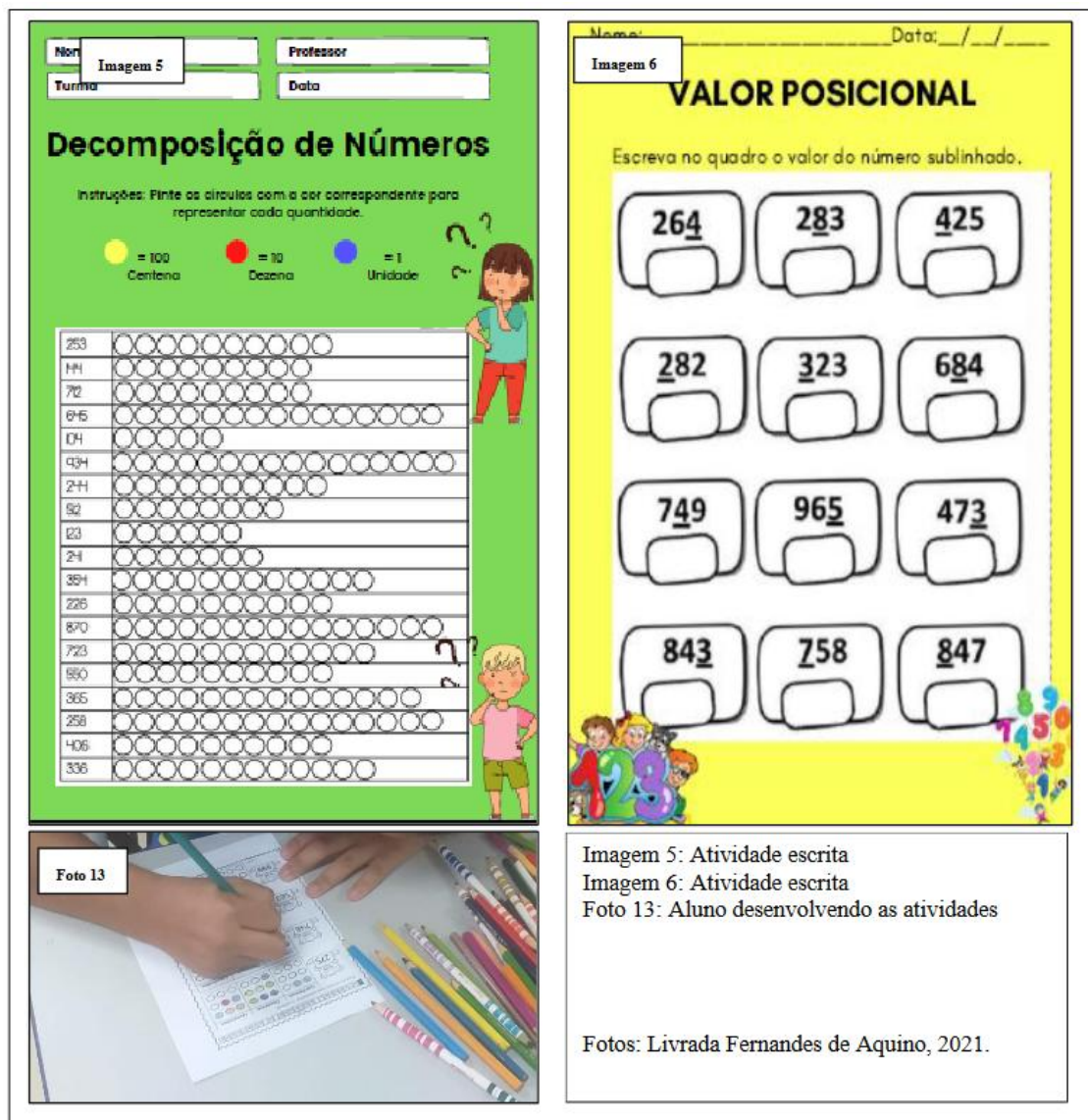
b) Juntando todas as tampinhas os alunos encontraram _____ centenas, _____ dezenas e _____ Unidades.

c) Escreva por extenso o número total de tampinhas.



111

Na sequência, encaminhamos duas atividades, sendo que, na primeira (Imagem 5), os alunos representaram a decomposição dos números, colorindo cada algarismo com a cor correspondente ao seu valor e, na segunda (Imagem 6), os alunos registraram o valor posicional do algarismo sublinhado



112

atividades de forma autônoma e demonstrando por meio de falas aos colegas que realmente compreenderam os objetos de conhecimento abordados no decorrer dos encontros.

No sexto encontro foram exploradas situações de aprendizagem a partir do jogo de treinamento “Qual é o número?” (FERRAZ, 2016, p. 14). Nesse jogo, foi explorado o treinamento dos conhecimentos construídos pelos alunos no decorrer dos encontros.

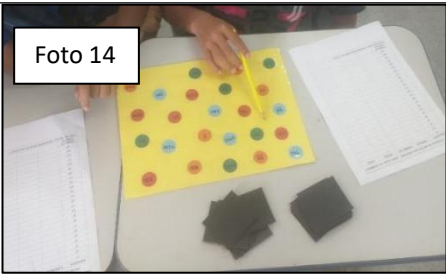
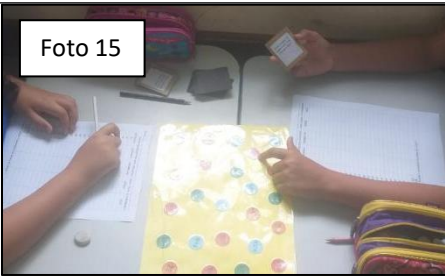
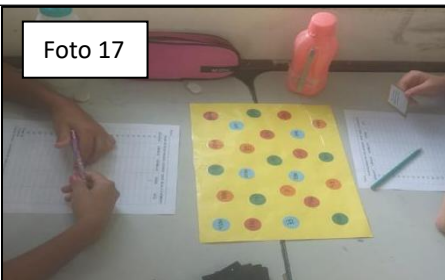
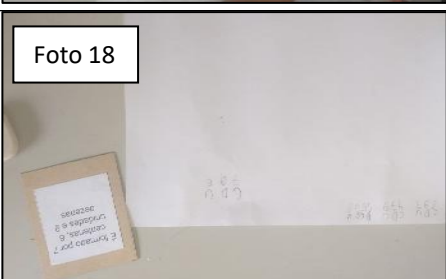
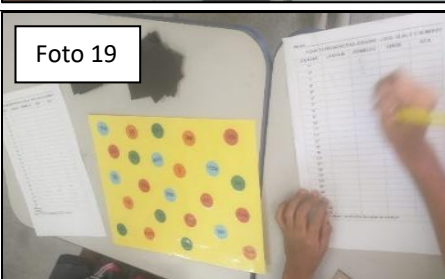
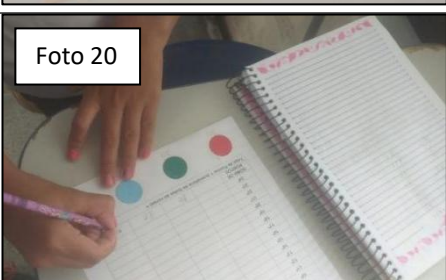
Para a realização do jogo, organizamos os alunos em duplas, distribuindo: um tabuleiro contendo números registrados em círculos nas cores: azul, verde, vermelho e laranja; 24 cartas contendo perguntas acerca dos objetos de conhecimento abordados nas aulas anteriores; e uma tabela para registro das pontuações para cada dupla. Cada cor representava uma pontuação: laranja (10 pontos), verde (20 pontos), vermelho (30 pontos) e azul (50 pontos).

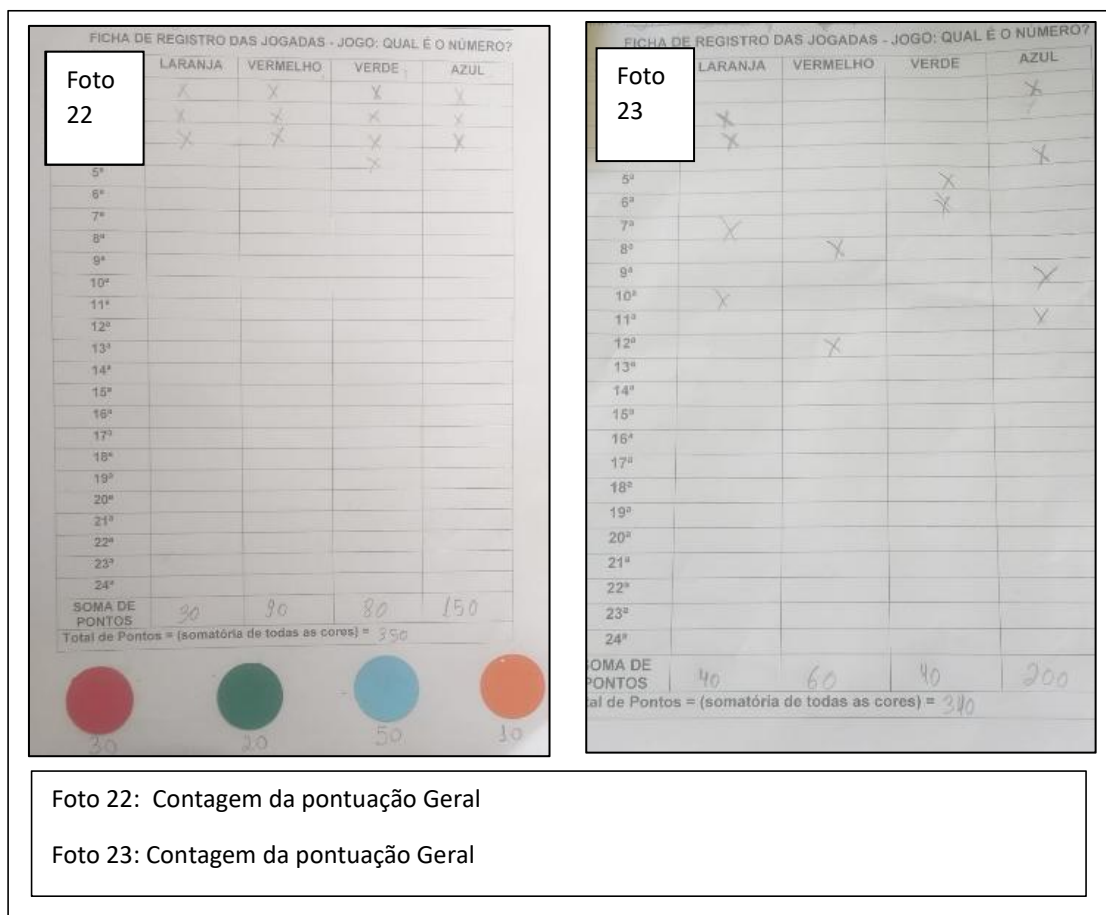
Inicialmente, organizamos os alunos em um grande círculo, convidando algumas duplas para realizarem as jogadas enquanto explicávamos como funcionava o jogo e em seguida as duplas dirigiam-se as suas carteiras e iniciavam o jogo.

De posse dos materiais, os alunos embaralharam e dispuseram as cartas com as questões num monte sobre a mesa com as faces viradas para baixo (Foto 14). Os alunos decidiram quem iniciava o jogo e, na sua vez, virava uma carta do monte, lia em voz alta a questão e procurava no tabuleiro do jogo o número que correspondia à resposta correta (Fotos 15, 16 e 17).

Alguns alunos faziam cálculos ou registros usando a tabela de registro das jogadas (Foto 18). Quando o aluno encontrava no tabuleiro o número correspondente à resposta de sua carta, fazia o registro da pontuação obtida na tabela de registro das jogadas (Foto 19), de acordo com a cor do número encontrado para posterior cálculo da pontuação e de acordo com a legenda.

Quando o aluno errava a questão ou não encontrava no tabuleiro o número correto, passava a vez e a carta com a questão era devolvida ao monte. Ao término de todas as cartas, os alunos realizavam a contagem das pontuações correspondentes a cada cor (Fotos 20 e 21) e, posteriormente, da pontuação geral (Fotos 22 e 23), sendo considerado vencedor aquele que ao final do jogo obtivesse a maior soma de pontos.

 Foto 14	 Foto 15
 Foto 16	 Foto 17
 Foto 18	 Foto 19
 Foto 20	 Foto 21
Foto 14: Disposição dos materiais Foto 15: Leitura da carta e procura do número Foto 16: Leitura da carta e procura do número Foto 17: Leitura da carta e procura do número Foto 18: Verificação dos números Foto 19: Registro da jogada na tabela Foto 20: Contagem das pontuações Foto 21: Contagem das pontuações Fotos: Livrada Fernandes de Aquino, 2021.	



Durante as mediações realizadas, observamos que os alunos apresentaram facilidade para encontrar os números. Quando apresentavam dúvidas acerca deles, em virtude da forma como a pergunta foi elaborada, os alunos realizavam registros no verso da folha disponibilizada para só então confirmar o número correspondente à pergunta. Nas situações em que isso ocorreu, as cartas retiradas do monte constavam a disposição da ordem dos algarismos de maneiras diferentes das que os alunos costumam encontrar nas atividades usuais, como a carta: “É composto por duas unidades de milhar, 3 dezenas e 4 centenas e sete unidades”. Nessas situações, os alunos apresentavam dificuldades em encontrar o número de imediato, devido à ordem em que apareciam as representações, no entanto, após o registro das ordens e classes no verso da folha conseguiam descobrir qual era o número.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Neste trabalho buscamos verificar as contribuições que uma sequência didática elaborada a partir de jogos de construção e de treinamento poderiam trazer para a aprendizagem de conceitos do Sistema de Numeração Decimal.

Podemos afirmar que a prática pedagógica realizada confirmou a eficiência da utilização desse tipo de jogos como recurso pedagógico, sendo que, a sua utilização de forma planejada, contribuiu efetivamente para que os alunos superassem as dificuldades encontradas, na medida em que se apropriaram de conceitos do Sistema de Numeração

Decimal de forma lúdica e prazerosa, construindo conhecimentos por meios das situações propostas.

Podemos afirmar que a utilização de jogos educativos durante as aulas as tornam envolventes e atrativas. No entanto, destacamos que o trabalho com jogos, objetivando a construção de conhecimentos, não ocorre no jogo pelo jogo, mas sim por meio das relações e interações que são desenvolvidas e mediadas pelo professor durante a ação didática.

Grande parte do sucesso das construções advindas da implementação de jogos educativos, dá-se mediante a um bom planejamento e pela ação mediadora do professor diante da problematização, de levar os alunos a refletirem e analisarem o jogo, a observarem regularidades, a realizarem generalizações e a sistematizarem os conceitos por meio da linguagem matemática. Os conceitos matemáticos vão sendo explorados na ação do jogo e por meio da mediação do professor e dos alunos, pois, para que se construa estratégias e determine o conceito, faz-se necessária a reflexão e a análise do/sobre o jogo.

A implementação dessa sequência didática, a partir de jogos de construção e treinamento, contribuiu para a compreensão de dois aspectos fundamentais do sistema de numeração decimal: os agrupamentos em base 10 (dez) e o valor posicional; além de favorecer a compreensão da composição dos números, facilitando, assim, a leitura e a escrita destes, uma vez que os alunos puderam visualizar as diferentes relações estabelecidas durante as situações vivenciadas nos jogos.

Destacamos aqui, a superação da dificuldade inicial apresentada no Avalia-MT e avaliações internas, as quais apontavam que 50% dos alunos da turma apresentavam defasagem quanto a determinar o valor posicional do algarismo. Assim, a sequência didática implementada contribuiu não apenas com a superação dessa dificuldade, mas possibilitou a construção de outros conhecimentos fundamentais relacionados ao sistema de numeração decimal como os agrupamentos e reagrupamentos.

Ficou evidente a construção da aprendizagem pelos alunos acerca dos objetos de conhecimento explorados, havendo um ganho significativo para todos os envolvidos na sequência didática. Esperamos que o relato aqui apresentado, possa inspirar e interessar outros professores a buscarem implementar e aplicar diferentes recursos, como jogos educativos, visando favorecer o aprendizado de nossos alunos frente a diferentes conteúdos de matemática.

Ressaltamos que este estudo não é conclusivo, mas trata-se de um instrumento que pode ser aplicado a outras realidades, podendo ser adaptado de acordo com as necessidades de cada turma e ser retomado no decorrer do ano letivo sempre que houver necessidade. Destacamos ainda que, para que esse trabalho se dê de forma efetiva, é necessário que o professor tenha claro domínio dos conhecimentos e conceitos inerentes ao Sistema de Numeração Decimal, bem como dos possíveis caminhos para que os seus alunos se apropriem deles.

Assim, um estudo posterior poderia investigar quais os conhecimentos necessários para que o professor desenvolva práticas efetivas visando a compreensão o Sistema de Numeração Decimal por meio de jogos, ou ainda as contribuições dos jogos de construção e de treinamento aplicados a outros objetos de conhecimentos relacionados não apenas a Unidade Temática Números, mas a outras unidades tratadas na BNCC.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BRASIL. Ministério da Educação. Base nacional comum curricular. Brasília: MEC/SEB, 2018.

BRASIL. Pacto Nacional pela Alfabetização na Idade Certa: Jogos na Alfabetização Matemática. Secretaria de Educação Básica. Diretoria de Apoio à Gestão Educacional. – Brasília: MEC, SEB, 2014.

FERRAZ, A. D. S. Jogos, números naturais e a sala de apoio a aprendizagem. In: PARANÁ. Secretaria de Estado da Educação. Superintendência de Educação. Os Desafios da Escola Pública Paranaense na Perspectiva do Professor PDE, 2013. Curitiba: SEED/PR., 2016. V.2. (Cadernos PDE). Disponível em: <http://www.diaadiaeducacao.pr.gov.br/portals/cadernospde/pdebusca/producoes_pde/2013/2013_uel_mat_pdp_aparecida_donizete_serra_ferraz.pdf> Acesso em 23 set. 2021. ISBN 978-85-8015-075-9.

GRANDO, R. C. Recursos didáticos na educação matemática: jogos e materiais manipulativos. Revista Eletrônica Debates em Educação Científica e Tecnológica, v. 5, n. 2, Outubro, 2015, p. 393-416. Disponível em: <https://pdfs.semanticscholar.org/78e5/bcc217393b4cbb1861042a285b8173eff522.pdf>> Acesso em: Acesso em 06 set. 2021.

LARA, I. C. M. Jogando com a Matemática. São Paulo: Rêspel, 2003.

MOURA, M. O. O jogo e a construção do conhecimento matemático. São Paulo, n. 10, 1991.

SANTOS, E. B. M. Planos de aula / Matemática / 2º ano / Números. Jogo dos amarradinhos. Revista Nova Escola. Mar 2018 disponível em <<https://novaescola.org.br/plano-de-aula/653/jogo-dos-amarradinhos>> Acesso em 10 set. 2021.

SOUZA, D.I de; MÜLLER, D.M.; FRACASSI, M. A.T.; ROMEIRO, S.B.B. Manual de Orientações para Projetos de Pesquisa. Novo Hamburgo-RS: Fundação Escola Técnica Liberato Salzano Vieira da Cunha, 2013. Disponível em: <https://www.liberato.com.br/wp-content/uploads/2020/06/manual_de_orientacoes_para_projetos_de_pesquisa.pdf> Acesso em: 15 out. 2021.

TOLEDO, C. M (org). Buriti mais: matemática : manual do professor / organizadora Editora Moderna ; obra coletiva concebida, desenvolvida e produzida pela Editora Moderna ; editora responsável : Carolina Maria Toledo. -- 1. ed. -- São Paulo : Moderna, 2017.

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

CORRESPONDÊNCIA:

Livrada Fernandes de Aquino.

Orcid: <https://orcid.org/0000-0002-7579-7849>.

Lattes: <http://lattes.cnpq.br/5865085053397721>.

Licenciada em Pedagogia pela Universidade Municipal de Nova Mutum (FUMESUNM). Especialista em Educação Infantil pela UNIFLOR (União das Faculdades de Alta Floresta). Mestra pelo Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências da Natureza e Matemática da Universidade Federal de Mato Grosso (UFMT), Campus Universitário de Sinop. Professora da Secretaria de Estado de Educação de Mato Grosso (SEDUC). Juara, Mato Grosso, Brasil. e-mail: livrada_fp@hotmail.com

Marta Maria Pontin Darsie.

Orcid: <https://orcid.org/0000-0002-1255-6546>.

Lattes: <http://lattes.cnpq.br/8469435827236724>,

Doutora em Educação pela Universidade de São Paulo. Professora titular da Universidade Federal de Mato Grosso (UFMT). Cuiabá, Mato Grosso, Brasil. e-mail: marponda@uol.com.br.

Andreia Cristina Rodrigues Trevisan.

Orcid: <https://orcid.org/0000-0003-0848-759X>.

Lattes: <http://lattes.cnpq.br/2714924410732736>.

Doutora em Educação em Ciências e Matemática pela Rede Amazônica de Educação em Ciências e Matemática (REAMEC). Professora Adjunto da Universidade Federal de Mato Grosso (UFMT), Campus Universitário de Sinop, vinculada ao Instituto de Ciências Naturais, Humanas e Sociais (ICNHS). Sinop, Mato Grosso, Brasil. e-mail: andreia.trevisan@ufmt.br.

Eberson Paulo Trevisan.

Orcid: <https://orcid.org/0000-0002-8789-5227>

Lattes: <http://lattes.cnpq.br/3701989564065584>.

Doutor em Educação em Ciências e Matemática pela Rede Amazônica de Educação em Ciências e Matemática (REAMEC). Professor Adjunto da Universidade Federal de Mato Grosso (UFMT), campus universitário de Sinop, vinculado ao Instituto de Ciências Naturais, Humanas e Sociais (ICNHS). Sinop, Mato Grosso, Brasil. e-mail: eberson.trevisan@ufmt.br.

ASTRONOMIA E COSMOLOGIA NOS ANOS INICIAIS DO ENSINO FUNDAMENTAL: algumas reflexões

MIDIÃ PEREZ PEREIRA¹, ROSELI ADRIANA BLÜMKE FEISTEL²

¹Escola Estadual Manoel Soares Campos

²Universidade Federal de Mato Grosso

RESUMO

A Astronomia constitui-se como uma das mais antigas ciências, cujos conhecimentos oportunizaram observar o universo de diferentes perspectivas. O presente estudo visa trazer reflexões, por meio de um estudo teórico, acerca do ensino de Astronomia e Cosmologia nos anos iniciais do Ensino Fundamental a fim de apresentar e discutir as contribuições de diferentes autores. A pesquisa, metodologicamente, caracteriza-se como qualitativa. Destaca-se a importância dos alunos ampliarem sua visão de mundo e leitura da realidade de modo que possam interagir com o seu cotidiano de forma mais ampla e consciente. A relevância de inserir uma educação científica aos alunos dos anos iniciais do Ensino Fundamental em relação à conceitos de Astronomia e Cosmologia justifica-se em razão de que somente no Ensino Médio é que, muitas vezes, estes conceitos são trabalhados. Diante disso, os alunos encontram dificuldades de aprendizagem, as quais podem ser minimizadas se, ainda, no Ensino Fundamental, estes conceitos forem trabalhados. Assim, menciona-se a importância de ensinar, instigar e provocar o ensino dos conceitos no processo de ensino e aprendizagem de Ciências a fim de desenvolver habilidades sociais e favorecer uma cultura científica para que seja possível intervir no mundo de maneira autônoma e crítica.

Palavras-chave: Astronomia. Cosmologia. Educação Científica. Ensino de Ciências.

INTRODUÇÃO

O cosmo é um lugar deslumbrante que instiga adultos a estudarem por séculos e séculos aspectos que intrigam e fascinam ao mesmo tempo. Da mesma forma, as crianças também se sentem atraídas por estes conhecimentos, pois fazem parte desde a infância primária, com suas brincadeiras lúdicas e seus passatempos. De acordo com Caniato (1974), como resultado de tamanha fascinação, tais conhecimentos despertam nas crianças um interesse a mais pelo estudo.

Há indícios que comprovam que o homem, desde os tempos remotos demonstrou interesse e preocupação em compreender o Céu, a exemplo da arquitetura e inscrições realizadas em pedras e outros utensílios, demonstrando o interesse pelas estrelas e a Lua. Aos poucos, os mistérios do Céu foram sendo desvendados e compreendidos.

Como bem relata Caniato (1974, p. 39-40), “o estudo do Céu sempre se tem mostrado de grande efeito motivador, como também dá ao educando a ocasião de sentir um grande prazer estético ligado à Ciência: o prazer de entender um pouco do Universo

em que vivemos”, oportunizando contemplar o Universo e compreender um pouco de seus mistérios.

Vale ressaltar que a observação do céu permitiu o conhecimento da Terra. Apesar da distância de seus objetos de estudo, o estudo da Astronomia e Cosmologia trouxe importantes contribuições para a construção do conhecimento humano acerca do ambiente e permitiu a organização do tempo, uma vez que, desde muito cedo, estiveram presentes nas principais atividades desenvolvidas pelo homem. Segundo Bartelmebs (2012), foi por meio da Astronomia e Cosmologia que se pode organizar a contagem do tempo, considerando as observações das regularidades dos fenômenos do céu. Além do mais, possibilitou aos homens explorarem o espaço geográfico, concedendo-lhes, por exemplo, uma orientação mais segura nas viagens terrestres e marítimas (CANIATO, 1974).

Autores como Langhi e Nardi (2009) sinalizam que os estudantes, em sua maioria, têm acesso mais detalhado sobre conhecimentos de Astronomia e Cosmologia somente quando se encontram no Ensino Médio e, por isso, muitas vezes apresentam dificuldades de compreensão.

O estudo da Astronomia possibilita, através do seu ensino, “ampliar as estruturas mentais dos alunos, para que cada vez mais possam ler a realidade a sua volta, com mais propriedade, permitindo-se questionar e buscar respostas, exercendo os princípios da ciência de forma simples e motivadora” (BARTELMEBS; MORAES, 2011, p. 16).

Diante disso, o presente estudo visa trazer reflexões acerca do ensino de Astronomia e Cosmologia nos anos iniciais do Ensino Fundamental. Destaca-se a importância dos alunos ampliarem sua visão de mundo e leitura da realidade de modo que possam interagir com seu cotidiano de forma mais ampla e consciente.

ENCAMINHAMENTOS METODOLÓGICOS

O presente trabalho de pesquisa quanto à sua abordagem classifica-se como qualitativa, pois busca descrever a relação dinâmica entre o mundo real e o sujeito, interpretando fenômenos e atribuindo significados (LÜDKE; ANDRÉ, 1986; BOGDAN; BIKLEN, 1994; GIL, 2008).

Nesse sentido, são apresentadas contribuições de diferentes autores, por meio de um estudo teórico, a respeito do ensino da Astronomia e Cosmologia nos anos iniciais do Ensino Fundamental a fim de aprofundar o assunto em questão.

ASTRONOMIA E COSMOLOGIA: CONTRIBUIÇÕES PARA O ENSINO

A Astronomia é uma Ciência que estuda os astros e tudo que os compõe. Em termos gerais, trata-se de um estudo do cosmos e da tentativa de definição da origem de tudo o que existe e como se formou, contudo, não compreende somente isso. Na concepção de Cruz et al. (2012, p. 443), “a Astronomia é complexa e ao mesmo tempo fascinante”, pois além de permitir conhecer e estudar os fenômenos naturais nos leva a compreender diversos âmbitos da Ciência como um todo.

O conhecimento sobre o céu sempre fez parte da curiosidade humana, sendo assim, a Astronomia possui uma grande capacidade de realçar e cativar a curiosidade

dos alunos, podendo servir para a inserção de conhecimentos de diferentes áreas, como a Física (MARTINS; GODOI; MASCARENHAS, 2010).

Assim, a Astronomia é uma área do conhecimento desperta o interesse em várias outras áreas da Ciência como, Física, Biologia Química e Matemática proporcionando um conhecimento mais abrangente. Os estudos que envolvem a Astronomia se inserem em um contexto interdisciplinar levando às curiosidades a serem exploradas e oportunizando uma aprendizagem mais significativa e relevante para o ser humano.

A Astronomia vem sendo usada desde os povos antigos sob diferentes aspectos como meios de localização e interpretação dos fenômenos do céu. Ao longo de muitos anos, o céu era observado diariamente, especialmente, para que fosse possível conhecer e compreender melhor as estações adequadas para o plantio, temporadas de caça, épocas frias e quentes, estações do ano, fases da lua, dias e meses do ano, localização do destino a ser seguido em uma viagem etc.

Nesse sentido, é possível afirmar que o desenvolvimento da Astronomia deu-se há muito tempo, principalmente, devido a necessidade de o homem compreender como o clima funcionava bem como para facilitar a sobrevivência em um mundo até, então, desconhecido pela raça humana (LANGHI, 2009).

Com o passar dos anos, a necessidade de obter conhecimentos sobre Astronomia se acentuou e suas perspectivas também. A curiosidade do ser humano levou a buscar o conhecimento não só para a sobrevivência humana na natureza, mas como uma necessidade de adquirir conhecimentos em busca de novas compreensões acerca do Universo. Nas palavras de Aristóteles (1999), todo homem deseja naturalmente saber, sendo assim o conhecimento deixou de ser apenas com objetivo de sobrevivência, mas, também, pela necessidade de obtê-lo para o prazer.

Segundo Nietzsche, o ser humano busca algo para ser conhecido pelo simples fato de não ser mais desconhecido, para possuir a segurança de que aquele conteúdo não é apenas algo que não se conhece, mas que retrata algo a ser entendido.

Me perguntei: o que entende mesmo o povo por ‘conhecimento’? O que quer ele, quando quer ‘conhecimento’? Não mais do que isso: algo estranho deve ser remetido a algo conhecido [...] não seria o instinto do medo que nos faz conhecer? E o júbilo dos que conhecem não seria precisamente o júbilo do sentimento de segurança reconquistado? (NIETZSCHE, 2001).

A busca pelo conhecer demonstra uma extrema curiosidade da raça humana em sua origem e tudo que a compõe. A vida em si é um espaço que possui várias incógnitas a serem resolvidas. Frente a isso, busca-se através da Ciência explicações em virtude da necessidade de sempre querer conhecer e saber mais (KOBASHIGAWA et al., 2008).

A Astronomia preenche, em parte, essa busca pela descoberta de quem somos e como fomos feitos, despertando cada vez mais a curiosidade pelo seu estudo. Sendo assim, abordar esse conhecimento no âmbito escolar pode proporcionar rupturas em um ensino tradicional, uma vez que elaborar atividades que levam a esses conhecimentos tão instigantes possibilita ao aluno desenvolver habilidades interdisciplinares que contribuem para uma aprendizagem significativa.

Com relação à relevância do ensino da Astronomia e Cosmologia no contexto educacional, autores como Langhi e Nardi (2012) contribuem com as discussões, afirmando em seus estudos a pertinência de promover o interesse e a aproximação pela

ciência como um todo. Além disso, mencionam o caráter motivador e interdisciplinar oportunizado pelo estudo da Astronomia e Cosmologia.

Esta ciência está profundamente enraizada na história, possui aplicações práticas para o dia a dia, contribui para a evolução de outras ciências, tais como a Física e a Química, revela um universo que promove curiosidade, admiração, imaginação, desenvolvendo o senso de exploração e descoberta, envolve os estudantes com o método científico, atraindo-os assim para se interessar em ciências. A Astronomia abre um leque de opções de trabalho, do ponto de vista teórico e prático, pois os temas de Astronomia permitem a realização de trabalhos práticos (LANGHI; NARDI, 2012, p. 108-109).

O estudo da Astronomia e Cosmologia no processo de ensino e aprendizagem pode estabelecer relações significativas entre o aluno e o mundo físico que o cerca, indicando a importância do conhecimento dos conceitos construídos (LEITE; HOSOUME, 2007). Diante disso, se faz necessário refletir como os conhecimentos de Astronomia e Cosmologia estão sendo abordados na Educação Básica, especialmente nos anos iniciais do Ensino Fundamental. Segundo as autoras, neste nível de ensino, os professores têm receio de abordar a Astronomia em sala de aula pois, muitas vezes, se sentem incapacitados de discutir e atender as expectativas concernentes à área.

Na compreensão de Silveira, Sousa e Moreira (2011), dificuldades no ensino e aprendizagem da Astronomia vêm sendo discutidas em pesquisas, especialmente no que se refere ao aluno avançar no conhecimento, de forma significativa, acerca do tema “Terra e Universo”, o que pode resultar em fragilidades conceituais nos anos subsequentes. Tal situação também é mencionada por Leite e Hosoume (2010), que sinalizam dificuldades envolvidas no processo de ensino e aprendizagem em Astronomia.

[...] Algumas delas convergem para o problema relacionado com a compreensão das formas, dos tamanhos e das distâncias relativos a objetos astronômicos. As distâncias e os tamanhos ‘astronômicos’ dos astros constituem um problema para a formação da imagem e para a relação entre o todo e a parte. Isso tem ocorrido tanto com astros muito distantes como com a própria Terra, planeta que habitamos. Ao mesmo tempo, observamos a curiosidade das pessoas em relação a temas de Astronomia e a sua presença marcante dentre os conteúdos abordados no Ensino Fundamental, nos Parâmetros Curriculares Nacionais e na mídia em geral (LEITE; HOSOUME, 2010, p. 145).

Assim, introduzir conceitos de Astronomia na Educação Básica pode oportunizar uma educação mais científica do conhecimento. Os conceitos astronômicos apresentam influências, principalmente, na cultura, na tecnologia, na história, na economia, no cotidiano, gerando potencialmente uma capacidade de conexões com diversos assuntos abordados na Educação Básica.

Diante de tais colocações, destaca-se os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN) (BRASIL, 1998) os quais já traziam em seus documentos a necessidade da introdução de conhecimentos astronômicos para os alunos.

- Identificação, mediante observação direta, de algumas constelações, estrelas e planetas recorrentes no céu do hemisfério Sul durante o ano, compreendendo que os corpos celestes vistos no céu estão a diferentes distâncias da Terra;
- Identificação da atração gravitacional da Terra como a força que mantém pessoas e objetos presos ao solo ou que os faz cair, que causa marés e que é responsável pela manutenção de um astro em órbita de outro;
- Estabelecimento de relação entre os diferentes períodos iluminados de um dia e as estações do ano, mediante observação direta local e interpretação de informações deste fato nas diferentes regiões terrestres, para compreensão do modelo heliocêntrico;
- Comparação entre as teorias geocêntrica e heliocêntrica, considerando os movimentos do Sol e demais estrelas observados diariamente em relação ao horizonte e o pensamento da civilização ocidental nos séculos XVI e XVII;
- Reconhecimento da organização estrutural da Terra, estabelecendo relações espaciais e temporais em sua dinâmica e composição;
- Valorização do conhecimento historicamente acumulado, considerando o papel de novas tecnologias e o embate de ideias nos principais eventos da história da Astronomia até os dias de hoje (BRASIL, 1998, p. 18).

Recentemente, na Base Nacional Comum Curricular (BNCC) (BRASIL, 2017), a disciplina de Ciências apresenta três Unidades Temáticas, a saber: Matéria e Energia; Vida e Evolução; e Terra e Universo. Em cada uma das unidades são especificados os objetos de conhecimento, que são os conteúdos a serem trabalhados, e os objetivos de aprendizagem, que são as habilidades a serem alcançadas na aprendizagem pelo aluno. O Quadro 1 apresenta a caracterização da Unidade Temática “Terra e Universo” (BRASIL, 2017) que expressa temas de Astronomia nos anos iniciais do Ensino Fundamental.

Quadro 1. Unidade temática “Terra e Universo” da BNCC

Ano	Objetos de conhecimento	Habilidades
1º ano	Escalas de tempo	(EF01CI05) Identificar e nomear diferentes escalas de tempo: os períodos diários (manhã, tarde, noite) e a sucessão de dias, semanas, meses e anos. (EF01CI06) Selecionar exemplos de como a sucessão de dias e noites orienta o ritmo de atividades diárias de seres humanos e de outros seres vivos.
2º ano	Movimento aparente do Sol no céu	(EF02CI07) Descrever as posições do Sol em diversos horários do dia e associá-las ao tamanho da sombra projetada. (EF02CI08) Comparar o efeito da radiação solar (aquecimento e reflexão) em

	O Sol como fonte de luz e calor	diferentes tipos de superfície (água, areia, solo, superfícies escura, clara e metálica etc.).
3º ano	Características da Terra Observação do céu Usos do solo	(EF03CI07) Identificar características da Terra (como seu formato esférico, a presença de água, solo etc.), com base na observação, manipulação e comparação de diferentes formas de apresentação do planeta (mapas, globos, fotografias etc.). (EF03CI08) Observar, identificar e registrar os períodos diários (dia e/ou noite) em que o Sol, demais estrelas, Lua e planetas estão visíveis no céu. (EF03CI09) Comparar diferentes amostras de solo do entorno da escola com base em características como cor, textura, cheiro, tamanho das partículas, permeabilidade etc. (EF03CI10) Identificar os diferentes usos do solo (plantação e extração de materiais, dentre outras possibilidades), reconhecendo a importância do solo para a agricultura e para a vida.
4º ano	Pontos cardeais Calendários, fenômenos cíclicos e cultura	(EF04CI09) Identificar os pontos cardeais, com base no registro de diferentes posições relativas do Sol e da sombra de uma vara (gnômon). (EF04CI10) Comparar as indicações dos pontos cardeais resultantes da observação das sombras de uma vara (gnômon) com aquelas obtidas por meio de uma bússola. (EF04CI11) Associar os movimentos cíclicos da Lua e da Terra a períodos de tempo regulares e ao uso desse conhecimento para a construção de calendários em diferentes culturas.
5º ano	Constelações e mapas celestes Movimento de rotação da Terra Periodicidade das fases da Lua Instrumentos óticos	(EF05CI10) Identificar algumas constelações no céu, com o apoio de recursos (como mapas celestes e aplicativos digitais, entre outros), e os períodos do ano em que elas são visíveis no início da noite. (EF05CI11) Associar o movimento diário do Sol e das demais estrelas no céu ao movimento de rotação da Terra. (EF05CI12) Concluir sobre a periodicidade das fases da Lua, com base na observação e

		no registro das formas aparentes da Lua no céu ao longo de, pelo menos, dois meses. (EF05CI13) Projetar e construir dispositivos para observação à distância (luneta, periscópio etc.), para observação ampliada de objetos (lupas, microscópios) ou para registro de imagens (máquinas fotográficas) e discutir usos sociais desses dispositivos.
--	--	--

Fonte: Brasil (2017)

Em linhas gerais, em conformidade com Langhi (2009) e Bartelmebs (2012), considera-se que a inserção da Astronomia e Cosmologia nos anos iniciais do Ensino Fundamental pode propiciar aos alunos, até mesmo, o entendimento de conceitos interdisciplinares de modo a construir um conhecimento científico com base sólida que poderá contribuir com os estudos posteriores.

ASTRONOMIA E COSMOLOGIA: CONCEITOS FÍSICOS NO ENSINO FUNDAMENTAL

O estudo de conceitos físicos remete, muitas vezes, ao entendimento de que são abordados somente no Ensino Médio. Entretanto, estudar Ciências Naturais de maneira significativa e contextualizada no decorrer dos anos iniciais e finais do Ensino Fundamental possibilita a aprendizagem de muitos conhecimentos que introduzem conceitos e termos inerentes à disciplina de Física do Ensino Médio.

Mesmo que, por vezes, não seja totalmente compreendido e colocado em prática por parte dos professores, os PCN (BRASIL, 1998) já apresentava em seu documento habilidades e competências que só poderão ser alcançadas através de um ensino que possibilite conteúdos e definições introdutórias ao ensino de Física, ainda no Ensino Fundamental.

Segundo os PCN de Ciências Naturais (1998, p. 31), “saber utilizar conceitos científicos básicos, associados a energia, matéria, transformação, espaço, tempo, sistema, equilíbrio e vida”, oportuniza uma educação científica que auxilia em uma aprendizagem interdisciplinar. Sendo assim, ressalta-se a importância das discussões acerca do ensino de Física no Ensino Fundamental, e não apenas no Ensino Médio.

Ao introduzir no âmbito escolar conceitos científicos voltados ao ensino contextualizado, proporciona-se ao aluno uma maior interação com o conhecimento investigativo e motivador desempenhando, assim, o papel de garantir uma aprendizagem mais significativa em termos de conhecimentos científicos.

Ainda, de acordo com as contribuições dos PCN de Ciências Naturais (BRASIL, 1998), objetiva-se possibilitar aos alunos o universo dos conceitos científicos, a compreensão acerca do mundo e preparando-os para convivência em sociedade.

[...] um conhecimento que colabora para a compreensão do mundo e suas transformações, para reconhecer o homem como parte do universo e como indivíduos, é meta que se propõe para o ensino da

área na escola fundamental. A apropriação de seus conceitos e procedimentos pode contribuir para o questionamento do que se vê e ouve, para a ampliação das explicações acerca dos fenômenos da natureza, para a compreensão e valorização dos modos de intervir na natureza e de utilizar seus recursos, para a compreensão dos recursos tecnológicos que realizam essas mediações, para a reflexão sobre questões éticas implícitas nas relações entre Ciências, Sociedade e Tecnologia (BRASIL, 1998, p. 24).

Os conceitos físicos ao serem trabalhados, ainda no Ensino Fundamental, podem proporcionar bases sólidas para que haja um aprendizado cognitivo de maior desenvoltura no decorrer dos estudos em anos subsequentes. Em razão disso, é possível interiorizar-se com algo já visto e podem integrar as experiências existentes ao conhecimento cognitivo, conforme evidenciado por Piaget.

[...] uma integração às estruturas prévias, que podem permanecer invariáveis ou são mais ou menos modificadas por esta própria integração, mas sem descontinuidade com o estado precedente, isto é, sem serem destruídas, mas simplesmente acomodando-se à nova situação (PIAGET, 1958, p. 13).

Sob tais considerações, entende-se que o ensino de Ciências Naturais no Ensino Fundamental pode propiciar uma base sólida de conhecimentos contribuindo para a aprendizagem de Física nos últimos anos da Educação Básica. Assim, introduzir o estudo de conceitos de Astronomia e Cosmologia, ainda no Ensino Fundamental, configura-se como uma possibilidade ímpar de obter um ensino científico significativo.

Conforme já mencionado, a BNCC (BRASIL, 2017) enfatiza em seu documento que os conteúdos sobre conceitos astronômicos começam a ser trabalhados nos anos iniciais do Ensino Fundamental.

[...] Na unidade temática Terra e Universo, busca-se a compreensão de características da Terra, do Sol, da Lua e de outros corpos celestes – suas dimensões, composição, localizações, movimentos e forças que atuam entre eles. Ampliam-se experiências de observação do céu, do planeta Terra, particularmente das zonas habitadas pelo ser humano e demais seres vivos, bem como de observação dos principais fenômenos celestes. Além disso, ao salientar que a construção dos conhecimentos sobre a Terra e o céu se deu de diferentes formas em distintas culturas ao longo da história da humanidade, explora-se a riqueza envolvida nesses conhecimentos, o que permite, entre outras coisas, maior valorização de outras formas de conceber o mundo, como os conhecimentos próprios dos povos indígenas originários (BRASIL, 2017, p. 328).

Desta forma, a BNCC (BRASIL, 2017) propõe que os conteúdos astronômicos e cosmológicos sejam trabalhados nos anos iniciais do Ensino Fundamental, garantindo a importância de estudar esses conceitos para o processo de ensino e aprendizagem em Ciências.

Cabe mencionar que os professores de Ciências, em geral, têm se preocupado em elaborar projetos que auxiliem no aprendizado dos alunos. De acordo com Machado e Cristóvão (2006) e Azevedo (2004), as Sequências Didáticas são exemplos de proposições didáticas que estão cada vez mais adquirindo espaço nas disciplinas escolares de modo que o aluno possa explorar, investigar, refletir e questionar.

Para Machado e Cristóvão (2006), apresentar um conteúdo de Física, particularmente de Astronomia e Cosmologia, no Ensino Fundamental em uma Sequência Didática pode oportunizar possibilidades de um trabalho interdisciplinar contribuindo para uma educação científica. Nessa direção, Brandão (2018) ressalta que:

[...] a alfabetização científica vem do termo em inglês Science literacy, que também pode ser traduzido como letramento científico. Da mesma maneira que uma pessoa é alfabetizada para ter a capacidade de ler e interpretar o mundo que a rodeia, a alfabetização científica deve fornecer conhecimentos científicos suficientes para que esta pessoa saiba interpretar fenômenos e resolver problemas em sua realidade. Segundo Paulo Freire, a alfabetização é um processo que permite conexões entre o mundo em que a pessoa vive e a palavra escrita. Desta forma, podemos fazer um paralelo dizendo que a alfabetização científica acontece quando a pessoa consegue fazer conexões com o conhecimento científico e o mundo ao seu redor (BRANDÃO, 2018, p. 18).

Sendo assim, trabalhar a educação científica no Ensino Fundamental é essencial para que os alunos possam construir uma postura ativa e crítica de modo a compreenderem e intervirem no mundo que os cerca.

Autores como Carvalho e Ramos (2020) sinalizam que nos PCN (BRASIL, 1998), o ensino de Astronomia e Cosmologia era contemplado, porém, de maneira menos aprofundada, sendo os conceitos trabalhados, em muitos momentos de forma superficial e limitada, ao contrário da BNCC (BRASIL, 2017), que remete a busca intensa de discussões e aprofundamento acerca da área em estudo.

A Física é uma das disciplinas que os alunos apresentam muitas dificuldades, pois além de exigir um conhecimento matemático que, muitas vezes, não fora trabalhado de forma significativa no Ensino Fundamental, pode também não apresentar conhecimentos mais detalhados em relação à determinados conceitos principais e introdutórios, a exemplo da Astronomia e Cosmologia.

Desta forma, desenvolver atividades que oportunizem ao aluno do Ensino Fundamental ter uma maior compreensão de como se formou o cosmos, por exemplo, possibilita, de certa maneira, suprir algumas dificuldades que são desencadeadas por conteúdos astronômicos, os quais podem ser trabalhados no Ensino Médio de forma mais específica e em uma linguagem mais formal.

Ao perceber o quanto o estudo do Universo instiga a imaginação reporta-se ao pensamento da criança, estudante de Ciências Naturais que, na maioria das vezes, demonstra um grande interesse aos estudos voltados à Astronomia. Sendo assim, abordar conteúdos de Astronomia e Cosmologia para crianças pode possibilitar uma aprendizagem mais leve e lúdica que traz significativos benefícios à aprendizagem e ao futuro dos alunos.

O ensino de Ciências não pode se limitar a expor aos alunos os produtos da Ciência como conhecimentos definitivos e acabados, mas, sim:

A ciência deve ser ensinada como um saber histórico e provisório, tentando fazer com que os alunos participem, de algum modo, no processo de elaboração do conhecimento científico, com suas dúvidas e incertezas, e isso também requer deles uma abordagem do aprendizado como um processo construtivo, de busca de significados e de interpretação, em vez de reduzir a aprendizagem a um processo repetitivo ou de reprodução de conhecimentos pré-cozidos, prontos para o consumo (POZO; CRESPO, 2009, p. 21).

Segundo Tironi et al. (2013), o ensino de Ciências Naturais tem sido alvo de questionamentos e reflexões há muito tempo no Brasil, pois ainda acontece a repetição de conteúdos sem relação com contexto e, muitas vezes, não abrangem discussões importantes das Ciências, a exemplo da Física Moderna e Contemporânea. Em outras palavras, ainda existe uma significativa falta de compreensão de conhecimentos científicos no Ensino Médio, principalmente, nas disciplinas de Química e Física.

No entendimento de Langhi e Nardi (2012), existem estudos que relatam problemas na formação inicial de professores no que diz respeito à área da Astronomia e Cosmologia. Conforme os autores, “é preocupante imaginar quais noções de Astronomia tais docentes revisaram em sua formação para se sentirem competentes e habilitados ao trabalhar com conteúdos dessa natureza com seus alunos” (LANGHI; NARDI, 2012, p. 93).

Em dadas situações, os professores continuam, em parte, trabalhando os conteúdos de maneira descontextualizada, pois suas formações, muitas vezes, não possibilitaram discussões e a obtenção de conhecimentos significativos relacionados ao contexto. Conforme Langhi e Nardi (2009, p. 2), “embora tenham ocorrido reformas educacionais recentes, estudos mostram que, sobre essa questão, a formação de professores de ciências, na maioria dos cursos, ainda está mais próxima dos anos 1970”.

O papel docente é de ser legitimamente responsável pelo ensino e a aprendizagem de uma Ciência que reúne conhecimentos importantes que determinaram e continuam determinando os rumos da humanidade (RABELLO, 2022).

A Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional (LDBEN) n.º 9.394 de 1996, denota que a Educação Básica tem como panorama abordar e “desenvolver o educando, assegurar-lhe a formação indispensável para o exercício da cidadania e fornecer-lhe meios para progredir no trabalho e em estudos posteriores” (BRASIL, 1996, p. 22).

Neste sentido, ressalta-se a importância do desenvolvimento de atividades que auxiliem os alunos a promoverem um pensamento e conhecimento com base teórica que designa e ajuda a compreender conteúdos que serão abordados ao longo da vida pessoal e profissional.

No meio educacional, o professor encara uma série de questões com relação aos seus métodos de ensino e a constante necessidade de mudanças e/ou adaptações. Em alguns momentos, são encontradas dificuldades em desenvolver algum conteúdo em um curto espaço de tempo podendo, muitas vezes, não obter o êxito desejado na aprendizagem.

Segundo Contretas (2002), a qualidade da prática profissional de um professor requer um trabalho voltado à educação que almeja atingir objetivos e expressar valores, e não somente relatar o trabalho escolar. Diante disso, emerge a necessidade de

desenvolver atividades que proporcionem uma aprendizagem significativa e de relevância social.

Cabe mencionar a relevância de haver novas maneiras de ensinar com o intuito de agregar melhorias ao ensino e tornar a sociedade cada vez mais próspera em termos de conhecimentos científicos, pois como bem coloca Cury (2003, p. 20), “os bons professores educam para uma profissão, enquanto os professores fascinantes educam para a vida”.

Por fim, destaca-se a importância de lembrar que a sociedade está em constante desenvolvimento e, sendo assim, as propostas curriculares precisam apresentar atividades de ensino que oportunizem formas de ensinar e aprender que contribuam na construção do conhecimento da Ciência que, por sua vez, também está em constante evolução e não pode ser considerada como pronta e acabada.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A Astronomia é uma ciência complexa e muito instigante que busca integrar os conhecimentos científico e cotidiano, envolvendo cada vez mais ideias inovadoras. Essas, por sua vez, podem se encaixar em aspectos interdisciplinares abrindo caminhos a inúmeros outros conhecimentos que, muitas vezes, os estudantes possuem dificuldades, as quais são por vezes ocasionadas pelo tardio despertar da educação científica.

A introdução de conteúdos um pouco complexos, mas ao mesmo tempo instigantes, podem possibilitar uma aprendizagem mais significativa para os alunos do Ensino Fundamental, visto que o professor pode oferecer um leque maior de habilidades de aprendizagem. Além disso, pode apresentar maneiras de desenvolver pré-requisitos que ajudam a sanar futuros problemas de aprendizagem em disciplinas como Física, Biologia e Química no Ensino Médio.

Almeja-se que os alunos consigam conhecer e compreender os conceitos primordiais relacionados à Cosmologia e Astronomia, trazendo do senso comum ou até mesmo da própria imaginação curiosidades e um maior interesse pelo assunto, permitindo a inserção da ciência em seu cotidiano.

Cabe ao professor agregar novas maneiras de ensinar, instigar e provocar o ensino dos conteúdos no âmbito do ensino de Ciências, em especial, o ensino de Astronomia e Cosmologia a fim de desenvolver habilidades sociais e favorecer uma cultura científica para os alunos de modo que possam intervir no mundo de maneira autônoma e crítica.

A necessidade de estar constantemente em formação é essencial a todo o ser humano, seja na profissão professor ou em qualquer outra formação profissional. Introduzir atividades sem planejamento ou trabalhar conceitos sem relação com o contexto pode não oportunizar ao aluno um bom desempenho em sua aprendizagem. Em vista disso, vislumbra-se que o ensino seja planejado e contextualizado com criticidade e possibilidades diversas de atividades.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ARISTÓTELES. O homem de gênio e a melancolia: problema XXX, 1. Tradução de Alexei Bueno. Rio de Janeiro: Lacerda, 1999.

AZEVEDO, M. C. P. S. Ensino por Investigação: problematizando as atividades em sala de aula. In: CARVALHO, A. M. P. de. (Org.). Ensino de Ciências: unindo a pesquisa e a prática. São Paulo: Pioneira Thomson Learning, 2004.

BARTELMEBS; R. C. O ensino de Astronomia nos anos iniciais: Reflexões produzidas em uma comunidade de prática. 2012. 119 f. Dissertação (Mestrado em Educação em Ciências: Química da Vida e Saúde) – Universidade Federal do Rio Grande. Rio Grande, 2012. Disponível em: <<https://repositorio.furg.br/bitstream/handle/1/4784/Roberta%20Chiesa%20Bartelmebs.pdf?sequence=1&isAllowed=y>>. Acesso em: 10 mar. 2023.

BARTELMEBS; R. C.; MORAES, R. Teoria e prática do ensino de Astronomia nos anos iniciais: mediação das aprendizagens por meio de perguntas. Ensino de Ciências e Tecnologia em Revista, v. 1, n. 1, jan./jun., 2011. Disponível em: <<https://repositorio.furg.br/bitstream/handle/1/1371/Teoria%20e%20pr%C3%A1tica%20do%20ensino%20de%20astronomia%20nos%20anos%20iniciais%20media%C3%A7%C3%A3o%20das%20aprendizagens%20por%20meio%20de%20perguntas.pdf?sequence=1&isAllowed=y>>. Acesso em: 15 mar. 2023.

BOGDAN, R.; BIKLEN, S. Investigação qualitativa em educação: uma introdução à teoria e aos métodos. Portugal: Porto, 1994.

BRANDÃO, C. A importância da alfabetização científica na Educação Básica. 2018. Disponível em: <<http://info.geekie.com.br/alfabetizacao-cientifica/>>. Acesso em: 24 jan. 2023.

BRASIL. Ministério da Educação. Secretaria da Educação Básica. Base Nacional Comum Curricular. Ministério da Educação. Brasília: MEC, 2017. Disponível em: <http://basenacionalcomum.mec.gov.br/wpcontent/uploads/2018/12/BNCC_19dez2018_site.pdf>. Acesso em: 08 out. 2022.

BRASIL, Secretaria Especial de Editoração e Publicações Subsecretaria de Edições Técnicas. Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional nº 9.394, de 20 de dezembro de 1996. Brasília: MEC, 1996. Disponível em: <<https://www2.senado.leg.br/bdsf/bitstream/handle/id/70320/65.pdf>>. Acesso em: 29 nov. 2022.

BRASIL. Ministério da Educação. Secretaria de Educação Fundamental. Parâmetros Curriculares Nacionais: Ciências Naturais. Brasília: MEC/SEF, 1998. Disponível em: <<http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/ciencias.pdf>>. Acesso em: 15 fev. 2023.

CANIATO, R. Um projeto brasileiro para o ensino de Física. 1974. 576 f. Tese (Doutorado em Educação) – Universidade Estadual de Campinas. Campinas, 1974. Disponível em: <<https://www.btdea.ufscar.br/teses-e-dissertacoes/um-projeto-brasileiro-para-o-ensino-de-fisica>>. Acesso em: 28 fev. 2023.

CARVALHO, T. F. G.; RAMOS, J. E. F. A BNCC e o ensino da astronomia: o que muda na sala de aula e na formação dos professores. Currículo & Docência, v. 2, n. 2, 2020. Disponível em: <<https://www.sumarios.org/artigo/bncc-e-o-ensino-da-astronomia-o-que-muda-na-sala-de-aula-e-na-forma%C3%A7%C3%A3o-dos-professores>>. Acesso em: 28 abr. 2023.

CONTRETAS, J. Autonomia de professores. Tradução de Sandra Trabucco Valenzuela. São Paulo: Cortez, 2002.

CRUZ, C. G. M.; KUCERA, L.; ROCHA, R. G.; MACHADO, R.; BARRA, V. M. M. Metodologia do Ensino das Ciências Naturais. Curitiba: Iesde Brasil, 2010.

CURY, A. Pais brilhantes, professores fascinantes. Rio de Janeiro: Sextante, 2003.

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

KOBASHIGAWA, A. H.; ATHAYDE, B. A. C.; MATOS, K. F. de OLIVEIRA; CAMELO, M. H.; FALCONI, S. Estação Ciência: formação de educadores para o ensino de Ciências nas séries iniciais do Ensino Fundamental. In: Seminário Nacional ABC na Educação Científica, 4., 2008, São Paulo. Anais eletrônicos... São Paulo, 2008. Disponível em: <<https://docplayer.com.br/54659874-Estacao-ciencia-formacao-de-educadores-para-o-ensino-de-ciencias-nas-series-iniciais-do-ensino-fundamental.html>>. Acesso em: 13 mai. 2023.

LANGHI, R. Astronomia nos anos iniciais do Ensino Fundamental: repensando a formação de professores. 2009. 372 f. Tese (Doutorado em Educação para a Ciência) – Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”. Bauru, 2009. Disponível em: <https://repositorio.unesp.br/bitstream/handle/11449/101991/langhi_r_dr_bauru.pdf?sequence=1&isAllowed=y>. Acesso em: 18 mar. 2023.

LANGHI, R.; NARDI, R. Ensino da Astronomia no Brasil: educação formal, informal, não formal e divulgação científica. Revista Brasileira de Ensino de Física, v. 31, n. 4, p. 1-11, jul. 2009. Disponível em: <<https://www.scielo.br/j/rbef/a/jPYT5PRkLsy5TJQfM8pDWKB/?format=pdf&lang=pt>>. Acesso em: 13 nov. 2022.

LANGHI, R.; NARDI, R. Educação em Astronomia: repensando a formação de professores. São Paulo: Escrituras, 2012.

LEITE, C.; HOSOUME, Y. Os professores de Ciências e suas formas de pensar a Astronomia. Revista Latino-Americana de Educação em Astronomia, n. 4, p. 47- 68,

2007. Disponível em: <<https://www.relea.ufscar.br/index.php/relea/article/view/99/79>>. Acesso em: 13 mar. 2023.

LEITE, C.; HOSOUME, Y. A espacialidade no processo de ensino-aprendizagem de Astronomia. In: LONGHINI, M. D. (Org.). Educação em Astronomia: experiências e contribuições para a prática pedagógica. Campinas: Átomo, 2010.

LÜDKE, M.; ANDRÉ, M. E. D. A. Pesquisa em educação: abordagens qualitativas. Rio de Janeiro: EPU, 1986.

MARTINS, D. C.; GODOI, N.; MASCARENHAS, Y. P. Ensino de Astronomia no nível fundamental por meio da Informática: relato de uma experiência. In: LONGHINI, M. D. (Org.). Educação em Astronomia: experiências e contribuições para a prática pedagógica. Campinas: Átomo, 2010.

NIETZSCHE, F. W. A Gaia Ciência. Tradução de Paulo César de Souza. 1. ed. São Paulo: Companhia das Letras, 2001.

PIAGET, J. A psicologia da inteligência. Tradução Egléa de Alencar. Rio de Janeiro: Fundo de Cultura, 1958.

POZO, J. I.; CRESPO, M. A. G. A aprendizagem e o ensino de Ciências: do conhecimento cotidiano ao conhecimento científico. Porto Alegre: ArtMed, 2009.

RABELLO, L. P. O ensino de Astronomia e a formação de professores: uma proposta de intervenção no currículo das licenciaturas. 2022. 56 f. Monografia (Licenciatura em Física) – Universidade Federal Fluminense. Niterói, 2022. Disponível em: <<https://app.uff.br/riuff/bitstream/handle/1/26605/Lais%20Pimentel%20Rabello.pdf?sequence=1>>. Acesso em: 13 mar. 2023.

SILVEIRA, F. P. R. de A.; SOUSA, C. M. S. G. de; MOREIRA, M. A. Uma avaliação diagnóstica para o ensino da astronomia. Revista Latino-Americana de Educação em Astronomia, n. 11, p. 45-62, 2011. Disponível em: <<https://www.relea.ufscar.br/index.php/relea/article/view/155/196>>. Acesso em: 23 mar. 2023.

CORRESPONDÊNCIA:

Midiã Perez Pereira

Licenciada em Ciências Naturais e Matemática - Física pela Universidade Federal de Mato Grosso (UFMT), Câmpus Universitário de Sinop (CUS), Instituto de Ciências Naturais, Humanas e Sociais (ICNHS). Docente da Escola Estadual Manoel Soares Campos do município de Cláudia. Cláudia, Mato Grosso, Brasil. e-mail: perezmidia2@gmail.com.

Roseli Adriana Blümke Feistel

Orcid: <https://orcid.org/0000-0002-8696-2221>.

Lattes: <http://lattes.cnpq.br/8516673002046226>.

Licenciada em Física e Mestre em Educação nas Ciências pela Universidade Regional do Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul (UNIJUÍ) e Doutora em Educação Científica e Tecnológica pela Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC). Docente Associada da Universidade Federal de Mato Grosso (UFMT), Câmpus Universitário de Sinop (CUS), Instituto de Ciências Naturais, Humanas e Sociais (ICNHS), Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências da Natureza e Matemática (PPGECM), Curso de Licenciatura em Ciências Naturais e Matemática. Pesquisadora do Núcleo Interdisciplinar de Pesquisa em Ensino de Ciências e Matemática (NIPECeM) e do Grupo de Pesquisa em Ensino de Ciências de Sinop (GPECS), com pesquisas na área de Educação, Ensino de Ciências, Ensino de Física, atuando, principalmente, nos seguintes temas: Ensino de Ciências/Física, Formação de Professores, Currículo, Interdisciplinaridade, Abordagem Temática, Ensino-aprendizagem. Membro do Conselho Municipal de Educação e do Fórum Permanente de Educação do município de Sinop-MT. Sinop, Mato Grosso, Brasil. e-mail: roseli.feistel@ufmt.br.

INTERDISCIPLINARIDADE NA EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS: um diálogo entre diferentes autores

ROSELI ADRIANA BLÜMKE FEISTEL¹

¹Universidade Federal de Mato Grosso

RESUMO

Há várias discussões acerca da importância da interdisciplinaridade nas Ciências como um todo, no entanto, ainda não há um consenso quanto à sua compreensão. Assim, o presente trabalho busca apresentar, por meio de um estudo teórico, de abordagem qualitativa, compreensões de interdisciplinaridade de distintos autores a fim de contribuir para a reflexão e expor aproximações e distanciamentos entre suas perspectivas. Pelo estudo realizado, o que se evidencia é que, dentre as ideias sustentadas por autores que discutem a interdisciplinaridade, alguns entendimentos se aproximam, enquanto outros, se distanciam em termos do que se almeja com o ensino interdisciplinar no contexto educacional. Todavia, o ponto comum entre elas é a superação de um ensino fragmentado, descontextualizado e linear que insiste estar presente na educação. Em síntese, sustenta-se a perspectiva de interdisciplinaridade construída coletivamente entre os pares, envolvendo o processo histórico de produção do conhecimento e a articulação entre as diferentes áreas do conhecimento, no sentido de buscar uma compreensão de totalidade do saber e uma visão de mundo acerca da realidade com vistas ao processo de humanização e transformação social dos homens.

Palavras-chave: Currículo. Educação. Interdisciplinaridade. Perspectivas teóricas. Revisão de Literatura.

INTRODUÇÃO

As discussões em torno da questão da interdisciplinaridade aumentaram no decorrer dos últimos anos, seja na Educação Básica ou no Ensino Superior. A presença da interdisciplinaridade na educação se dá em razão das transformações ocorridas na sociedade como um todo, as quais suscitaram a fragmentação do conhecimento e o predomínio das especializações que, por sua vez, sinalizam a necessidade de haver um conhecimento mais integrado e global. Em outras palavras, configura-se como a busca pela integração das disciplinas e da contextualização dos conteúdos de ensino de maneira mais significativa (MOZENA; OSTERMANN, 2014; HARTMANN; ZIMMERMANN, 2007).

Em consonância com Jantsch e Bianchetti (2011), a interdisciplinaridade continua sendo uma forte tendência em distintas áreas do conhecimento com o propósito de discutir e, até mesmo, propor soluções de problemas que afetam a humanidade, sejam eles de natureza econômica, política, social, científica, ambiental, tecnológica ou educativa. O desenvolvimento das Ciências e os avanços da tecnologia remetem a importância da interdisciplinaridade no ensino, uma vez que o conhecimento

não é neutro e se constrói num processo de interação entre os diferentes campos do saber (DELIZOICOV; ANGOTTI; PERNAMBUCO, 2007).

O contexto histórico, vivenciado especialmente no último século, caracterizado pela divisão do trabalho, pela fragmentação do conhecimento e pelo predomínio das especializações, originou a necessidade do desenvolvimento da interdisciplinaridade como alternativa para promover o diálogo entre os saberes e buscar a visão do todo (JANTSCH; BIANCHETTI, 2011).

Considerando o acelerado avanço científico não há como omitir que houve uma crescente especialização e fragmentação dos saberes, uma desassociação entre teoria e prática nos diferentes níveis de ensino, sobretudo por se referirem à processos oriundos da revolução industrial tendo em vista a necessidade da mão de obra especializada.

Segundo entendimento de Jantsch e Bianchetti (2011, p. 173), “o processo de fragmentação do conhecimento e do trabalho se impôs historicamente”, o que significa que a fragmentação teve sua contribuição em dado momento da história da humanidade em razão das implicações e exigências colocadas em determinado período histórico.

Assim, o contexto atual, influenciado pelo desenvolvimento tecnológico e científico, remete à necessidade de romper com a tendência desarticulada e fragmentadora do conhecimento (AUGUSTO; CALDEIRA, 2007). Na ótica de Jantsch e Bianchetti (2011, p. 176), “o interdisciplinar está se estabelecendo, hoje, não porque os homens decidiram, mas sim pela pressão, pelas necessidades colocadas pela materialidade do momento histórico”. Nesse sentido, menciona-se a relevância do desenvolvimento do ensino interdisciplinar como uma possibilidade de buscar a totalidade do conhecimento a partir da interação entre os distintos campos do saber.

Diante disso, o presente trabalho busca apresentar, por meio de um estudo teórico, compreensões de interdisciplinaridade de distintos autores a fim de contribuir para a reflexão e expor aproximações e distanciamentos entre as perspectivas teóricas.

ENCAMINHAMENTOS METODOLÓGICOS

O estudo realizado caracteriza-se por uma abordagem qualitativa (LÜDKE; ANDRÉ, 1986; MINAYO, 2001; GIL, 2008). Para a realização da pesquisa, buscou-se na literatura, perspectivas de interdisciplinaridade de autores como Freire (2005), Japiassu (1976), Fazenda (2011), Fourez (1997), Jantsch e Bianchetti (2011), Severino (2011), Frigotto (2011), Santomé (1998) e Lenoir (2008).

Vale ressaltar que as concepções sobre interdisciplinaridade abordadas em produções científicas não se limitam a estes autores. Tal escolha se justifica porque tais teóricos apresentam com mais clareza as perspectivas de interdisciplinaridade, além de serem os autores mais referenciados em teses e dissertações, em trabalhos de eventos científicos e em artigos de periódicos da área de Educação em Ciências.

INTERDISCIPLINARIDADE: ALGUMAS CONSIDERAÇÕES

As discussões sobre a interdisciplinaridade na área educacional iniciaram-se na Europa, particularmente na Itália e na França, em meados da década de 1960, em um momento marcado por movimentos estudantis que, dentre outras exigências,

reinvidicavam um ensino mais sintonizado com os problemas de ordem econômica, política e social da época.

Assim sendo, o ensino interdisciplinar foi uma resposta a tal reivindicação, na medida em que as grandes problemáticas da época não poderiam ser resolvidas por uma única disciplina ou campo do saber. Em outras palavras, significa que os estudantes da época lutavam por uma nova escola, uma nova Universidade (FAZENDA, 2011; JANTSCH; BIANCHETTI, 2011).

No Brasil, de acordo com Jantsch e Bianchetti (2011), os debates sobre o ensino interdisciplinar chegaram ao final dos anos 1960 e início dos anos 1970, e, do mesmo modo que na Europa, impulsionados especialmente pela necessidade de dar uma resposta à divisão do conhecimento, visto que as Ciências haviam se fragmentado em muitas disciplinas, e a interdisciplinaridade poderia reconstituir o diálogo entre elas e a busca da totalidade do saber.

Desde então, inúmeros autores têm debatido o tema, contudo, a interdisciplinaridade ainda apresenta-se como um conceito polissêmico (BERTI, 2007; SILVA, 2008; THIESEN, 2008; FEISTEL; MAESTRELLI, 2009; 2011; MANGINI, 2010; FEISTEL, 2012).

Cabe mencionar que as discussões acerca da interdisciplinaridade no Brasil, na área educacional surgem, principalmente com os trabalhos de Freire (2005), Japiassu (1976), Fazenda (2011), Jantsch e Bianchetti (2011), Severino (2011) e Frigotto (2011), para depois estarem presentes em documentos educacionais oficiais propostos pelo Ministério da Educação (MEC), como: Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional (LDBEN) n.º 9.394 (BRASIL, 1996); Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN) do Ensino Fundamental (BRASIL, 1998a; 1998b; 1998c); Diretrizes Curriculares Nacionais do Ensino Médio (DCNEM) (BRASIL, 1998d); Parâmetros Curriculares Nacionais do Ensino Médio (PCNEM) e PCN+ (BRASIL, 2000a; 2000b; 2002a); Diretrizes Curriculares Nacionais (DCN) para formação de professores da Educação Básica (BRASIL, 2002b); Orientações Curriculares Nacionais para o Ensino Médio (OCNEM) (BRASIL, 2006); dentre outros documentos, e, mais recentemente, na Base Nacional Comum Curricular (BNCC) (BRASIL, 2017).

Mesmo não havendo consenso entre os teóricos acerca do assunto, o que se verifica é que todos fazem referência à preocupante desfragmentação do conhecimento e mencionam a importância da interdisciplinaridade no sentido de que as disciplinas dialoguem entre si e, assim, se perceba a unidade na diversidade dos conhecimentos, tanto em relações pedagógicas em sala de aula quanto em pesquisas acadêmicas.

A seguir são apresentadas as principais ideias dos autores selecionados para o estudo, a fim de evidenciar a compreensão de interdisciplinaridade de cada um deles. Destaca-se que tais ideias não seguem uma ordem de importância ou cronológica, e as obras mencionadas não são necessariamente as primeiras obras dos autores.

PERSPECTIVAS DE INTERDISCIPLINARIDADE

Embora o termo interdisciplinaridade não apresente um sentido único e preciso, em vista do conjunto de olhares que ele recebe, isto é, ainda que não seja possível determinar uma única compreensão de interdisciplinaridade, o certo é que há uma concepção comum, por parte de diversos teóricos que a pesquisam, acerca da

necessidade de relação de significados e sentidos na busca do conhecimento, almejando uma apreensão de saberes como um todo.

O Quadro 1 busca sintetizar as perspectivas de interdisciplinaridade dos autores estudados.

Quadro 1. Perspectivas de interdisciplinaridade de alguns autores

Autor/Ano	Perspectiva interdisciplinar
Japiassu (1976)	Interdisciplinaridade como integração conceitual e metodológica entre as disciplinas – sustenta-se na filosofia do sujeito.
Fazenda (2011)	Interdisciplinaridade como atitude, ação, “parceria” e, ao mesmo tempo, possibilidade de interdisciplinaridade no trabalho individual, prática e vivência da interdisciplinaridade em projetos escolares – sustenta-se na filosofia do sujeito.
Santomé (1998)	Interdisciplinaridade como ação prática – maior contextualização dos conteúdos e o estabelecimento de relações entre as disciplinas.
Jantsch e Bianchetti (2011)	Interdisciplinaridade como processo histórico da produção do conhecimento – objeto e sujeito não são independentes.
Severino (2011)	Interdisciplinaridade como processo de construção histórica do conhecimento realizado por um sujeito coletivo na perspectiva da totalidade – projeto educacional centrado numa intencionalidade.
Frigotto (2011)	Interdisciplinaridade como necessidade e como problema no plano material histórico-cultural e no plano epistemológico.
Fourez (1997)	Interdisciplinaridade como integração de diferentes conhecimentos disciplinares para a compreensão e ação de determinada situação-problema oriunda da realidade.
Lenoir (2008)	Interdisciplinaridade como interação entre disciplinas numa ação recíproca de conhecimentos.
Freire (2005)	Interdisciplinaridade como construção do conhecimento pelo sujeito em razão de sua relação com a realidade, o contexto e a cultura; estabelecida por meio da dialogicidade, coletividade e problematização, com o objetivo de alcançar uma educação humanizadora, transformadora e libertadora, em busca da autonomia do sujeito.

Fonte: Elaborado pela autora (2023)

Embora Japiassu (1976) e Fazenda (2011) sejam sem dúvida alguns dos autores mais citados na literatura brasileira sobre interdisciplinaridade; o primeiro por ser um dos pesquisadores pioneiros na abordagem do tema, com a obra *Interdisciplinaridade e Patologia do Saber*, e a segunda por possuir inúmeras produções científicas sobre interdisciplinaridade voltadas ao campo educacional, ambos não devem ser considerados os mais importantes e nem os únicos Freire (2005), Jantsch e Bianchetti

(2011), Severino (2011) e Frigotto (2011) são importantes autores que apresentam ideias contrárias às de Fazenda (2011) e Japiassu (1976).

Jantsch e Bianchetti (2011) fazem uma crítica a Fazenda (2011) e Japiassu (1976), ressaltando que a perspectiva de interdisciplinaridade destes autores atribui ao indivíduo a origem das transformações, deixando de lado qualquer contextualização histórica e a maneira pela qual a sociedade se organiza

Partilha-se do entendimento de Jantsch e Bianchetti (2011), Severino (2011) e Frigotto (2011) que, com apoio em Freire (2005), argumentam que Japiassu (1976) e Fazenda (2011) trazem elementos que caracterizam uma compreensão a-histórica da interdisciplinaridade, ou seja, apontam uma perspectiva de interdisciplinaridade baseada especialmente na filosofia do sujeito, em que consideram a ação do sujeito sobre o objeto do conhecimento.

A preocupação de Japiassu (1976) é a de buscar uma integração conceitual e metodológica entre as disciplinas a partir do auxílio de especialistas na intenção de superar o problema da fragmentação do conhecimento apontado pelo autor como um mal vivido pela humanidade. Frente a isso, discorda-se de Japiassu (1976), já que a fragmentação do conhecimento ocorreu de maneira simultânea ao desenvolvimento histórico da Ciência e da tecnologia, o que indica que, em determinado momento da história, sua presença foi relevante.

Com relação a esse aspecto, busca-se respaldo nas ideias defendidas por Freire (2005), Jantsch e Bianchetti (2011), Severino (2011) e Frigotto (2011), que sustentam a perspectiva da totalidade do conhecimento a partir do processo histórico da produção do conhecimento articulado ao contexto atual. Segundo Jantsch e Bianchetti (2011, p. 178), a interdisciplinaridade “poderá ser conquistada mediante uma atuação coletiva tendo como ponto de partida a concretude do processo histórico vivido pela humanidade. [...] é preciso adequar a atuação com as suas possibilidades e limites”.

Nessa mesma linha de pensamento, destaca-se as ideias de Severino (2011), que considera o conhecimento em sua totalidade e produzido historicamente. Para o autor, trabalhar com a interdisciplinaridade significa romper com os obstáculos que singularizam as disciplinas, de modo a buscar as relações que unem os diferentes saberes para a compreensão dos objetos em estudo. Diante disso, o significado do interdisciplinar encontra-se na contribuição das distintas áreas do conhecimento, na compreensão de um fenômeno, expondo as diversas dimensões que o envolvem, atribuindo uma visão de totalidade.

Jantsch e Bianchetti (2011) criticam Japiassu (1976) quando este coloca a fragmentação do conhecimento como patologia. Os autores argumentam que, se assim for considerada, estará sendo colocada como um mal em si mesma, o que para eles não é verdade, pois a divisão da Ciência deu-se em função de uma demanda histórica que garantiu profundo avanço científico e tecnológico.

Assim, essa concepção hegemônica da interdisciplinaridade, denominada pelos autores de “filosofia do sujeito”, se caracteriza por “privilegiar a ação do sujeito sobre o objeto, de modo a tornar o sujeito um absoluto na construção do conhecimento e do pensamento” (JANTSCH; BIANCHETTI, 2011, p. 19).

A perspectiva interdisciplinar de Fazenda (2011) está centrada no desenvolvimento da interdisciplinaridade como atitude, ação e “parceria”. Para a autora, o importante é ter atitude e desenvolver na prática a interdisciplinaridade. Fazenda

(2011) expressa em seus estudos a relevância do trabalho em “parceria”, mas atribui uma grande ênfase à interdisciplinaridade como um trabalho individual. Assim, por um lado, sustenta o trabalho em “parceria”, mas, por outro, defende o trabalho individual.

De modo geral, Fazenda (2011) entende a interdisciplinaridade como uma simples mudança de atitude do educador frente a uma nova forma de compreender o mundo, além de considerar que o ponto de partida e de chegada de uma prática interdisciplinar está na ação do sujeito.

Contudo, sabe-se que somente uma mudança de postura ou atitude do educador não basta para o desenvolvimento da interdisciplinaridade na educação, uma vez que a prática interdisciplinar implica na articulação de outros elementos (históricos e culturais, por exemplo) do processo de produção do conhecimento (JANTSCH; BIANCHETTI, 2011; SEVERINO, 2011; FRIGOTTO, 2011); além da problematização da realidade e do envolvimento e comprometimento do professor, de modo a estar aberto para a troca de experiências e ao diálogo crítico e transformador (FREIRE, 2005).

Nessa direção, concorda-se com Jantsch e Bianchetti (2011) ao enfatizarem que Fazenda (2011), ao propor um trabalho em “parceria”, atribui a este um poder imaginário para ordenamento do conhecimento científico, como se a simples reunião das diferentes disciplinas garantisse o alcance de uma unidade do saber, negando a influência dos diferentes contextos e momentos históricos no processo.

Os autores entendem que a interdisciplinaridade tem sido apresentada de maneira equivocada por Japiassu (1976) e Fazenda (2011), pois estes sustentam uma visão redentora no sentido de que, partindo da “vontade” do sujeito coletivo (entendido como equipe), e numa ação “em parceria” contra a patologia concebida pela fragmentação do conhecimento (disciplinas), se alcançará a superação de tal fragmentação mediante a unificação do conhecimento.

Considera-se que não é um trabalho em equipe ou em “parceria” que superará a redução subjetivista própria da filosofia do sujeito. A “interdisciplinaridade” da “parceria”, ao contrário do que supõem os que se orientam pela filosofia do sujeito, não abarca, ordena e totaliza a realidade supostamente confusa do mundo científico. Ou seja, a fórmula simples do somatório de individualidades ou de “sujeitos” pensantes (indivíduos) - que não apreende a complexidade do problema/objeto - não é milagrosa nem redentora. Muito menos o será o “ato de vontade” que leva um sujeito pensante a aderir a um “projeto de parceria” (JANTSCH; BIANCHETTI, 2011, p. 21).

Em consonância com as ideias de Jantsch e Bianchetti (2011), sinaliza-se que autores como Fazenda (2011) não levam em consideração a construção histórica do conhecimento, ignorando o fato de que o conhecimento humano é elaborado de diferentes maneiras e em contextos distintos.

Jantsch e Bianchetti (2011) apontam que é “inocente” a perspectiva de que uma ação interdisciplinar possa nascer de uma mera junção das áreas de conhecimento, sem levar em conta a complexidade da organização disciplinar. Para eles, rejeitar a perspectiva histórico-dialética da interdisciplinaridade significa considerar o conhecimento como “um estranho ‘sopão epistemológico e metodológico’, no qual se confundiriam o objeto – como algo secundário – e o sujeito – como mera soma de indivíduos aleatoriamente distribuídos nas diversas ciências e/ou disciplinas” (JANTSCH; BIANCHETTI, 2011, p. 28).

Ao mesmo tempo, os autores reconhecem a contribuição da filosofia do sujeito na produção do conhecimento, pois entendem que não se trata de extinguir a interdisciplinaridade, historicamente estabelecida e necessária, mas de dar-lhe uma configuração científica. Neste sentido, enfatizam que a prática da interdisciplinaridade não implica recusar a disciplinaridade, pois entendem que a interdisciplinaridade requer o conhecimento disciplinar.

Nessa direção, Santomé (1998) e Lenoir (2008) asseguram que o trabalho interdisciplinar deve estar apoiado na base disciplinar, ou seja, para que exista interdisciplinaridade é preciso ter disciplinas. As propostas interdisciplinares surgem e desenvolvem-se apoiadas nas disciplinas ou, melhor dizendo, “a própria riqueza da interdisciplinaridade depende do grau de desenvolvimento atingido pelas disciplinas e estas, por sua vez, serão afetadas positivamente pelos seus contatos e colaborações interdisciplinares” (SANTOMÉ, 1998, p. 61).

A perspectiva interdisciplinar de Fourez (1997) considera, especialmente, o exercício de elaboração de uma representação de uma dada realidade por meio de “Ilhotas de Racionalidade”, que pressupõe o envolvimento de diferentes áreas durante o processo de desenvolvimento destas.

INTERDISCIPLINARIDADE: APROXIMAÇÕES E DISTANCIAMENTOS

Por meio do estudo realizado observa-se várias discussões com relação à importância da interdisciplinaridade na educação, porém não existe consenso quanto à sua compreensão, visto que algumas ideias tendem a se aproximar, e outras a divergir.

Isso significa que, dentre as ideias sustentadas por autores sobre interdisciplinaridade, algumas compreensões tendem se aproximar, enquanto outras, se distanciam no que se refere ao ensino interdisciplinar no âmbito educacional. Contudo, o ponto comum entre elas é a superação de um ensino fragmentado, linear e descontextualizado que persiste estar presente na educação.

O Quadro 2 apresenta aproximações e distanciamentos das diferentes perspectivas de interdisciplinaridade encontradas nos autores estudados.

Quadro 2. Aproximações e distanciamentos das diferentes perspectivas de interdisciplinaridade dos autores estudados

Perspectiva interdisciplinar	Autor/Ano
Relação recíproca entre as disciplinas	Japiassu (1976) Santomé (1998) Lenoir (2008)
Ação prática	Fazenda (2011) Santomé (1998)
Trabalho em “parceria”, mudança de atitude ou postura, trabalho individual	Fazenda (2011)
Trabalho coletivo	Freire (2005) Fourez (1997) Jantsch e Bianchetti (2011) Severino (2011) Frigotto (2011)

Processo histórico do desenvolvimento do conhecimento	Freire (2005) Jantsch e Bianchetti (2011) Severino (2011) Frigotto (2011) Fourez (1997)
Processo a-histórico do desenvolvimento do conhecimento	Japiassu (1976) Fazenda (2011)
Diálogo problematizador	Freire (2005)

Fonte: Elaborado pela autora (2023)

Em linhas gerais, a partir das compreensões sobre interdisciplinaridade apresentadas pelos autores estudados, podem ser percebidos dois movimentos, os quais se constituem historicamente.

Num dos movimentos, destaca-se especialmente as ideias de Japiassu (1976) e Fazenda (2011), que se sustentam na filosofia do sujeito. Japiassu (1976) apresenta uma forte oposição à fragmentação do conhecimento em disciplinas, à excessiva especialização e ao isolamento das ciências em prol da busca da unidade do saber. Neste sentido, o viés epistemológico do autor refere-se a questões relacionadas ao domínio do interdisciplinar e da metodologia interdisciplinar.

Na mesma direção aparece Fazenda (2011), que dedicou seus trabalhos à investigação da interdisciplinaridade no ensino. A autora traz a discussão da interdisciplinaridade para o campo pedagógico, assegurando que é preciso compreender a interdisciplinaridade como categoria de ação e de “parceria”, e que esta concepção dependerá de uma atitude, ou seja, o sujeito deve modificar seu comportamento diante do ensino e do conhecimento. Sua visão de interdisciplinaridade está baseada na ideia de cooperação e “parceria”, no entanto, não esclarece em suas obras os critérios e condições que devem guiar a “ação em parceria” para que se desenvolva a interdisciplinaridade.

Além disso, verifica-se que Fazenda (2011) não confere o mesmo rigor teórico, metodológico e epistemológico apresentado por outros autores no tratamento da interdisciplinaridade, a exemplo de Freire (2005), Jantsch e Bianchetti (2011), Severino (2011) e Frigotto (2011), pois sua concepção de interdisciplinaridade é predominantemente influenciada pela prática e vivência em projetos escolares.

Embora Santomé (1998) e Lenoir (2008) não explicitem claramente sua posição em relação ao sujeito e objeto do conhecimento, os autores apresentam ideias comuns ao pensamento de Fazenda (2011) e Japiassu (1976) quando propõem a interdisciplinaridade a partir de uma ação prática ou de relação recíproca entre as disciplinas.

O outro movimento em torno do desenvolvimento da interdisciplinaridade no Brasil se baseia nas discussões trazidas por autores como Freire (2005), Jantsch e Bianchetti (2011), Severino (2011), Frigotto (2011) e Fourez (1997), os quais contribuem para o debate por meio de críticas à concepção a-histórica da interdisciplinaridade baseada na filosofia do sujeito. Para esses autores, a perspectiva da interdisciplinaridade envolve, principalmente, considerar aspectos históricos do

desenvolvimento do conhecimento, o trabalho coletivo e a busca da totalidade do saber em decorrência do contexto.

O pressuposto da interdisciplinaridade em Freire (2005) refere-se à prática da dialogicidade, do trabalho coletivo, da problematização da realidade, do trabalho com Temas Geradores a partir do processo de Investigação Temática, do processo histórico de construção do conhecimento pelo sujeito em busca de uma educação transformadora, humanizadora e libertadora.

Alguns pressupostos defendidos por Freire (2005) também são considerados na perspectiva interdisciplinar de autores como Fourez (1997), Jantsch e Bianchetti (2011), Severino (2011), Frigotto (2011), a exemplo do trabalho coletivo, do diálogo, do processo histórico do desenvolvimento do conhecimento e a busca da totalidade do saber. No entanto, a questão da problematização da realidade em razão de uma educação transformadora, humanizadora e libertadora é um dos aspectos que diferencia a perspectiva educacional freireana das demais perspectivas de interdisciplinaridade.

Em outras palavras, a concepção de interdisciplinaridade defendida é a da articulação entre as diferentes áreas do conhecimento no sentido de obter uma formação mais integrada e contextualizada de sociedade e ser humano, ou seja, uma formação interdisciplinar que permita ao sujeito uma visão de mundo que o possibilite atuar na realidade em busca da transformação social.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O desenvolvimento da interdisciplinaridade por meio da articulação entre as diferentes áreas do conhecimento possibilita uma formação com uma visão mais integrada e contextualizada de sociedade e ser humano. A formação interdisciplinar, a partir de uma compreensão de totalidade do conhecimento, permite que os sujeitos tenham uma visão de mundo com condições de atuar de forma mais crítica e efetiva na sociedade.

Considera-se relevante o estudo realizado com relação à revisão de algumas concepções de interdisciplinaridade de autores como Japiassu (1976), Fazenda (2011), Santomé (1998), Jantsch e Bianchetti (2011), Severino (2011), Frigotto (2011), Fourez (1997), Lenoir (2008) e Freire (2005) tendo em vista as suas contribuições para a educação como um todo.

De modo geral, sustenta-se uma perspectiva de interdisciplinaridade que seja construída coletivamente entre os pares, que envolva o processo histórico de produção do conhecimento e a articulação entre as diferentes áreas do conhecimento, no sentido de buscar uma compreensão de totalidade do conhecimento e uma visão de mundo acerca da realidade concreta com vistas ao processo de humanização e transformação social dos seres humanos.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AUGUSTO, T. G. S.; CALDEIRA, A. M. A. Dificuldades para a implantação de práticas interdisciplinares em escolas estaduais, apontadas por professores da área de Ciências da Natureza. *Investigações em Ensino de Ciências*, v. 12, n. 1, p. 139-154, mar.

2007. Disponível em: <<https://ienci.if.ufrgs.br/index.php/ienci/article/view/481/283>>. Acesso em: 18 mar. 2023.

BERTI, V. P. Interdisciplinaridade: um conceito polissêmico. 2007. 235 f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências) – Universidade de São Paulo. São Paulo, 2007. Disponível em: <https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/81/81132/tde-07052013-145350/publico/Valdir_Pedro_Berti.pdf>. Acesso em: 18 nov. 2022.

BRASIL. Conselho Nacional de Educação. Ministério da Educação. Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional n.º 9.394, de 20 de dezembro de 1996. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/Leis/L9394.htm>. Acesso em: 02 jul. 2023.

BRASIL. Conselho Nacional de Educação. Ministério da Educação. Secretaria de Educação Fundamental. Parâmetros Curriculares Nacionais: Introdução aos Parâmetros Curriculares Nacionais. Apresentação. Terceiro e Quarto Ciclos. Brasília: MEC, 1998a. Disponível em: <<http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/introducao.pdf>>. Acesso em: 02 jun. 2023.

BRASIL. Conselho Nacional de Educação. Ministério da Educação. Secretaria de Educação Fundamental. Parâmetros Curriculares Nacionais: Ciências Naturais. Terceiro e Quarto Ciclos. Brasília: MEC, 1998b. Disponível em: <<http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/%20ciencias.pdf>>. Acesso em: 10 jun. 2023.

BRASIL. Conselho Nacional de Educação. Ministério da Educação. Secretaria de Educação Fundamental. Parâmetros Curriculares Nacionais: Temas Transversais. Terceiro e Quarto Ciclos. Brasília: MEC, 1998c. Disponível em: <<http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/%20transversais.pdf>>. Acesso em: 25 mai. 2023.

BRASIL. Conselho Nacional de Educação. Ministério da Educação. Diretrizes Curriculares Nacionais para o Ensino Médio. Resolução CEB nº 3, de 26 de junho de 1998d. Disponível em: <<http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/res0398.pdf>>. Acesso em: 15 jun. 2023.

BRASIL. Conselho Nacional de Educação. Ministério da Educação. Secretaria de Educação Média e Tecnológica. Parâmetros Curriculares Nacionais: Bases Legais. Parte I. Brasília: MEC, 2000a. Disponível em: <<http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/blegais.pdf>>. Acesso em: 14 jun. 2023.

BRASIL. Conselho Nacional de Educação. Ministério da Educação. Secretaria de Educação Média e Tecnológica. Parâmetros Curriculares Nacionais: Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias. Parte III. Brasília: MEC, 2000b. Disponível em: <<http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/ciencian.pdf>>. Acesso em: 02 mai. 2023.

BRASIL. Conselho Nacional de Educação. Ministério da Educação. Secretaria de Educação Média e Tecnológica. Parâmetros Curriculares Nacionais: Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias. Orientações Educacionais complementares

aos Parâmetros Curriculares Nacionais. Brasília: MEC, 2002a. Disponível em: <<http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/CienciasNatureza.pdf>>. Acesso em: 02 abr. 2023.

BRASIL. Conselho Nacional de Educação. Ministério da Educação. Diretrizes Curriculares Nacionais para a Formação de Professores da Educação Básica, em nível superior, curso de licenciatura, de graduação plena. Resolução CNE/CP nº 1, de 18 de fevereiro de 2002b. Disponível em: <http://portal.mec.gov.br/cne/arquivos/pdf/rcp01_02.pdf>. Acesso em: 12 jun. 2023.

BRASIL. Conselho Nacional de Educação. Ministério da Educação. Secretaria de Educação Média e Tecnológica. Orientações Curriculares para o Ensino Médio: Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias. Brasília: MEC, 2006. Disponível em: <http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/book_volume_02_internet.pdf>. Acesso em: 12 jun. 2023.

BRASIL. Ministério da Educação. Secretaria da Educação Básica. Base Nacional Comum Curricular. Ministério da Educação. Brasília: MEC, 2017. Disponível em: <http://basenacionalcomum.mec.gov.br/wpcontent/uploads/2018/12/BNCC_19dez2018_site.pdf>. Acesso em: 08 mar. 2023.

DELIZOICOV, D.; ANGOTTI, J. A.; PERNAMBUCO, M. M. Ensino de Ciências: fundamentos e métodos. 2. ed. São Paulo: Cortez, 2007.

FAZENDA, I. C. A. (org.). Integração e interdisciplinaridade no ensino brasileiro: efetividade ou ideologia. 6. ed. São Paulo: Loyola, 2011.

FEISTEL, R. A. B.; MAESTRELLI, S. R. P. Interdisciplinaridade na formação de professores de Ciências Naturais e Matemática: algumas reflexões. In: Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências (ENPEC), 7., 2009, Florianópolis. Anais eletrônicos... Florianópolis, 2009. Disponível em: <https://www.academia.edu/1885192/INTERDISCIPLINARIDADE_NA_FORMA%C3%87%C3%83O_DE_PROFESSORES_DE_CI%C3%82NCIAS_NATURAIS_E_MATEM%C3%81TICA_ALGUMAS_REFLEX%C3%95ES_INTERDISCIPLINARITY_>. Acesso em: 16 mar. 2023.

FEISTEL, R. A. B.; MAESTRELLI, S. R. P. Discussões atuais sobre a interdisciplinaridade no ensino de Ciências. In: Simpósio Nacional de Ensino de Física (SNEF), 19., 2011, Manaus. Anais eletrônicos... Manaus, 2011. Disponível em: <<https://www.sbfisica.org.br/~snef/xix/index.html>>. Acesso em: 22 abr. 2023.

FEISTEL, R. A. B. Contribuições da perspectiva freireana de educação para a interdisciplinaridade na formação inicial de professores de Ciências. 2012. 372 f. Tese (Doutorado em Educação Científica e Tecnológica) – Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis, 2012. Disponível em:

<https://repositorio.ufsc.br/bitstream/handle/123456789/130870/327593.pdf?sequence=1&isAllowed=y>>. Acesso em: 06 mar. 2023.

FOUREZ, G. Alfabetización Científica y Tecnológica: acerca de las finalidades de la enseñanza de las ciencias. Traducción: Elsa Gómez de Sarría. Buenos Aires: Ediciones Colihue, 1997.

FREIRE, P. Pedagogia do oprimido. 46. ed. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1976.

FRIGOTTO, G. A interdisciplinaridade como necessidade e como problema nas ciências sociais. In: JANTSCH, A. P.; BIANCHETTI, L. (org.). Interdisciplinaridade: para além da filosofia do sujeito. 9. ed. Petrópolis: Vozes, 2011.

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

HARTMANN, A. M.; ZIMMERMANN, E. O trabalho interdisciplinar no Ensino Médio: a reaproximação das “duas culturas”. Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências, v. 7, n. 2, 2007. Disponível em: <https://periodicos.ufmg.br/index.php/rbpec/article/view/4037/2601>>. Acesso em: 16 mar. 2023.

JANTSCH, A. P.; BIANCHETTI, L. (org.). Interdisciplinaridade: para além da filosofia do sujeito. 6. ed. Petrópolis: Vozes, 2011.

JAPIASSU, H. Interdisciplinaridade e patologia do saber. Rio de Janeiro: Imago, 1976.

LENOIR, Y. Didática e interdisciplinaridade: uma complementaridade necessária e incontornável. In: FAZENDA, I. C. A. (org.). Didática e interdisciplinaridade. 13. ed. São Paulo: Papirus, 2008.

LÜDKE, M.; ANDRÉ, M. E. D. A. Pesquisa em educação: abordagens qualitativas. São Paulo: EPU, 1986.

MANGINI, F. N. R. A interdisciplinaridade nos Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio. 2010. 208 f. Dissertação (Mestrado em Educação) – Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis, 2010. Disponível em: <https://repositorio.ufsc.br/bitstream/handle/123456789/93673/283442.pdf?sequence=1&isAllowed=y>>. Acesso em: 20 mar. 2023.

MINAYO, M. C. S. (org.). Pesquisa Social: teoria, método e criatividade. Petrópolis: Vozes, 2001.

MOZENA, E. R.; OSTERMANN, F. Uma revisão bibliográfica sobre a interdisciplinaridade no ensino das Ciências da Natureza. Revista Ensaio, v. 16, n. 2, p. 185-206, mai./ago., 2014. Disponível em:

<<https://www.scielo.br/j/epec/a/CgpBrMQzDYPqkHZ7yKKdqGk/?format=pdf&lang=pt>>. Acesso em: 15 mar. 2023.

SANTOMÉ, J. T. Globalização e interdisciplinaridade: o currículo integrado. Porto Alegre: Artmed, 1998.

SEVERINO, A. J. O uno e o múltiplo: o sentido antropológico do interdisciplinar. In: JANTSCH, A. P.; BIANCHETTI, L. (org.). Interdisciplinaridade: para além da filosofia do sujeito. 9. ed. Petrópolis: Vozes, 2011.

SILVA, O. S. A interdisciplinaridade na visão de professores de Química do Ensino Médio: concepções e práticas. 2008. 136 f. Dissertação (Mestrado em Educação para a Ciência e o Ensino de Matemática) – Universidade Estadual de Maringá. Maringá, 2008. Disponível em: <<https://www.btdeq.ufscar.br/teses-e-dissertacoes/a-interdisciplinaridade-na-visao-de-professores-de-quimica-do-ensino-medio-concepcoes-e-praticas>>. Acesso em: 15 mar. 2023.

THIESEN, J. S. A interdisciplinaridade como um movimento articulador no processo ensino-aprendizagem. Revista Brasileira de Educação, v. 13, n. 39, p. 545-598, set./dez. 2008. Disponível em: <<https://www.scielo.br/j/rbedu/a/swDcnzst9SVpJvpx6tGYmFr/?format=pdf&lang=pt>>. Acesso em: 25 mar. 2023.

CORRESPONDÊNCIA:

Roseli Adriana Blümke Feistel

Orcid: <https://orcid.org/0000-0002-8696-2221>.

Lattes: <http://lattes.cnpq.br/8516673002046226>.

Licenciada em Física e Mestre em Educação nas Ciências pela Universidade Regional do Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul (UNIJUÍ) e Doutora em Educação Científica e Tecnológica pela Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC). Docente Associada da Universidade Federal de Mato Grosso (UFMT), Câmpus Universitário de Sinop (CUS), Instituto de Ciências Naturais, Humanas e Sociais (ICNHS), Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências da Natureza e Matemática (PPGECM), Curso de Licenciatura em Ciências Naturais e Matemática. Pesquisadora do Núcleo Interdisciplinar de Pesquisa em Ensino de Ciências e Matemática (NIPECeM) e do Grupo de Pesquisa em Ensino de Ciências de Sinop (GPECS), com pesquisas na área de Educação, Ensino de Ciências, Ensino de Física, atuando, principalmente, nos seguintes temas: Ensino de Ciências/Física, Formação de Professores, Currículo, Interdisciplinaridade, Abordagem Temática, Ensino-aprendizagem. Membro do Conselho Municipal de Educação e do Fórum Permanente de Educação do município de Sinop-MT. Sinop, Mato Grosso, Brasil. e-mail: roseli.feistel@ufmt.br.

EDUCAÇÃO INCLUSIVA E DEFICIÊNCIA INTELLECTUAL NO ENSINO DE CIÊNCIAS: uma reflexão a partir de pesquisas científicas

**VITÓRIA LUIZA FERNANDES FRARE¹, ROSELI ADRIANA BLÜMKE
FEISTEL²**

¹Programa de Pós-Graduação em Ensino de Física da Universidade Federal do Rio Grande do Sul

²Universidade Federal de Mato Grosso

RESUMO

Ao longo das últimas décadas, as discussões sobre a Educação Inclusiva têm passado por um relevante avanço no movimento de implantação de políticas públicas. Diante disso, este trabalho busca apresentar o que foi produzido no Brasil, nos últimos cinco anos, em dissertações de mestrado, teses de doutorado e artigos científicos a respeito do tema “Educação Inclusiva para Deficientes Intelectuais”. Para isso, realizou-se um estudo, sob forma de estado da arte, no Google Acadêmico, Catálogo de Teses e Dissertações da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), na Biblioteca Digital Brasileira de Teses e Dissertações (BDTD) e Periódicos, a fim de analisar o que foi produzido, sua relevância e contribuições para a Educação Especial, abrangendo o período de 2017 a 2021. A pesquisa, de abordagem qualitativa, caracteriza-se como bibliográfica e as produções científicas foram analisadas sob os princípios da Análise Textual Discursiva (ATD) com o intuito de aprofundar a análise e discussão dos resultados encontrados. Por meio da pesquisa realizada, observou-se a escassez de trabalhos sobre a interlocução dos termos “Educação Inclusiva” e “Deficiência Intelectual”. Além disso, a necessidade de haver mais estudos acerca dessa temática, pois pesquisas destinadas, principalmente, à formação de professores podem contribuir sobremaneira na superação de dificuldades atitudinais, estruturais e de ensino e aprendizagem na educação inclusiva.

Palavras-chave: Deficiência Intelectual. Educação Inclusiva. Ensino de Ciências. Estado da Arte.

INTRODUÇÃO

O movimento de inclusão de pessoas com necessidade especial é algo recente. Historicamente, sempre houve muita discriminação por parte da escola e da sociedade como um todo, visto que limita-se a escolarização à grupos seletos e homogêneos de pessoas, ou seja, os que não pertenciam aos grupos ficavam excluídos. Nessa direção, Mazzotta (1996) e Jannuzzi (2012) mencionam que, por muito tempo, as pessoas que apresentavam alguma deficiência, transtorno ou síndrome foram isoladas e excluídas do direito de conviver, de aprender e de viver em sociedade.

Ao longo das últimas décadas, as discussões sobre a Educação Inclusiva têm passado por um significativo avanço no movimento de implantação de políticas públicas (MAFEZONI; SIMON, 2020), tendo marcos de destaque a Declaração Mundial sobre Educação para Todos (1990) e a Declaração de Salamanca (1994). No Brasil, esse avanço se deu a partir da Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional (LDBEN) n.º 9.394 (BRASIL, 1996), em consonância com a Constituição Federal de 1988 (BRASIL, 1998). Por meio desses movimentos de implantação de políticas de Educação Inclusiva, as escolas vêm recebendo em turmas comuns, uma enorme demanda de alunos com algum tipo de necessidade especial.

A educação inclusiva é compreendida como uma concepção de ensino contemporânea que objetiva garantir a aprendizagem e participação de todas as pessoas (ALMEIDA; LOURENÇO; SILVA, 2023).

De acordo com dados do Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais (INEP) (BRASIL, 2020) o percentual de matrículas de alunos especiais incluídos em classes comuns aumentou gradativamente ao longo dos anos. Em 2016, o percentual de alunos incluídos era de 89,5% e, em 2020, passou para 93,3%, sendo a deficiência intelectual proporcionalmente elevada em relação às demais deficiências nas escolas de Educação Básica em nível nacional (FREDERICO; LAPLANE, 2020).

A deficiência intelectual configura-se como um transtorno do desenvolvimento cognitivo. As crianças com deficiência intelectual apresentam um nível cognitivo abaixo da média para a faixa etária. Em razão disso, podem ter dificuldade de adaptação e demorar um tempo maior para aprender e se alfabetizar do que outras crianças da mesma idade. Monteiro e Marchi (2023, p. 5) enfatizam que a deficiência intelectual é “um transtorno do desenvolvimento intelectual, com início na infância e inclui déficits funcionais, tanto intelectuais quanto adaptativos, nos domínios conceitual, social e prático”.

Levando em consideração a importância de um ensino inclusivo que contemple os alunos com deficiência intelectual presentes no ensino regular, a pesquisa buscou identificar e analisar, por meio da pesquisa bibliográfica, artigos, teses e dissertações disponíveis no Google Acadêmico, Catálogo de Teses e Dissertações da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), na Biblioteca Digital Brasileira de Teses e Dissertações (BDTD) e Periódicos. A investigação objetivou analisar o que foi produzido, suas contribuições e relevância no período de 2017 a 2021 a respeito do tema Educação Inclusiva para alunos com deficiência intelectual.

ENCAMINHAMENTOS METODOLÓGICOS

Pesquisas denominadas “estado da arte”, são definidas segundo Ferreira (2002, p. 258) como “de caráter bibliográfico, pois trazem em comum o desafio de mapear e de discutir uma certa produção acadêmica” e, para que esse mapeamento seja relevante, a pesquisa precisa analisar, categorizar e buscar os diferentes enfoques existentes. Dessa maneira, de acordo com Romanowski e Ens (2006, p. 38), “faltam estudos que realizem um balanço e encaminhem para a necessidade de um mapeamento que desvende e examine o conhecimento já elaborado e apontem os enfoques, os temas mais pesquisados e as lacunas existentes”. Dessa forma, pesquisas do tipo estado da arte

podem contribuir para o acompanhamento do desenvolvimento, transformações e avanços em determinada área de pesquisa.

A presente investigação quanto a sua abordagem caracteriza-se como qualitativa, de natureza bibliográfica (LÜDKE; ANDRÉ, 1986; FONSECA, 2002). Na compreensão de Fonseca (2002, p. 32), esse tipo de pesquisa “permite ao pesquisador conhecer o que já se estudou sobre o assunto”.

Os trabalhos foram selecionados através de ferramentas de refinamento dos próprios bancos de dados da CAPES, da BDTD e do Google Acadêmico, dos últimos cinco anos, ou seja, de 2017 a 2021. Na ótica de Silva e Carvalho (2014), o recorte temporal em pesquisas conhecidas como “estado da arte” é necessário porque as análises feitas referem-se a concepções e práticas presentes em determinados contextos sociais, políticos, econômicos, culturais. Para a pesquisa utilizou-se os descritores “Educação Inclusiva” e “Deficiência Intelectual”, sendo desconsideradas as pesquisas que tratavam apenas de Educação Inclusiva ou apenas de Deficiência Intelectual. Após a seleção dos trabalhos, foi realizada a organização e categorização dos mesmos, visando organizar as informações para análise dos dados.

As produções científicas selecionadas foram analisadas sob os princípios da Análise Textual Discursiva (ATD) (MORAES; GALIAZZI, 2007) a fim de aprofundar a análise e discussão dos resultados. Com base em elementos presentes nessa proposta de análise de dados é possível uma melhor compreensão dos dados e, assim, organizar a obtenção de informações relevantes para atender os objetivos propostos com a investigação. Ressalta-se que a ATD tem sido usada no contexto da educação em Ciências como processo metodológico de análise de diversas pesquisas, a exemplo de Galiazzi (2003), Milli, Solino e Gehlen (2018) e Sousa (2021).

A ATD é organizada em três etapas, a saber: Unitarização - quando ocorre a fragmentação dos textos elaborados através das compreensões dos trabalhos, emergindo assim, unidades de significado; Categorização - as unidades de significado são agrupadas conforme suas semelhanças semânticas; Comunicação - elaboração de textos descritivos e interpretativos (metatextos) acerca das categorias temáticas (MORAES; GALIAZZI, 2007).

Tendo em vista o crescente número de alunos especiais matriculados nas escolas da rede básica e a escassez de trabalhos que relacionam Educação Inclusiva e Deficiência Intelectual, torna-se relevante a realização do levantamento acerca da produção científica que envolvem tais discussões a fim de verificar a importância, contribuições e avanços do conhecimento produzido nesta área.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Considerando a busca realizada, a partir dos descritores “Educação Inclusiva” e “Deficiência Intelectual”, foram encontradas 22 (vinte e duas) produções científicas nas Bases de Dados consultadas, sendo 04 (quatro) dissertações, 05 (cinco) teses e 13 (treze) artigos de Periódicos.

O Quadro 1 apresenta as dissertações e teses selecionadas para análise.

Quadro 1. Teses e dissertações do Catálogo de Teses e Dissertações da CAPES e da BDTB

T/D ²	Título	Autor(a)	Ano
D01	Adaptações curriculares para alunos com deficiência intelectual: das concepções às práticas pedagógicas	ARAÚJO, M. A.	2019
D02	Alfabetização e inclusão: o trabalho com a consciência fonológica e o desenvolvimento da escrita em um aluno com deficiência intelectual	SILVA, A. S.	2018
D03	Os caminhos da inclusão do aluno com deficiência intelectual no ensino regular e o dizer dos professores de Geografia da Educação Básica em Dourados-MT: discurso e prática	DIAS, D. C. G. da S.	2021
D04	O ensino de Ciências no contexto inclusivo: flexibilização curricular e apropriação do conhecimento por estudantes com deficiência intelectual	SANTOS, L. A.	2020
T01	Formação e prática pedagógica de professores da EJA junto a estudantes com deficiência intelectual	TASSINARI, A. M.	2019
T02	Mediação pedagógica e deficiência intelectual: em cena a linguagem escrita	PAIXÃO, K. de M. G.	2018
T03	Processos de constituição da criança com deficiência intelectual na Educação Infantil	ALCÂNTARA, J. N.	2019
T04	O olhar dos professores sobre adaptação curricular para alunos com deficiência intelectual: uma ação de formação continuada na escola	CARMELLO, A. N.	2019
T05	Professor na área da deficiência intelectual: análise da formação na perspectiva docente	LARA, P. T.	2017

Fonte: Elaborado pelas autoras

O Quadro 2 apresenta as produções científicas encontradas em Periódicos selecionadas para a análise.

Quadro 2. Produções científicas em Periódicos

Artigos	Título	Autor(es)	Ano
A01	Encontro entre Educação Especial e Educação Inclusiva: a formação de professores-mediadores na área da deficiência intelectual	OLIVEIRA, A. A. S.	2018
A02	A pessoa com deficiência intelectual e as concepções de professores de Educação Especial	MAFEZONI, A. C.; SIMON, C.	2020
A03	A Educação Inclusiva e o processo ensino-aprendizagem dos alunos com deficiência	FIGUEIREDO, F. T.	2017

²T – Tese; D – Dissertação.

	intelectual		
A04	Adaptações curriculares para estudantes com deficiência intelectual: desafios e perspectivas	DAGA, V. S. C.; PIOVEZANA, L.; PIECZKOWSKI, T. M. Z.	2020
A05	Deficiência intelectual e o direito fundamental à educação no Brasil	CASTILHO, A. F. A. N.; STEFANO, L. B.	2017
A06	Ensino de Ciências para todos: uma experiência com um estudante com deficiência intelectual	SANTANA, R. S.; SOFIATO, C. G.	2019
A07	A escolarização de alunos com deficiência intelectual sob a vigência da política nacional de Educação Especial na perspectiva da Educação Inclusiva	LIMA, M. F. C.; PLETSCH, M. D.	2018
A08	Inclusão e deficiência intelectual: escola especial e comum sob a óptica dos próprios alunos	MATURANA, A. P. P. M.; MENDES, E. G.	2017
A09	Neuroplasticidade na educação e reabilitação cognitiva da deficiência intelectual	FREITAS, P. M. de; RIBEIRO, D. O.	2019
A10	O ensino de Ciências na educação inclusiva: o caso da sexualidade para adolescentes com deficiência intelectual	MARCONDES, T.; SILVA, J. A.	2017
A11	O ensino de Física para jovens com deficiência intelectual: uma proposta para facilitar a inclusão na escola regular	SANTOS, A. M. dos; CARVALHO, P. S.; ALECRIM, J. L.	2018
A12	O olhar social da deficiência intelectual em escolas do campo a partir dos conceitos de identidade e de diferença	PALMA, D. T.; CARNEIRO, R. U. C.	2018
A13	O plano educacional individualizado e o estudante com deficiência intelectual: estratégia para inclusão	MASCARO, C. A. A. de C.	2018

Fonte: Elaborado pelas autoras

As produções científicas, envolvendo dissertações, teses e artigos, encontradas nos Bancos de Dados escolhidos, foram analisadas a partir do tema central de pesquisa, e classificadas a partir da leitura do resumo de cada pesquisa selecionada. Considerando a análise dos trabalhos, os mesmos foram categorizados em cinco focos temáticos, a saber: (i) Formação de Professores; (ii) Adaptações Curriculares; (iii) Ensino e Aprendizagem; (iv) Políticas de Inclusão; e (v) Outros. O foco temático “Outros”

refere-se à trabalhos em que não foram encontradas correspondência com os demais focos temáticos.

O Quadro 3 apresenta a classificação das produções científicas por foco temático.

Quadro 3: Classificação dos focos temáticos dos trabalhos encontrados

Focos Temáticos	Trabalhos
Formação de professores	T01; T04; T05; A01
Adaptações Curriculares	D01; A04
Ensino e Aprendizagem	D02; D04; T02; A03; A06; A07; A09; A10; A11; A13
Políticas de Inclusão	D03; A05
Outros	T03; A02; A08; A12

Fonte: Elaborado pelas autoras

Na sequência, considerando o tema da presente pesquisa, são apresentadas e discutidas as produções científicas classificadas em razão dos focos temáticos.

(i) Formação de Professores

As pesquisas que fazem parte deste foco temático envolvem questões sobre formação de professores na Educação Inclusiva. Essa área de pesquisa vem crescendo gradualmente, justificado pelo processo de inclusão impulsionado pelas políticas públicas, uma vez que as escolas vêm recebendo alta demanda de matrículas de educandos com necessidades especiais. A área de formação de professores na Educação Inclusiva é uma necessidade crescente e emergente nas escolas a fim de promover o processo de ensino e aprendizagem para todos os alunos inseridos neste contexto, contudo, Zeichner (2005) menciona que, ainda, é um campo de pesquisa relativamente novo no mundo ocidental.

Em relação às produções científicas que envolvem a abordagem do foco temático “Formação de Professores” relacionado à Educação Inclusiva, encontram-se os estudos de Tassinari (2019), Carmello (2019), Lara (2017) e Oliveira (2018).

Na pesquisa T01, Tassinari (2019) analisou a formação e atuação do professor do nível fundamental na Educação de Jovens e Adultos (EJA) com deficiência intelectual em um município da região norte do estado de São Paulo. Os objetivos do estudo foram caracterizar a formação dos professores, identificar as demandas dos professores e desenvolver um programa de formação para os professores da EJA, com a finalidade de promover um processo reflexivo da prática docente no contexto inclusivo. Os resultados demonstraram certo despreparo dos professores no que concerne à inclusão escolar.

Já o trabalho T04, desenvolvido por Carmello (2019), tem como base os estudos realizados sobre uma ação de formação continuada em adaptação curricular para alunos com Deficiência Intelectual (DI) com professores da rede pública do estado de São Paulo, no Ensino Fundamental e Médio. A investigação trata de temas relacionados à Educação Especial, entre eles, a viabilidade ou não de elaboração de aplicação de atividades adaptadas para alunos com DI matriculados nas salas de aulas do ensino regular. Os resultados indicaram que a Educação Especial e a inclusão enfrentam dificuldades na escola, possíveis de discutidas se, a equipe escolar estiver disposta a contribuir com a educação inclusiva.

O estudo T05 apresentado por Lara (2017) teve como objetivo analisar a política de formação dos professores em Educação Especial na área da Deficiência Intelectual do município de São Paulo, envolvendo análise documental relativa à proposta curricular do curso de Pós-Graduação Lato Sensu “Formação dos Professores em Educação Especial nas Áreas das Deficiências Auditiva, Física, Mental e Visual”. Através da análise documental da proposta curricular do curso e levantamento de informações junto aos professores participantes, verificou-se que uma sólida formação continuada auxilia na mudança de práticas pedagógicas e recursos práticos contribuindo para fundamentar uma Educação Inclusiva.

Contribuindo com as discussões, a pesquisa A01 de Oliveira (2018) analisou a formação de professores para educação inclusiva de deficientes intelectuais, com a finalidade de capacitar professores especialistas da Rede Municipal de Educação de São Paulo, a fim de atuarem como mediadores nas escolas, por meio de uma estratégia piramidal.

(ii) Adaptações Curriculares

Uma educação inclusiva implica em mudanças não apenas na estrutura física da escola, mas no repensar das práticas pedagógicas, através de alterações no currículo, nas metodologias de ensino, nas atitudes e nas relações interpessoais (SILVA, 2015). Essas mudanças precisam garantir condições adequadas de aprendizagem, valorização do sujeito e respeito às diferenças. Dessa forma, a reflexão sobre a adaptação curricular de alunos com deficiência intelectual refere-se à demanda de uma análise sobre a definição de currículo e suas dimensões.

Nesse sentido, no que tange as produções científicas acerca do foco temático “Adaptações Curriculares” na Educação Inclusiva, destacam-se os trabalhos de Araújo (2019) e Daga, Piovezana e Pieczkowski (2020).

Na pesquisa D01, Araújo (2019) trata das adaptações curriculares para o aluno com deficiência intelectual e as práticas pedagógicas inclusivas. O objetivo consistiu em analisar a realização de adaptações curriculares para estudantes com deficiência intelectual nas práticas dos docentes de escolas de uma pequena cidade do estado de Goiás, em turmas do Ensino Fundamental I. Os resultados demonstraram que os professores têm apropriado concepções restritas e superficiais a respeito das adaptações curriculares.

Também, nessa direção, situa-se o trabalho A04 realizado por Daga, Piovezana e Pieczkowski (2020) que buscou compreender e analisar de que maneira os professores de estudantes com deficiência intelectual fazem o uso das adaptações curriculares no processo de inclusão no Ensino Médio. A pesquisa possibilitou identificar que mesmo diante de diversas dificuldades, os professores conseguiram promover adaptações curriculares de pequeno porte.

(iii) Ensino e Aprendizagem

O foco temático “Ensino e Aprendizagem” apresentou um número significativo de produções científicas, o que evidencia a importância que tem sido dada aos processos de ensino e aprendizagem na Educação Inclusiva. As pesquisas cujo foco temático está

relacionado com o desenvolvimento de estratégias de ensino e aprendizagem para alunos com deficiência, estão interligados às contribuições da abordagem filosófica e teórica histórico-cultural de Lev Semenovich Vygotsky. De modo geral, os estudos inseridos nesse foco temático referem-se a trabalhos mais centrados no desenvolvimento e na compreensão do modo que ocorrem os processos de aprendizagem.

Assim, neste foco temático evidenciam-se as pesquisas de Silva (2018), Santos (2020), Paixão (2018), Figueiredo, Negreiros e Araújo (2017), Santana e Sofiato (2019), Lima e Pletsch (2018), Ribeiro e Freitas (2019), Marcondes e Silva (2017), Santos, Carvalho e Alecrim (2019) e Mascaro (2018).

A pesquisa D02 desenvolvida por Silva (2018) analisou, por meio de um estudo de caso, como intervenções pedagógicas com atividades de consciência fonológica podem favorecer o desenvolvimento de habilidades de escrita de um aluno com deficiência intelectual no 1º ano do Ensino Fundamental da Rede Municipal de Recife. Os resultados alcançados indicaram a presença de estigmas e preconceitos orientando as práticas docentes, além de ausência de simples adequações curriculares, bem como mediação das atividades de linguagem.

Já no trabalho D04, Santos (2020) teve como foco o processo de ensino e aprendizagem envolvendo um aluno com deficiência intelectual em uma unidade escolar da Rede Estadual de Educação de Goiás. A autora propõe a formação de professores de Ciências a luz de um currículo inclusivo e, por meio do estudo de caso, verifica como o ensino de Ciências está sendo mediado para estudantes com deficiência intelectual.

O estudo T02 apresentado por Paixão (2018) investigou e analisou a mediação pedagógica a partir de uma pesquisa de intervenção envolvendo a linguagem escrita com o intuito de discutir o papel do professor neste processo. A pesquisa foi realizada com dois alunos com deficiência intelectual matriculados no Ensino Fundamental. Os resultados obtidos das mediações pedagógicas possibilitaram reconhecer elementos essenciais na ação pedagógica que incidiram sobre o desempenho na escrita, leitura, linguagem e memória, contribuindo para o debate sobre o ensino da linguagem escrita para estudantes com deficiência intelectual.

Frente a essas discussões, o trabalho A03 elaborado por Figueiredo, Negreiros e Araújo (2017) disserta, por meio de revisão bibliográfica, acerca da inclusão de alunos com deficiência intelectual nas escolas regulares e recomendam práticas pedagógicas que contribuam com o avanço cognitivo.

Na pesquisa A06, Santana e Sofiato (2019) apresentaram resultados da implementação de uma prática que envolve a utilização de diferentes estratégias pedagógicas, desenvolvidas por um professor de Ciências do Ensino Fundamental com um aluno deficiente intelectual, utilizando o pluralismo metodológico e o ensino por investigação. A investigação realizada demonstrou que é possível e necessário a utilização de diferentes estratégias para ensinar Ciências, envolvendo diferentes atividades investigativas.

No estudo A07, Lima e Pletsch (2018) analisaram os processos de mediação e aprendizagem de alunos com deficiência intelectual em classes comuns de escolas localizadas no Rio de Janeiro. Os resultados obtidos sinalizam que o envolvimento desses alunos está inteiramente relacionado com as mediações pedagógicas.

O trabalho R09, desenvolvido por Ribeiro e Freitas (2019), buscou descrever sucintamente o perfil funcional da deficiência intelectual, evidenciando técnicas que podem favorecer a adaptação curricular.

Também, encontra-se a pesquisa A10, produzida por Marcondes e Silva (2017), a qual trouxe contribuições acerca do ensino de sexualidade para adolescentes com deficiência intelectual no ensino de Ciências, através de um levantamento bibliográfico. Os resultados demonstraram a falta de pesquisas sobre o tema na área de ensino de Ciências, permanecendo como um “tabu”.

Ainda, nessa perspectiva, encontra-se o estudo A11 de Santos, Carvalho e Alecrim (2019), que buscou encontrar e divulgar métodos que contribuem ao processo de aprendizagem no ensino de Física para adolescentes com deficiência intelectual em uma escola de Portugal, com o objetivo de perceber quais os métodos e ferramentas pedagógicas que facilitam a aprendizagem. Os resultados evidenciaram a necessidade da mudança dos métodos tradicionais, ressaltando a importância dos trabalhos em grupo e tecnologias serem inseridos no ensino.

Por fim, no trabalho A13, Mascaro (2018) discutiu as estratégias pedagógicas que favorecem o processo de ensino e aprendizagem do estudante com deficiência intelectual, dentre elas, o Plano Educacional Individualizado (PEI). Os resultados apresentam que o PEI é uma estratégia que supri inúmeras necessidades que a escola precisa, como a reformulação da prática docente, trabalho colaborativo e reconhecimento de diferentes ritmos de aprendizagem.

(iv) Políticas de Inclusão

No que concerne às “Políticas de Inclusão”, os trabalhos elucidam sobre as leis, decretos e legislações que descrevem o sujeito a ser incluído, assim como práticas de inclusão (LASTA; HILLESHEIM, 2014), pautadas nos direitos humanos e respeito às diferenças.

Diante disso, o foco temático “Políticas de Inclusão” envolveu as produções científicas de Dias (2021) e Castilho e Stefano (2017).

A pesquisa D03, desenvolvida por Dias (2021), estudou e levantou referenciais para a contextualização e compreensão da Educação Especial como direito, leis, conferências e decretos internacionais e nacionais. Dessa forma, o objetivo principal do estudo foi entender a contextualização das políticas de inclusão e como tem se garantido a educação do aluno com deficiência intelectual no ensino regular.

E, o trabalho A05, apresentado por Castilho e Stefano (2017), objetivou o estudo do direito fundamental à educação de deficientes intelectuais, através de um levantamento bibliográfico das deficiências intelectuais mais comuns e legislações sobre a Educação Inclusiva.

(v) Outros

Com relação ao foco temático “Outros”, estão inseridos trabalhos em que não foi reconhecida correspondência com os demais focos temáticos, dessa forma, optou-se por agrupá-las como “Outros”. Os estudos versam sobre a concepção dos alunos deficientes intelectuais acerca da escola, a concepção de professores da Educação Especial sobre a

pessoa com deficiência e o processo de constituição subjetiva da criança com deficiência intelectual na Educação Infantil.

Em relação às produções científicas do presente foco temático, situam-se os estudos de Alcântara (2019), Mafezoni e Simon (2019), Maturana e Mendes (2017) e Palma e Carneiro (2018).

A pesquisa T03, elaborada por Alcântara (2019), analisou o processo de constituição subjetiva da criança intelectual na Educação Infantil pois, de acordo com a autora, os estigmas da deficiência intelectual afastam os educadores da suposição de sujeito. No estudo concluiu-se que a repressão parental pode ser reeditada na escola através do desejo de saber do aluno que se liga ao professor.

No trabalho A02, Mafezoni e Simon (2019) buscam discutir as concepções de professores de Educação Especial de um município do Espírito Santo visto que, segundo os autores, concepções estigmatizantes contribuem para a visão da pessoa com deficiência como incapaz.

Já o estudo A08, realizado por Maturana e Mendes (2017), investigou como os alunos de escolas públicas percebem o processo de inclusão, investigando a concepção dos alunos com deficiência intelectual acerca da escola especial e regular. Os resultados evidenciaram que os alunos atribuíam à escola especial o papel de acolhimento e, para a escola regular, um local de aprendizagem.

Também, nesse foco temático, encontra-se a investigação A12, de Palma e Carneiro (2018), que discute o olhar social dos professores em escolas rurais sobre a deficiência intelectual. Os resultados obtidos indicaram, a partir das respostas aos questionários, a necessidade de atendimento pedagógico diferenciado aos alunos com deficiência intelectual.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com base na pesquisa realizada, observa-se uma preocupação emergente com questões relacionadas à Educação Especial e à Educação Inclusiva. O foco temático “Ensino e Aprendizagem” envolveu o maior número de produções científicas, evidenciando a importância dos processos de mediação pedagógica e desenvolvimento de habilidades cognitivas, entre outros aspectos.

Em relação ao número de publicações, foram encontrados poucos trabalhos relacionados à “Formação de Professores”, “Adaptações Curriculares” e “Políticas de Inclusão”. Sendo assim, percebe-se a necessidade de maiores discussões nesta perspectiva, pois pesquisas envolvendo estes focos temáticos podem contribuir significativamente na melhoria e superação de dificuldades atitudinais, estruturais e de ensino e aprendizagem.

Vale ressaltar que as produções científicas encontradas são voltadas à Educação Básica, demonstrando a falta de pesquisas direcionadas ao Ensino Superior, em particular, para a formação de professores.

Em síntese, considerando a escassez de produções que relacionem Educação Inclusiva e Deficiência Intelectual, fica evidente que o processo de inclusão ainda está em vias de consolidação no Brasil, necessitando de maiores investimentos em pesquisas, uma vez que o aumento de pessoas com deficiência na Educação Básica é uma realidade crescente.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALCÂNTARA, J. N. Processos de constituição da criança com deficiência intelectual na Educação Infantil. 2019. 161 f. Tese (Doutorado em Educação) – Universidade Federal de Sergipe. São Cristóvão, 2019. Disponível em: <https://ri.ufs.br/bitstream/riufs/11927/2/JULIANA_NASCIMENTO_ALCANTARA.pdf>. Acesso em: 18 nov. 2022.

ALMEIDA, M. A.; LOURENÇO, G. F.; SILVA, A. M. Entrevista com a professora Maria Amélia Almeida: caminhos para a Educação Especial e a deficiência intelectual no Brasil. Revista Brasileira de Educação Especial, v. 29, 2023. Disponível em: <<https://www.scielo.br/j/rbee/a/zFwghjVXcgjvK9LV94cWm6r/?lang=pt>>. Acesso em: 16 abr. 2023.

ARAÚJO, M. A. Adaptações curriculares para alunos com deficiência intelectual: das concepções às práticas pedagógicas. 2019. 259 p. Dissertação (Mestrado em Educação) – Universidade Federal de Goiás. Catalão, 2019. Disponível em: <https://bdtd.ibict.br/vufind/Record/UFG_b0951969e8a09ac5a3d2aebc7aedc56b>. Acesso em: 15 nov. 2022.

BRASIL. Constituição. Constituição da República Federativa do Brasil. Brasília: Senado, 1988. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/constituicao/constituicao.htm>. Acesso em: 18 out. 2022.

BRASIL. Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira. Censo da Educação Básica 2020: resumo técnico. Brasília: INEP, 2021. Disponível em: <https://download.inep.gov.br/publicacoes/institucionais/estatisticas_e_indicadores/resumo_tecnico_censo_escolar_2020.pdf>. Acesso em: 18 nov. 2022.

BRASIL. Conselho Nacional de Educação. Ministério da Educação. Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional n.º 9.394, de 20 de dezembro de 1996. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/19394.htm. Acesso em: 19 nov. 2022.

BRASIL. Conselho Nacional de Educação. Ministério da Educação. Declaração de Salamanca: Sobre Princípios, Políticas e Práticas na Área das Necessidades Educativas Especiais. Salamanca-Espanha. Disponível em: <<http://portal.mec.gov.br/seesp/arquivos/pdf/salamanca.pdf>>. Acesso em: 14 set. 2022.

CARMELLO, A. N. O olhar dos professores sobre adaptação curricular para alunos com deficiência intelectual: uma ação de formação continuada na escola. 2019. 167 f. Tese (Doutorado em Educação Escolar) – Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”. Araraquara, 2019. Disponível em: <https://repositorio.unesp.br/bitstream/handle/11449/183540/carmelloneto_a_dr_arafcl.pdf?sequence=3&isAllowed=y>. Acesso em: 19 nov. 2022.

CASTILHO, A. F. A. N.; STEFANO, L. B. Deficiência Intelectual e o direito fundamental à educação no Brasil. Revista Univem, n. 2, p. 71-91, 2017. Disponível em: <https://www.cidp.pt/revistas/rjlb/2017/2/2017_02_0071_0091.pdf>. Acesso em: 14 out. 2022.

DAGA, V. S. C.; PIOVEZANA, L.; PIECZKOWSKI, T. M. Z. Adaptações curriculares para estudantes com deficiência intelectual: desafios e perspectivas. Revista Educação Especial, v. 33, p. e78, p. 1-24, 2020. Disponível em: <<https://periodicos.ufsm.br/educacaoespecial/article/view/55382/pdf>>. Acesso em: 14 nov. 2022.

DIAS, D. C. G. da S. Os caminhos da inclusão do aluno com deficiência intelectual no ensino regular e o dizer dos professores de Geografia da Educação Básica em Dourados-MS: discurso e prática. 2021. 145 f. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Faculdade de Ciências Humanas, Universidade Federal da Grande Dourados. Dourados, 2021. Disponível em: <<https://repositorio.ufgd.edu.br/jspui/handle/prefix/4499>>. Acesso em: 12 nov. 2022.

FERREIRA, N. S. de A. As pesquisas denominadas “estado da arte”. Educação & Sociedade, v. 23, n. 79, p. 257-272, 2002. Disponível em: <<https://www.scielo.br/j/es/a/vPsyhSBW4xJT48FfrdCtqfp/>>. Acesso em: 24 out. 2022.

FIGUEIREDO, F. T. A Educação Inclusiva e o processo ensino-aprendizagem dos alunos com deficiência intelectual. Revista Multidisciplinar do Nordeste Mineiro, n. 1, 2017.

Disponível em: <https://revistas.unipacto.com.br/storage/publicacoes/2017/a_educacao_inclusiva_e_o_processo_ensino_aprendizagem_dos_alunos_com_deficiencia_intelectual_82.pdf>. Acesso em: 24 out. 2022.

FREITAS, P. M. de; RIBEIRO, D. O. Neuroplasticidade na educação e reabilitação cognitiva da deficiência intelectual. Revista Educação Especial, v. 32, p. e59, p. 1-20, 2019. Disponível em: <<https://periodicos.ufsm.br/educacaoespecial/article/view/31119>>. Acesso em: 28 out. 2022.

FREDERICO, J. C. C.; LAPLANE, A. L. F. Sobre a participação social da pessoa com deficiência intelectual. Revista Brasileira de Educação Especial, v. 26, n. 3, p. 465-480, 2020. Disponível em: <<https://www.scielo.br/j/rbee/a/r4nbdV8mLHZ7Jw5pFp79R7n/?lang=pt>>. Acesso em: 22 nov. 2022.

FONSECA, J. J. S. Metodologia de Pesquisa Científica. Fortaleza: UECE, 2002. Disponível em: <<http://www.ia.ufrj.br/ppgea/conteudo/conteudo-2012-1/1SF/Sandra/apostilaMetodologia.pdf>>. Acesso em: 04 mar. 2023.

GALIAZZI, M. C. Educar pela Pesquisa: ambiente de formação de professores de Ciências. Ijuí: UNIJUÍ, 2003.

JANNUZZI, G. M. A educação do deficiente no Brasil: dos primórdios ao início do século XXI. 3. ed. rev. Campinas: Autores Associados, 2012.

LARA, P. T. Professor na área da deficiência intelectual: análise da formação na perspectiva docente. 2017. 208 f. Tese (Doutorado em Educação) – Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”. Marília, 2017. Disponível em: <https://repositorio.unesp.br/bitstream/handle/11449/151388/lara_pt_dr_mar.pdf?sequence=3&isAllowed=y>. Acesso em: 10 mar. 2022.

LASTA, L. L.; HILLESHEIM, B. Políticas de inclusão escolar: produção da anormalidade. Psicologia & Sociedade, v. 26, n. especial, p. 140-149, 2014. Disponível em: <<https://www.scielo.br/j/psoc/a/sH8DqCKThxh5XFf9sbQfZqr/?lang=pt>>. Acesso em: 26 nov. 2022.

LIMA, M. F. C.; PLETSCH, M. D. A escolarização de alunos com deficiência intelectual sob a vigência da política nacional de educação especial na perspectiva da Educação Inclusiva. Revista Online de Política e Gestão Educacional, v. 22, n. 2, p. 872-889, 2018. Disponível em: <<https://periodicos.fclar.unesp.br/rpge/article/view/11918>>. Acesso em: 17 nov. 2022.

LÜDKE, M.; ANDRÉ, M. E. D. A. Pesquisa em Educação: abordagens qualitativas. São Paulo: EPU, 1986.

MAFEZONI, A. C.; SIMON, C. A pessoa com deficiência intelectual e as concepções de professores de Educação Especial. Educação em Perspectiva, v. 11, 2020. Disponível em: <<https://periodicos.ufv.br/educacaoemperspectiva/article/view/8530>>. Acesso em: 22 nov. 2022.

MARCONDES, T.; SILVA, J. A. O ensino de Ciências na Educação Inclusiva: o caso da sexualidade para adolescentes com deficiência intelectual. In: ENPEC - Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências, 11., 2017, Florianópolis. Anais eletrônicos... Florianópolis-SC, 2017. Disponível em: <<http://www.abrapecnet.org.br/enpec/xi-%20enpec/anais/resumos/R0801-1.pdf>>. Acesso em: 27 out. 2022.

MASCARO, C. A. A. DE C. O Plano Educacional Individualizado e o estudante com deficiência intelectual: estratégia para inclusão. Revista Espaço Acadêmico, v. 18, n. 205, p. 12-22, 2018. Disponível em: <<https://periodicos.uem.br/ojs/index.php/EspacoAcademico/article/view/43318>>. Acesso em: 25 nov. 2022.

MATURANA, A. P. P. M.; MENDES, E. G. Inclusão e deficiência intelectual: escola especial e comum sob a óptica dos próprios alunos. *Educar em Revista*, n. 66, p. 209-226, 2017. Disponível em: <<https://www.scielo.br/j/er/a/3WWVXDMSPKfBf4dFXwZNQcw/abstract/?lang=pt#>>. Acesso em: 10 nov. 2022.

MAZZOTTA, M. J. S. *Educação Especial no Brasil: história e políticas públicas*. São Paulo: Cortez, 1996.

MILLI, J. C.; SOLINO, A. P.; GEHLEN, S. T. A Análise Textual Discursiva na investigação do Tema Gerador: por onde e como começar? *Investigações em Ensino de Ciências*, v. 23, n. 1, p. 200-229, 2018. Disponível em: <<https://ienci.if.ufrgs.br/index.php/ienci/article/view/905>>. Acesso em: 10 mai. 2023.

MONTEIRO, J. L.; MARCHI, R. de C. Reflexões sobre práticas pedagógicas inclusivas com estudantes com deficiência intelectual. *Revista Educação Especial*, v. 36, 2023. Disponível em: <<https://periodicos.ufsm.br/educacaoespecial/article/view/69440/51426>>. Acesso em: 20 mai. 2023.

MORAES, R.; GALIAZZI, M. C. *Análise Textual Discursiva*. Ijuí: UNIJUÍ, 2007.

OLIVEIRA, A. A. S. Encontro entre Educação Especial e Educação Inclusiva: a formação de professores-mediadores na área da deficiência intelectual. *Revista Educação Unisinos*, v. 22, n. 2, p. 138-146, 2018. Disponível em: <<https://revistas.unisinos.br/index.php/educacao/article/view/edu.2018.222.03>>. Acesso em: 24 nov. 2022.

PAIXÃO, K. de M. G. Mediação pedagógica e deficiência intelectual: em cena a linguagem escrita. 2018. 199 f. Tese (Doutorado em Educação) – Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”. Marília, 2018. Disponível em: <https://repositorio.unesp.br/bitstream/handle/11449/153388/paixao_kmg_dr_mar.pdf?sequence=3&isAllowed=y>. Acesso em: 14 fev. 2023.

PALMA, D. T.; CARNEIRO, R. U. C. O olhar social da deficiência intelectual em Escolas do Campo a partir dos conceitos de identidade e de diferença. *Revista Brasileira de Educação Especial*, v. 24, n. 2, p. 161-172, 2018. Disponível em: <<https://www.scielo.br/j/rbee/a/Nq3dqKpKDnBbJMDmjPM4pnf/abstract/?lang=pt#>>. Acesso em: 14 fev. 2023.

ROMANOWSKI, J. P.; ENS, R. T. As pesquisas denominadas do tipo “estado da arte” em educação. *Revista Diálogo Educacional*, v. 6, n. 19, p. 37-50, 2006. Disponível em: <<https://periodicos.pucpr.br/dialogoeducacional/article/view/24176>>. Acesso em 14 fev. 2023.

SANTANA, R. S.; SOFIATO, C. G. Ensino de Ciências para todos: uma experiência com um estudante com deficiência intelectual. Revista Educação, v. 44, p. e27, p. 1-27, 2019.

Disponível em: <<https://periodicos.ufsm.br/reeducacao/article/view/34206>>. Acesso em: 10 fev. 2023.

SANTOS, A. M. dos; CARVALHO, P. S.; ALECRIM, J. L. O ensino de Física para jovens com deficiência intelectual: uma proposta para facilitar a inclusão na escola regular. Revista Educação Especial, v. 32, p. e19, p. 1-18, 2018. Disponível em: <<https://periodicos.ufsm.br/educacaoespecial/article/view/27590>>. Acesso em: 25 fev. 2023.

SANTOS, L. A. O ensino de Ciências no contexto inclusivo: flexibilização curricular e apropriação do conhecimento por estudantes com deficiência intelectual. 2020. 115 f. Dissertação (Mestrado Profissional em Ensino de Ciências) – Universidade Estadual de Goiás. Anápolis, 2020. Disponível em: <https://www.bdt.ueg.br/bitstream/tede/337/2/dissertacao_leonora_ensino_ciencias_completo.pdf>. Acesso em: 10 mar. 2023.

SILVA, A. S. Alfabetização e inclusão: o trabalho com a consciência fonológica e o desenvolvimento da escrita em um aluno com deficiência intelectual. 2018. 200 f. Dissertação (Mestrado em Educação) – Universidade Federal de Pernambuco. Recife, 2018. Disponível em: <<https://repositorio.ufpe.br/handle/123456789/33592>>. Acesso em: 13 fev. 2023.

SILVA, F. J. C.; CARVALHO, M. E. P. O estado da arte das pesquisas educacionais sobre gênero e educação infantil: uma introdução. In: REDOR: PERSPECTIVAS FEMINISTAS DE GÊNERO, 18., 2014, Recife. Anais eletrônicos... Recife-PE, 2014. Disponível em: <<http://www.ufpb.br/evento/index.php/18redor/18redor/paper/viewFile/2192/648>>. Acesso em: 17 nov. 2022.

SILVA, M. R. P. da. Análise das políticas públicas da Educação Inclusiva: um olhar sobre as adaptações curriculares para alunos com deficiência intelectual na escola pública no município de Macapá-AP. 2015. 85 f. Dissertação (Mestrado em Teologia) – Faculdades EST. São Leopoldo, 2015. Disponível em: <http://dspace.est.edu.br:8080/xmlui/bitstream/handle/BR-SIFE/558/silva_mrp_tmp371.pdf?sequence=1&isAllowed=y>. Acesso em: 27 nov. 2022.

SOUSA, P. S. Questões Sociocientíficas: sua inserção ético-crítica na educação. 2021. 274 f. Tese (Doutorado em Educação Científica e Tecnológica) - Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis, 2021. Disponível em: <<https://tede.ufsc.br/teses/PECT0476-T.pdf>>. Acesso em: 10 jun. 2023.

TASSINARI, A. M. Formação e prática pedagógica de professores da EJA junto a estudantes com deficiência intelectual. 2019. 159 f. Tese (Doutorado em Educação

Especial) – Universidade Federal de São Carlos. São Carlos, 2019. Disponível em: <<https://repositorio.ufscar.br/bitstream/handle/ufscar/12065/ARQUIVO%20FORMA%203%87%20O%20E%20PR%2081TICA%20PEDAG%20GICA%20DE%20PROFESSORES%20DA%20EJA%20JUNTO%20A%20ESTUDANTES%20COM%20DEFICI%20NCIA%20INTELECTUAL.pdf?sequence=4&isAllowed=y>>. Acesso em: 10 fev. 2023.

ZEICHNER, K. M. A research agenda for teacher education. In: COCHRAN-SMITH, M.; ZEICHNER, K. Studying teacher education: the report of the AERA panel on research and teacher education. London: Lawrence Erlbaum, 2005.

CORRESPONDÊNCIA:

Vitória Luiza Fernandes Frare

Orcid: <https://orcid.org/0000-0002-6363-1358>.

Lattes: <http://lattes.cnpq.br/0240245623293118>.

Licenciada em Ciências Naturais e Matemática - Física pela Universidade Federal de Mato Grosso (UFMT). Mestranda do Programa de Pós-Graduação em Ensino de Física (PPGenFis) da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS), Instituto de Física. Porto Alegre, Rio Grande do Sul, Brasil. e-mail: vitoria.f.frare@gmail.com.

Roseli Adriana Blümke Feistel

Orcid: <https://orcid.org/0000-0002-8696-2221>.

Lattes: <http://lattes.cnpq.br/8516673002046226>.

Licenciada em Física e Mestre em Educação nas Ciências pela Universidade Regional do Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul (UNIJUÍ) e Doutora em Educação Científica e Tecnológica pela Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC). Docente Associada da Universidade Federal de Mato Grosso (UFMT), Câmpus Universitário de Sinop (CUS), Instituto de Ciências Naturais, Humanas e Sociais (ICNHS), Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências da Natureza e Matemática (PPGECM), Curso de Licenciatura em Ciências Naturais e Matemática. Pesquisadora do Núcleo Interdisciplinar de Pesquisa em Ensino de Ciências e Matemática (NIPECeM) e do Grupo de Pesquisa em Ensino de Ciências de Sinop (GPECS), com pesquisas na área de Educação, Ensino de Ciências, Ensino de Física, atuando, principalmente, nos seguintes temas: Ensino de Ciências/Física, Formação de Professores, Currículo, Interdisciplinaridade, Abordagem Temática, Ensino-aprendizagem. Membro do Conselho Municipal de Educação e do Fórum Permanente de Educação do município de Sinop-MT. Sinop, Mato Grosso, Brasil. e-mail: roseli.feistel@ufmt.br.

PROPOSTA DE ENSINO INVESTIGATIVO SOBRE O REINO PLANTAE PARA O ENSINO FUNDAMENTAL

**LEONICIA GOULART DE OLIVEIRA SILVA ¹, PATRÍCIA ROSINKE ¹,
FELICIO GUILARDI JUNIOR (in memoriam)¹ e SIMONE SIMIONATO DOS
SANTOS¹**

¹ Universidade Federal de Mato Grosso

RESUMO

O presente capítulo propõe a aplicabilidade do Ensino por Investigação (EI) aliado a uma Sequência Didática (SD), e apresenta o planejamento e elaboração de uma Sequência Didática Investigativa sobre o Reino Plantae, voltada para o Ensino Fundamental, designada para o sétimo ano do Ensino Fundamental. Nesse contexto, buscamos pensar em uma experiência que envolveria o ensino por investigação, no processo de ensino e aprendizagem que buscasse por novas metodologias com o intuito de motivar e interessar os alunos em sua aprendizagem. Visto que trata de um método que visa estimular os alunos a pensar, questionar e discutir assuntos em sala de aula, através de situações problema, o ensino por investigação surge como uma estratégia didática, que proporciona atividades centradas no aluno, desenvolvendo, assim, sua autonomia e possibilitando a capacidade de tomar decisões e resolver problemas. Além disso, o EI associado a uma sequência didática prevê, dentre outros aspectos, uma participação ativa do estudante no processo de ensino e aprendizagem, o que lhes atribui maior controle sobre a sua própria aprendizagem.

Palavras-chave: Sequência Didática. Ensino Investigativo. Reino Plantae.

PRESSUPOSTOS INICIAIS

O desenvolvimento de noções de espaço e tempo se articulam por meio de diferentes linguagens, de forma a permitir que os alunos se tornem produtores e leitores de mapas dos mais variados lugares vividos, concebidos e percebidos. O Ensino de Ciências deve favorecer a compreensão, pelos alunos, dos tempos sociais e da natureza e de suas relações com os espaços.

Tomada por objetivo central do ensino de ciências em diversos documentos oficiais, a alfabetização científica é usualmente concebida como uma maneira ampla e funcional de proporcionar o entendimento das pessoas sobre a Ciência para propósitos educacionais gerais, não tendo a finalidade de uma educação voltada para a preparação de cientistas. De maneira geral, a alfabetização científica é:

[...] um conjunto de conteúdos, conhecimentos, habilidades e atitudes relacionadas à Ciência que devem ser ensinados de modo comum a todas as pessoas. A iniciação desse processo é defendida desde o momento que o aluno entra na escola (Viecheneski, Lorenzetti e Carletto, 2012). Sobre o vínculo da alfabetização

científica com o ensino de ciências, Sasseron (2015, p. 52) afirma: [...] ensinar Ciências, sob essa perspectiva, implica dar atenção a seus produtos e a seus processos. Implica oportunizar o contato com um corpo de conhecimentos que integra uma maneira de construir entendimento sobre o mundo, os fenômenos naturais e os impactos destes em nossas vidas. Implica, portanto, não apenas reconhecer os termos e os conceitos canônicos das ciências de modo a poder aplicá-los em situações atuais, pois o componente da obsolescência integra a própria Ciência e o modo como dela e de seus conhecimentos nos apropriamos. (SANTANA, CAPECCI, FRANZOLIN, 2018, p. 667).

Nesse processo, podemos considerar a alfabetização científica como um processo que visa a aproximar o aluno da cultura científica, incluindo os conhecimentos produzidos, as práticas realizadas, atitudes e valores. Para uma formação educacional mais ampla, voltada para o desenvolvimento da criticidade e para o pleno exercício da cidadania, é preconizado que o processo de alfabetização científica está muito relacionado com o ensino de ciências por investigação. Assim:

Exercitar a curiosidade intelectual e recorrer à abordagem própria das ciências, incluindo a investigação, a reflexão, a análise crítica, a imaginação e a criatividade, para investigar causas, elaborar e testar hipóteses, formular e resolver problemas e criar soluções (inclusive tecnológicas) com base nos conhecimentos das diferentes áreas. (BRASIL, 2017 p. 9).

Esta é a segunda competência das dez estabelecidas como competências gerais da Educação Básica na Base Nacional Comum Curricular (BNCC). O processo investigativo deve ser entendido como elemento central na formação dos estudantes, em um sentido mais amplo, e cujo desenvolvimento deve ser atrelado a sequências didáticas planejadas ao longo de toda a educação básica, de modo a possibilitar aos alunos revisitarem de forma reflexiva seus conhecimentos e sua compreensão acerca do mundo em que vivem.

Sendo assim, as aulas sequenciais investigativas promovem situações nas quais os alunos possam observar o mundo a sua volta e fazer perguntas, analisar demandas, delinear problemas e planejar investigações, propor hipóteses, definição de problemas, planejar e realizar atividades de campo (experimentos, observações, leituras, visitas, ambientes virtuais etc.).

Assim, o ensino acerca do Reino Plantae pode ser favorecido quando trabalhado com Sequências Didáticas e Ensino por Investigação, pois estabelecem ligações diretamente, visto que, as plantas fazem parte do dia a dia dos estudantes, e essas experiências são pontos de partida para compreender os processos evolutivos que geram a diversidade de formas de vida no planeta.

Tal proposição está em consonância com a BNCC na Competência Específica 2: Analisar e utilizar interpretações sobre a dinâmica da Vida, da Terra e do Cosmos para elaborar argumentos, realizar previsões sobre o funcionamento e a evolução dos seres vivos e do Universo, e fundamentar e defender decisões éticas e responsáveis. E com a Habilidade (EF07CI07), caracterizar os principais ecossistemas brasileiros quanto à paisagem, à quantidade de água, ao tipo de solo, à disponibilidade de luz solar, à

temperatura etc., correlacionando essas características à flora e fauna específicas (BRASIL, 2017).

Deste modo, este capítulo se propõe a apresentar a proposta da elaboração de uma proposta de Sequência Didática com Ensino por Investigação para os 7º anos do Ensino Fundamental, tendo como temática central o Reino Plantae.

ASPECTOS TEÓRICOS E METODOLÓGICOS

A verificação das possibilidades para implementar atividades investigativas na prática das aulas de ciências surge como experiência passível de se conhecer e compreender durante a formação inicial, no contexto do Curso de Ciências Naturais. Em um dos momentos formativos do curso, os alunos tomam frente de elaborar e contextualizar experiências passíveis de serem aplicadas em sala de aula.

A motivação para o desenvolvimento deste trabalho demandou da experiência vivenciada na formação inicial e que engajou estudante e docentes pela necessidade de constantes melhorias e inovações no campo metodológico que a profissão exige. A proposta aqui apresentada consiste no relato da elaboração e apresentação de uma Sequência Didática com proposta de Ensino por Investigação sobre o Reino Plantae para o sétimo ano do Ensino Fundamental; em que levaremos em conta os conhecimentos prévios dos estudantes e atividades que articulem e aproximem a teoria da prática; buscando promover situações nas quais os alunos possam observar o mundo a sua volta de forma integrada para uma melhor dinâmica no processo ensino aprendizagem.

Trata-se de um trabalho de caráter qualitativo, considerando que a pesquisa qualitativa trabalha no campo dos significados, das teorias e dos fenômenos, e que dela faz parte a obtenção de dados descritivos mediante contato do pesquisador com seu objeto de estudo, em busca de compreendê-lo (ISRAEL, 1996). Para a produção almejada foi necessário aprofundar os estudos dos referenciais teóricos pertinentes às áreas contempladas: Sequência Didática, Ensino por Investigação e Reino Plantae, que irão contribuir na elaboração da proposta didática. Julgamos apropriado realizar uma pesquisa qualitativa, sendo essa abordagem metodológica pertinente, pois o foco está sobre os processos que se desenrolam na sala de aula, assim como seu significado para os professores envolvidos. Portanto, a ênfase desta pesquisa não recai apenas sobre os resultados.

Trata-se de uma proposta elaborada para formação de professores de ciências da Natureza, do Curso de Graduação em Ciências Naturais e Matemática – Química, licenciatura. Neste trabalho, vinculado à elaboração de um trabalho de conclusão de curso, nos propusemos a estudar sobre metodologia de ensino de Ciências, na forma de Ensino por Investigação e elaborar uma proposta para o ensino de Ciências com o desenvolvimento de uma Sequência Didática.

O ENSINO POR INVESTIGAÇÃO E O REINO PLANTAE: UMA BREVE REVISÃO

No início do século XX, nos Estados Unidos, o filósofo e educador americano John Dewey (1859-1952) propôs como método de ensino a "aprendizagem baseada em

investigação", atividades relacionadas ao mundo real, centradas no aluno, combinadas com conteúdo no campo das atividades humanas (BATISTA, 2018). Suas recomendações de pesquisa visam impedir que os alunos aprendam apenas conceitos técnicos sem entender como eles são construídos e justificados; e incentivar os alunos a construir relações entre conceitos, objetos e comportamento humano.

Junto às ideias de John Dewey, o ensino de ciências por investigação ganha força com as proposições do educador Joseph Schwab, na segunda metade do século XX. Este afirmava que a ciência era constituída tanto por estruturas conceituais, quanto por procedimentos que foram construídos e revisados ao longo da história. Por isso, o ensino e a aprendizagem da ciência deveriam refletir esse modo de compreender os conhecimentos científicos (SÁ, 2009).

Já no Brasil, o EI em ciências propriamente dito, iniciou-se na década de 1950 sob a liderança de Isaías Raw, o então recém fundado Instituto Brasileiro de Educação, Ciência e Cultura (IBECC) desenvolveu o projeto "Iniciação Científica" (BATISTA, 2018).

Recentemente o Ministério da Educação (MEC) divulgou a Base Nacional Comum Curricular (BNCC), em substituição aos PCN, a se consolidar como proposta curricular para o Ensino Fundamental. Esse documento apresenta como objetivos gerais de aprendizagem:

Exercitar a curiosidade intelectual e recorrer à abordagem própria das ciências, incluindo a investigação, a reflexão, a análise crítica, a imaginação e a criatividade, para investigar causas, elaborar e testar hipóteses, formular e resolver problemas e inventar soluções com base nos conhecimentos das diferentes áreas. (BRASIL, 2017, p.9)

Nesse aspecto, o Ensino por Investigação não é uma estratégia de ensino, mas é uma abordagem didática, pois pode congrega diversas estratégias, das mais inovadoras às mais tradicionais, desde que seja um ensino em que a participação dos estudantes não se restrinja a ouvir e copiar o que o professor propõe (SASSERON, 2015).

Incluso nesse contexto, define-se como Ensino por Investigação o ensino dos conteúdos programáticos em que o professor cria condições em sua sala de aula para os alunos pensarem, levando em conta a estrutura do conhecimento; falarem, evidenciando seus argumentos e conhecimentos construídos; lerem, entendendo criticamente o conteúdo lido; escreverem, mostrando autoria e clareza nas ideias expostas (CARVALHO, 2018).

Sendo assim, reconhece-se o EI como uma tendência educacional fundamental para que possamos promover aprendizagem em ciências na educação básica a partir da vivência do trabalho científico dos estudantes (AINKENHEAD, 2009).

Logo, essa abordagem está atrelada a uma concepção de educação que busca possibilitar mudança de atitudes em alunos e professores por meio de atividades que visam contribuir para o desenvolvimento da liberdade intelectual discente (COELHO, 2019). As ações desenvolvidas no ensino por investigação estão atreladas a situações-problema que proporcionam o debate, argumentação, negociações de significados durante o desenvolvimento de estratégias para solução dos problemas propostos (SASSERON, 2018).

Ensinar ciências, sob essa perspectiva, implica dar atenção a seus produtos e a seus processos. Implica em oportunizar o contato com um corpo de conhecimentos que

integra uma maneira de construir entendimento sobre o mundo, os fenômenos naturais e os impactos destes em nossas vidas (SASSERON, 2015).

Logo, o EI pode possibilitar o desenvolvimento de um pensamento mais elaborado pelos estudantes, contribuindo para a promoção de habilidades de ordens superiores como a investigação de um problema, a elaboração de hipóteses, a avaliação de condições de contorno, a análise de resultados e a proposição de conclusões (SUART; MARCONDES, 2016).

Vale ressaltar, que o ensino por investigação trilha em conformidade com a sequência didática, pois ambas rompem com uma postura puramente cartesiana, cujo olhar se mostra fragmentado e estanque. Com o avanço do conhecimento científico, as fronteiras das disciplinas se alargaram, mas ao mesmo tempo, se aproximaram. Sendo assim, cabendo ao professor planejar, ter sensibilidade para transitar, elaborar estratégias pedagógicas e agir entre os limites conceituais com fluidez (MOUL, 2015).

Consideramos a importância das atividades de investigação dentro de uma sequência didática para melhor exemplificar os conteúdos trabalhados, uma vez que torna a dinâmica da descoberta mais dinâmico e significativa.

Para organizar uma sequência didática precisa-se planejar minuciosamente cada uma das etapas desse trabalho, para isso tem-se um roteiro de ações que embasam essa construção. Conforme Capri (2009) o roteiro se dá em:

Compartilhar a proposta de trabalho com os alunos: o professor deverá apresentar aos alunos o tema a ser estudado superficialmente, apenas um comentário, o aprofundamento acontecerá mais tarde.

Mapear o conhecimento prévio dos alunos sobre o gênero escolhido: o professor deve detalhar alguns aspectos que envolvem situação específica da espécie. Os saberes e as dificuldades do aluno poderão ser notados pelo professor, o qual terá indícios que nortearão uma melhor intervenção no processo de aprendizagem.

Ampliar o repertório dos alunos: com a informação observada no mapeamento dos alunos. E o professor deverá elaborar um conjunto de atividades que contemplem a oralidade, a leitura e a escrita.

Buscar informações sobre o tema: esta é uma etapa fundamental para dar consistência ao texto.

Produzir um texto coletivo ou individual: é hora de os alunos exporem seus conhecimentos e questionamentos, trocando ideias com seus colegas e com o professor, a esse último cabe coordenar a produção do texto coletivo: organizando as falas, fazendo intervenções, incentivando a participação de todos e transformando o discurso oral em texto escrito (p.14).

A proposta da Sequência Didática é, através de um conjunto de atividades, levar os alunos a dominarem as características próprias da temática desenvolvida e assim, ampliarem suas condições de aprendizagens.

As plantas, além de constituírem a base de muitas cadeias alimentares, exercem grande importância ecológica, esses seres vivos são utilizados como matéria-prima na produção de alimentos, medicamentos, cosméticos, tecidos, papéis e combustíveis, na construção, na indústria moveleira e em diversas atividades humanas, incluindo as de lazer (CARNEVALLE, 2018).

Neste sentido, estudos de identificação e classificação vegetal permite realizar planejamento de estratégias de conservação da biodiversidade e a seleção para serem utilizados pelo ser humano.

Diante da importância econômica e cultural das plantas para a humanidade, serve como ponto de apoio para a aprendizagem de sua estrutura, além de contribuir para a percepção da diversidade desses organismos (THOMPSON et al, 2018).

Para a abordagem do conteúdo referente ao Reino Plantae no ensino fundamental é importante promover atividades de demonstração e experimentação para valorizar o raciocínio científico, o registro e o debate, pois, além de auxiliar na compreensão dos conceitos, essa forma de trabalho favorece o desenvolvimento da competência específica 2 e da competência específica 3 de Ciências da Natureza, ambas previstas na BNCC (Base Nacional Comum Curricular). Sendo assim, a construção do conhecimento é um processo de complexificação de ideias, tornando-as mais complexas e coesas, adequadas a novas situações planejadas (RODRIGUES, 2015).

Nesta perspectiva, aulas sequenciais com abordagem investigativa é um método favorável pois, visa condições para que os alunos pensem e trabalhem a partir de um problema, utilizando habilidades cognitivas próxima a uma prática científica, tendo como objetivo alfabetizar cientificamente (SOLINO, 2014).

A SEQUÊNCIA DIDÁTICA PARA O SÉTIMO ANO - O REINO PLANTAE

Sequência didática é um instrumento específico pedagógico de organizar o tempo em um conjunto de aulas, tendo como meta atingir um determinado objetivo pedagógico. Sendo assim, a SD deve ser pensada a partir do que o aluno já conhece e que conhecimentos queremos atingir com a SD. E assim, determinar quantas aulas serão necessárias para atingir os objetivos. A SD segue cinco etapas (LADEIRA, 2016): 1. Problemática; 2. Desenvolvimento; 3. Sistematização; 4. Reflexão e 5. Transposição.

Dessa maneira, as diferentes etapas da SD se harmonizam e constituem solidariamente entre si. Logo, o estudante tem de fato a sensação coesiva e a progressão da aprendizagem.

Nesse contexto, a primeira parte da SD é a problematização, esse momento é de concentrar em um único objetivo comum, o de instigar o aluno a questionar. Essa é a maior aprendizagem do processo da problematização, o desenvolvimento da competência de questionar.

O desenvolvimento é a segunda e maior etapa da SD. Momento que será desenvolvido a aprendizagem, as estratégias para que efetivamente aqueles objetivos determinados sejam alcançados. Sendo assim, a variedade é a criatividade do professor possibilitará inúmeras estratégias de desenvolver a aprendizagem. O importante é que no final o aluno consiga fazer uma síntese, que é a terceira etapa da SD. Sendo esse, o momento da apropriação do conhecimento, da sistematização da aprendizagem, ou seja, o que efetivamente aprendeu em termos de conceitos.

O processo de sistematização poderá ser elaborado por meio de tabela, resumo, jogos, ou tudo isso, para garantir a habilidade de sintetizar e conseqüentemente avançar para a próxima etapa que é a de reflexão. A reflexão é o momento em que o aluno irá

refletir como ele aprendeu, a opinião pessoal tem um grande valor, ou seja, é o momento da escuta e de escutar.

Já a quinta e última etapa é o da transposição, é um momento delicado, pois o aluno irá transpor o que desenvolveu na síntese e levar para outra situação pedagógica, outra situação problema. Neste momento, permitirá que o professor avalie o quanto efetivamente o aluno aprendeu e identificar aspectos que devem ser melhorados.

Após o seguimento das etapas, deu-se a construção do seguinte produto, a SD que segue:

Sequência Didática Investigativa Sobre O Reino Plantae Para O Ensino Fundamental

- Atividade 1: Evolução das plantas e a conquista do ambiente terrestre;

Orientações: Projete ou leia o título da aula para os alunos. Fale que esta aula tem o objetivo de fazer com que eles identifiquem as principais características dos grupos existentes no Reino das Plantas. Após assistirem o vídeo (A conquista das plantas no ambiente terrestre) ou outro de escolha do professor que trate do conteúdo em questão, que enfatize diversidade de plantas e que esse fator está relacionado à evolução do reino. Questione-os a respeito do tema e valorize as suas respostas. Peça que eles construam um texto a respeito dos conhecimentos prévios sobre as plantas, para que no final da sequência didática seja possível analisar a evolução do aprendizado do aluno.

- Atividade 2: Observação no pátio ou jardins da escola;

Orientações: Pergunte para os estudantes – Quais dessas plantas vocês conhecem? Todas possuem as mesmas cores, tamanhos? O que muda?

Vocês já conheciam algumas dessas plantas?

As folhas e caules apresentam as mesmas características?

*Dica: Explore conforme o ambiente escolar, ou seja, a realidade do aluno.

Construam uma tabela com os nomes comuns das plantas encontradas de acordo com o conhecimento de cada um. Observe e desenhe as diferenças possíveis no momento entre elas. Por exemplo:

Quadro 1. Exemplo de construção proposta para os alunos preencherem.

Plantas	Folhas	Flores	Frutos
Samambaia			
Ingá			
Bananeira			
Palmeira			

Fonte: elaborado pelos autores.

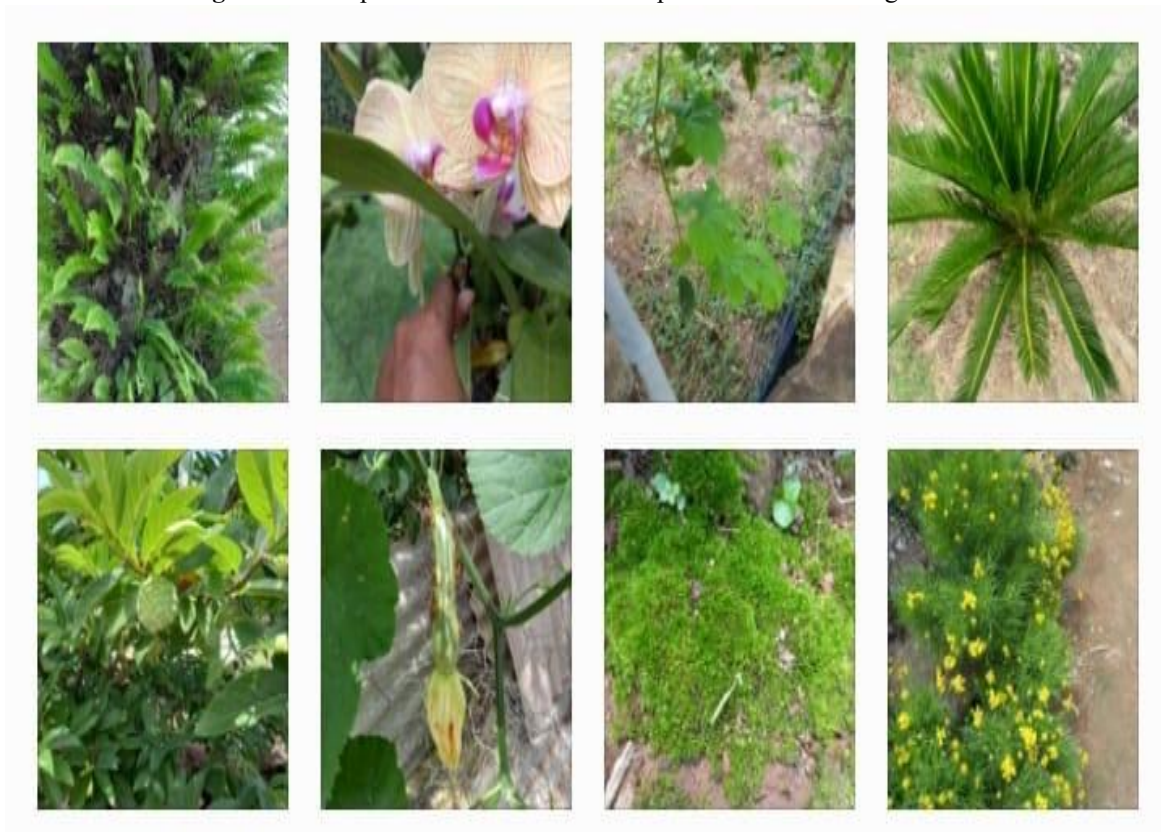
Essa atividade tem como objetivo contribuir no processo de investigação e consequentemente auxiliar no conhecimento da diversidade de plantas que existem e enumerar as diferenças existentes entre elas e a partir daí agrupar as plantas conforme suas características.

- Atividades 3: (Extraclasse) Fotografias de plantas;

Orientações: Como atividade extraclasse, peçam para os estudantes fotografarem as plantas existentes em suas residências, elaborar uma colagem e encaminhar esse material para o WhatsApp do professor de Ciências para imprimir. No decorrer da SD os materiais físicos deverão ser expostos em sala, e assim a turma deverá enumerar e agrupar.

Por exemplo, conforme Figura 1: Qual(is) são briófitas, pteridófitas, gimnospermas e angiospermas? Há planta medicinal? Se sim, qual(is)?

Figura 1. Exemplos de fotos a serem feitas para atividade investigativa.



Fonte: elaborado pelos autores.

Todos os materiais (colagem), construídos pelos estudantes deverão ser recortados para a construção do mural oficial (classificação dos grupos) que geralmente fica exposto na parte externa das salas (corredor da escola). Ao observar o mural, qual grupo de planta é predominante? Por quê?

- Atividades 4: (Laboratório de informática) Pesquisa;

Orientações: No laboratório os alunos irão pesquisar o local de origem de suas plantas e assim, classificar em exótica ou nativa. Deverão pesquisar importância das plantas medicinais e quais são mais comuns na nossa região. Em sala de aula o professor poderá apresentar o vídeo Plantas do Cerrado disponível no link http://www.youtube.com/watch?v=CGGxcDdEe_4, ou outro de escolha do professor e que trate do mesmo conteúdo.

Após essas sequências de atividades é o momento oportuno dos estudantes elaborarem uma síntese acerca do Reino Plantae.

- Atividades 5: (Trabalho em grupo) Jogo em equipes;

Orientações: Professor organize os alunos em equipes com 5 integrantes. Peça aos alunos que consulte os registros e observações das atividades anteriores elaborem 5 afirmações que podem ser verdadeiras ou falsas. O jogo terá 5 rodadas, em cada uma, um aluno será o líder. O líder tem a função de ler a afirmação para as outras equipes.

Após a leitura da afirmação o professor poderá dar sinal para que as equipes levantem a mão. A equipe que levantar a mão primeiro terá o direito de responder se a afirmação é falsa ou verdadeira, se for falsa terá que corrigi-la. O professor será o juiz e indicará quem tem o direito de resposta. A equipe que ao término das afirmações tiver o maior número de acertos será a vencedora. Se a equipe que responder à questão não souber corrigi-la, outro grupo poderá responder.

- Atividades 6: Bancada com nome popular e científico;

Orientações: Para finalizar a temática "O reino Planta: características e classificação" o professor poderá organizar uma bancada com representantes dos quatro grupos de vegetais identificando todos eles com o nome popular e o científico. Tentando expor na bancada no mínimo dois representantes de cada grupo vegetal, no caso das Angiospermas o professor poderá expor um número maior de representantes.

*Dica: se não for possível expor representantes de todos os grupos, leve imagens para que os alunos possam observar e identificar as semelhanças e diferenças com os representantes dos demais grupos vegetais.

Assim elaborou-se a SD e que permite adequações para que possa ser desenvolvida sempre da maneira que o professor achar ser mais conveniente com seu tempo e seu contexto escolar.

ALGUMAS CONSIDERAÇÕES

Temos dois aspectos do trabalho a considerar: primeiro e entendemos que discutir a elaboração de uma Sequência Didática, por meio de uma abordagem investigativa, referente ao ensino do Reino Plantae é fundamental, visto que, conforme a BNCC o estudo de questões relacionadas aos seres vivos, suas características, necessidades, e a vida como fenômeno natural e social, são elementos essenciais à sua manutenção e à compreensão dos processos evolutivos que geram a diversidade de formas de vida no planeta. Logo, estudar essas características em sequências permite compreender as interações dos seres vivos com outros seres vivos e com os fatores evolutivos de acordo com o ambiente, com destaque para as interações e necessidades entre os seres humanos e os vegetais.

Apesar de não termos aplicado a sequência elaborada, consideramos a importância das atividades de investigação dentro de uma Sequência Didática para melhor exemplificar os conteúdos trabalhados, uma vez que torna a dinâmica da descoberta mais dinâmico e significativa. Segundo Berbel (1995) a construção de uma série de aspectos que merecem respostas e por isso precisam ser investigados. São esses

os principais, que constituirão a orientação para a continuidade da investigação que acontece com a teorização.

Nesse contexto, o ensino por investigação surge como uma estratégia didática, que proporciona atividades centradas no aluno, desenvolvendo, assim, sua autonomia e possibilitando a capacidade de tomar decisões e resolver problemas. Clement et al. (2015) aponta que o ensino por investigação associado a uma sequência didática prevê, dentre outros aspectos, uma participação ativa do estudante no processo de ensino e aprendizagem, o que lhes atribui maior controle sobre a sua própria aprendizagem.

Avaliamos que a experiência de planejar o ensino das plantas de modo a refletir sobre a formação inicial de professores e sobre as experiências vivenciadas na escola foi de grande valia para aprimorar o olhar e o planejamento para o ensino fundamental, como base para o interesse e a motivação sobre o estudo da natureza e das Ciências.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BERBEL, N. A. N. Metodologia da problematização: uma alternativa metodológica apropriada para o ensino superior. Seminário: Ciências Sociais e Humanas, Londrina, v. 16, n. 2, ed. esp., p. 9-19, out. 1995.

BRASIL. Ministério da Educação. Secretaria de Educação Básica, Secretaria de Educação Continuada, Alfabetização, Diversidade e Inclusão; Secretaria de Educação Profissional e Tecnológica. Base Nacional Comum Curricular. 2017. Disponível em: <http://basenacionalcomum.mec.gov.br> > imagens > Acesso em 18/06/2022.

BRASIL. Secretaria de Educação Fundamental. Parâmetros Curriculares Nacionais: Ciências Naturais. Rio de Janeiro: DP&A, 2000.

CAPRI, S. M. O professor PDE e os desafios da escola pública paranaense. Produção didático-pedagógica. 2009

CARNEVALLE, M. R. Araribá mais Ciências: Manual do Professor/organizadora Editora-- 1. ed. -- São Paulo: Moderna, 2018.

CARVALHO, A. M. P. Fundamentos Teóricos e Metodológicos do Ensino por Investigação RBPEC 18(3), 765–794. Dezembro, 2018.

CLEMENT, L.; CUSTÓDIO, J. F.; ALVEZ-FILHO, J. P. Potencialidades do ensino por investigação para Promoção da motivação autônoma na educação científica. Alexandria Revista de Educação em Ciência e Tecnologia, v.8, n.1, p.101-129, maio, 2015.

ISRAEL, F. Pesquisa qualitativa – características, usos e possibilidades. Caderno de Pesquisas em Administração, São Paulo, 1996.

MOUL, R. A.T. M.; SILVA, F. C. L. A construção de conceitos em botânica a partir de uma sequência didática interativa: proposições para o ensino de ciências. Revista Exitus,

Santarém/PA, v. 7, n. 2, p. 262-282, maio/ago. 2017. Revista Ensaio, Belo Horizonte, v.17 n.especial p. 97-114 nov. 2015.

RODRIGUES, M. A. N. Estágio supervisionado e formação de professor: Uma reflexão sobre integração teoria e prática. Tear: Revista de Educação Ciência e Tecnologia, Canoas, v.4, n.2, jun/set. 2015.

SÁ, E. F. Discursos de professores sobre o ensino de Ciências por investigação. Belo Horizonte. 2009. p. 203. Tese Doutorado em Educação - Faculdade de Educação da UFMG, Belo Horizonte.

SANTANA, R. S.; CAPECCHI, M. C. V. M.; FRANZOLIN, F. O ensino de ciências por investigação nos anos iniciais: possibilidades na implementação de atividades investigativas. Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias, vol. 17, nº 3, 686-710, 2018.

SASSERON, L. H. Ensino de ciências por investigação e o desenvolvimento de práticas: uma mirada para a Base Nacional Comum Curricular. Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências, v. 18, n. 3, abril/jul, 2018.

SASSERON, L. H. Alfabetização científica, ensino por investigação e argumentação: relações entre ciências da natureza e escola. Revista Ensaio, Belo Horizonte, v.17 n.especial p. 49-67 nov. 2015.

SOLINO, P. S. Ensino por investigação. Formatos disponíveis em: <http://eaulas.usp.br/portal/video.action?idItem=4586>. Acesso em: 07/06/2022.

SUART, R. C.; MARCONDES, M. E. R. O processo de reflexão orientada na formação inicial de um licenciando de química visando o ensino por investigação e a promoção da alfabetização científica. Revista Ensaio, Belo Horizonte v.20 n. 9666, p. 42-57abr/set. 2018.

THOMPSON, Miguel.; RIOS, E. P. Observatório de ciências: manual do professor/organizadora, 3. ed. São Paulo: Moderna, 2018.

CORRESPONDÊNCIA:

Leonicia Goulart de Oliveira Silva

Orcid: <https://orcid.org/0000-0001-5056-2835>,

Lattes: <http://lattes.cnpq.br/2180392243904610>.

Possui Graduação: Licenciatura Plena em Ciências Biológicas pela a Universidade do Estado de Mato Grosso (2009). Especialista em Metodologia de Biologia e Química (2010). Complementação em Química (2017). Atualmente é aluna de graduação da Universidade Federal de Mato Grosso (UFMT) no Curso de Ciências Naturais e

Matemática com Habilitação em Química e Mestre em Melhoramento Genético de Plantas (UNEMAT). Sinop, Mato Grosso, Brasil. E-mail:

Patrícia Rosinke

Orcid: <https://orcid.org/0000-0003-0433-7113>.

Lattes: <http://lattes.cnpq.br/3135869298084965>.

Professora do quadro efetivo da Universidade Federal de Mato Grosso (UFMT) Campus de Sinop (2011), doutora em Educação nas Ciências e Matemática (REAMEC 2019), mestre em Ensino de Ciências: área Química pela Universidade Regional do Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul (UNIJUÍ, 2007) e graduada em Ciências - Química (UNIJUÍ, 2004). Atualmente é Coordenadora de Ensino de Graduação do Curso de Ciências Naturais e Matemática - Química. Sinop, Mato Grosso, Brasil. E-mail: patricia.rosinke@ufmt.br

Simone Simionato dos Santos.

Orcid: <https://orcid.org/0000-0002-3154-1489>.

Lattes: <http://lattes.cnpq.br/8804958200762621>.

Doutoranda pelo Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências e Matemática - REAMEC, na linha de pesquisa Formação de Professores para a Educação em Ciências e Matemática. Mestre em Educação pelo Programa de Pós Graduação do Instituto de Educação da UFMT Campus Cuiabá, pela linha de pesquisa Educação em Ciências e Educação Matemática (2014). Atualmente é Professora Assistente da rede Federal pela Universidade Federal de Mato Grosso. Sinop, Mato Grosso, Brasil. E-mail: simone.laier@ufmt.br

Felicio Guilardi Junior (in memorian)

Orcid: <https://orcid.org/0000-0002-1859-3217>

Lattes: <http://lattes.cnpq.br/1623424561382368>

Possui graduação em Bacharelado em Química pela Universidade Federal de São Carlos (1984), mestrado em Educação Para a Ciência pela Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho (2002) com dissertação intitulada - O Ensino de Física Moderna no Conteúdo de Química e doutorado pela Rede Amazônica para o Ensino de Ciências e Matemática (REAMEC) com tese intitulada - A Construção de Identidade Docente (2017). Atualmente, professor da Universidade Federal de Mato Grosso - Campus Universitário de Sinop, desde o segundo semestre de 2006. Tem experiência na área de Educação, com ênfase em Formação de Professores, atuando principalmente nos seguintes temas: formação de professores, educação matemática, educação para a ciência, ensino de química e espectroscopia e orientação em produção de sequencias didáticas envolvendo Didática das Ciências Experimentais. As pesquisas estão relacionadas a projeto de formação de Professores de Ciências da Natureza e Matemática, na perspectiva da pesquisa como paradigma para a construção de conhecimentos e desenvolvimento de diálogos com história, filosofia e sociologia da

ciência. Docente e Membro do Colegiado do Programa de Mestrado Profissional em Ensino de Ciências e Matemática da Universidade Federal de Mato Grosso - Câmpus Universitário de Sinop.

Ensino de Física



O ESTUDO DOS GASES IDEAIS VIA ENSINO POR INVESTIGAÇÃO UTILIZANDO A SIMULAÇÃO COMPUTACIONAL - PHET

**ANDERSON MOREIRA DE SOUZA¹, GUILHERME BASSANI ROSA¹ e
RICARDO ROBINSON CAMPOMANES SANTANA¹**

¹Universidade Federal de Mato Grosso

RESUMO

O presente estudo tem como objetivo aprofundar a compreensão das transformações dos gases ideais. Os gases são fundamentais em diversas áreas da ciência e da tecnologia, desde a atmosfera até processos industriais, e por isso é importante entender como eles se comportam em diferentes contextos. Para maior simplicidade, focaremos as tradicionais transformações de estado dos gases ideais utilizando a abordagem metodológica do Ensino de Ciências por Investigação através de simulações computacionais. Adotaremos o trabalho de Anna Maria Pessoa de Carvalho como referencial teórico no que se refere ao ensino por investigação e propomos uma Sequência de Ensino Investigativo (SEI) para o estudo dos gases ideais usando o software “PhET da University of Colorado Boulder”, para ser aplicado no ensino médio. Nesse software PhET já existe uma simulação denominada "Propriedades dos Gases" o qual adaptamos para realizar nossa proposta. Nesta simulação pode-se manipular as variáveis de estado nos diferentes processos, como isobárico (pressão constante), isotérmico (temperatura constante) e isovolumétrico (volume constante), e espera-se que os alunos tenham um aprendizado dos conceitos da termodinâmica. Além disso, a utilização da simulação computacional permite explorar diferentes cenários e variações, o que pode ajudar a identificar padrões e tendências nas transformações dos gases. Dessa forma, os alunos podem desenvolver uma compreensão mais profunda e ampla dos princípios da física e sua aplicação em diferentes contextos. A integração da teoria e da simulação computacional é relatada por pesquisadores da área de ensino como uma abordagem eficaz tanto para aprendizagem dos conceitos, quanto a visão de como se faz ciência por parte dos alunos.

Palavras-chave: Gases ideais. Ensino por Investigação. Variáveis de estado. Simulação computacional.

INTRODUÇÃO

Quando buscamos aprimorar o ensino, é essencial identificar os pontos específicos nos quais devemos intervir para obter os resultados desejados. No contexto do ensino da termodinâmica, frequentemente observamos que a compreensão de conceitos fundamentais, como calor e trabalho, fica restrita à imaginação de cada aluno, cabendo a eles elaborar processos lógicos e atribuir significado ao que foi ensinado.

Para tentar superar essa lacuna no ensino, propõe-se a utilização de simulações computacionais, uma valiosa ferramenta tanto para os professores quanto para os alunos.

Um dos pontos que podemos salientar, e que se torna claro nas entrevistas piagetianas, é a importância de um problema para o início da construção do conhecimento. Ao trazer esse conhecimento para o ensino em sala de aula, esse fato — propor um problema para que os alunos possam resolvê-lo — vai ser o divisor de águas entre o ensino expositivo feito pelo professor e o ensino em que proporciona condições para que o aluno possa raciocinar e construir seu conhecimento. No ensino expositivo toda a linha de raciocínio está com o professor, o aluno só a segue e procura entendê-la, mas não é o agente do pensamento. Ao fazer uma questão, ao propor um problema, o professor passa a tarefa de raciocinar para o aluno e sua ação não é mais a de expor, mas de orientar e encaminhar as reflexões dos estudantes na construção do novo conhecimento. (CARVALHO, 2014, p.7)

Nesse sentido, o papel do professor é crucial, atuando como mediador e incentivador, conduzindo os alunos a contemplar os fenômenos abordados e estimulando-os a formular perguntas e buscar soluções. Durante esse processo, o uso de um software educacional desempenha um papel significativo ao tornar o problema mais palpável e concreto. Por meio das simulações, os alunos têm a oportunidade de visualizar os conceitos abstratos da termodinâmica que ganham vida, o que facilita a sua compreensão e aplicação.

É importante ressaltar que atividades usando simulações educacionais implicam que a escola deve dispor de uma sala de informática adequada para esse fim. Esse ambiente oferece uma infraestrutura propícia para a condução das aulas, permitindo que os alunos interajam com o software de forma mais eficaz. No entanto, caso não haja uma sala de informática disponível, o professor pode utilizar seu próprio computador para realizar os experimentos e demonstrações em sala de aula. Além disso, uma alternativa viável seria permitir que os alunos utilizem aplicativos específicos em seus dispositivos móveis, como smartphones ou tablets, para dar continuidade às atividades fora da sala de aula.

Em suma, a integração de simulações computacionais no ensino da termodinâmica oferece uma oportunidade valiosa para aprimorar o aprendizado dos alunos. Ao permitir que os conceitos abstratos se tornem tangíveis e de fácil compreensão, as simulações proporcionam uma experiência mais envolvente e eficaz no processo de formação do conhecimento. Seja por meio de uma sala de informática dedicada ou pela utilização de dispositivos pessoais, a incorporação dessas ferramentas no ensino pode promover uma abordagem mais dinâmica e interativa, estimulando os alunos a explorar e aplicar os princípios da termodinâmica de forma mais efetiva.

METODOLOGIA

A área de Ciências da Natureza tem, para a etapa do ensino fundamental, a missão de desenvolver o letramento científico do aluno, capacitando-o para compreender, interpretar e transformar o mundo. Diante disso, o processo investigativo deve conectar-se a situações didáticas que permitam os alunos refletirem sobre seus conhecimentos e suas compreensões de mundo (BNCC, 2018, p. 321).

De encontro a essa ideia, está a Sequência de Ensino Investigativo (SEI) proposta por Carvalho, que busca através de uma sequência de atividades fazer com que os estudantes tragam suas concepções para desenvolver outras, idealizem e debatam conceitos com colegas e professores, transformando o conhecimento corriqueiro em científico.

...uma sequência de ensino investigativo deve ter algumas atividades-chave: na maioria das vezes a SEI inicia-se por um problema, experimental ou teórico, contextualizado, que introduz os alunos no tópico desejado e ofereça condições para que pensem e trabalhem com as variáveis relevantes do fenômeno científico central do conteúdo programático. (CARVALHO, 2014, p.14)

Ao basear o presente trabalho no formato de Ensino de Ciências por investigação, devemos propor aulas com problemas onde os alunos irão desenvolver seu conhecimento sobre o conteúdo a partir da busca pela resposta a esses problemas. Na termodinâmica, vamos abordar alguns conceitos, como as transformações termodinâmicas e as variáveis de estado de um gás onde, utilizando-se do programa de simulação PhET, evidenciaremos as situações problema abordadas, de forma a concretizar as hipóteses geradas.

Durante o desenvolvimento deste trabalho, serão apresentados os conceitos introdutórios essenciais ao estudo da termodinâmica, visando proporcionar uma compreensão abrangente e facilitar a assimilação do conteúdo. Serão abordados conceitos como o gás ideal, bem como as transformações isobáricas, isotérmicas e isovolumétricas. Além disso, será explorada a aplicação do gás real em um motor térmico, a fim de ilustrar sua relevância prática e suas implicações no contexto do tema em questão. Espera-se que o conteúdo apresentado contribua significativamente para a compreensão geral do assunto, permitindo aos leitores adquirirem uma base sólida dos conceitos fundamentais da termodinâmica, para prosseguir em estudos mais aprofundados.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

O gás ideal

Na termodinâmica, utilizam-se conceitos como o gás ideal, e é interessante questionar aos alunos o que eles imaginam ser um gás ideal. Em suma, se trata de um amontoado de partículas que possuem uma interação interna mínima entre elas, ou seja, suas colisões são mínimas (HALLIDAY, RESNICK, p. 489).

Esse modelo de gás, como ponto de partida, auxilia na compreensão inicial dos gases rarefeitos reais.

Os gases considerados ideais possuem sua própria equação (Eq. 1), que também é conhecida como equação de Clapeyron. Esta, descreve o comportamento de um gás ideal a partir da seguinte relação de grandezas:

$$PV = nRT \quad (\text{Eq. 1})$$

onde P representa a pressão do gás, V seu volume, n é o número de mols (partículas), R é a Constante Universal dos Gases ($R = 8,31 \text{ J/mol} \cdot \text{K}$) e T se refere à temperatura absoluta do gás.

Podemos reescrever a equação (Eq. 1) da seguinte maneira:

$$\frac{PV}{T} = nR = \text{constante} \quad (\text{Eq. 2})$$

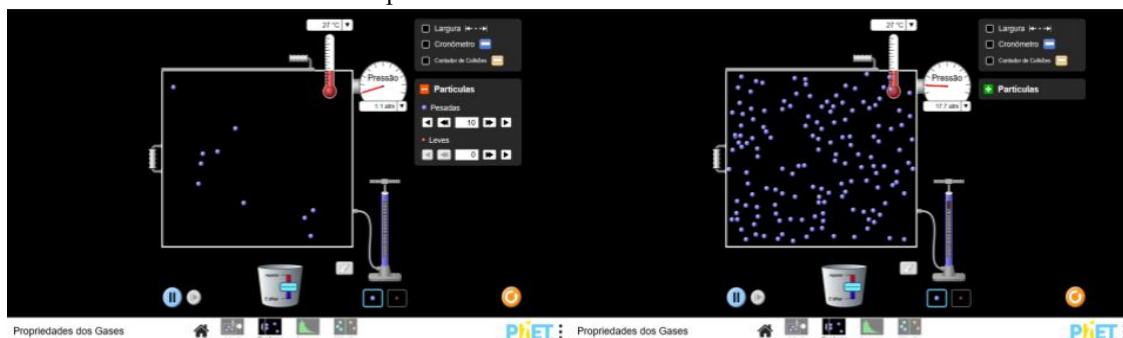
Ao dividirmos ambos os lados da equação (Eq. 1) por T, conseguimos relacionar pressão, volume e temperatura de modo que a operação entre estas variáveis sempre resulte em uma constante. Isso nos permite concluir que quando um sistema fechado está em determinado estado 1 e passa a um estado 2, cumpre-se o seguinte, de acordo com a equação (Eq. 2):

$$\frac{P_1 V_1}{T_1} = \frac{P_2 V_2}{T_2} \quad (\text{Eq. 3})$$

Lembrando que T_1 e T_2 são expressas na escala de temperatura Kelvin (K) em todas as equações a seguir.

É no intuito dessa compreensão que nos valemos do uso da simulação computacional fornecida pelo software PhET, onde é possível idear um recipiente fechado com moléculas que quase não interagem, para estudar o comportamento das variáveis de estado macroscópicas, como a pressão, volume, temperatura, entre outros.

Figura 1. Representação de um gás ideal (esquerda) e de um gás não ideal (direita). Lembrando, o valor da temperatura em °C deve ser convertida em K.



Fonte: PhET - Propriedade dos Gases.

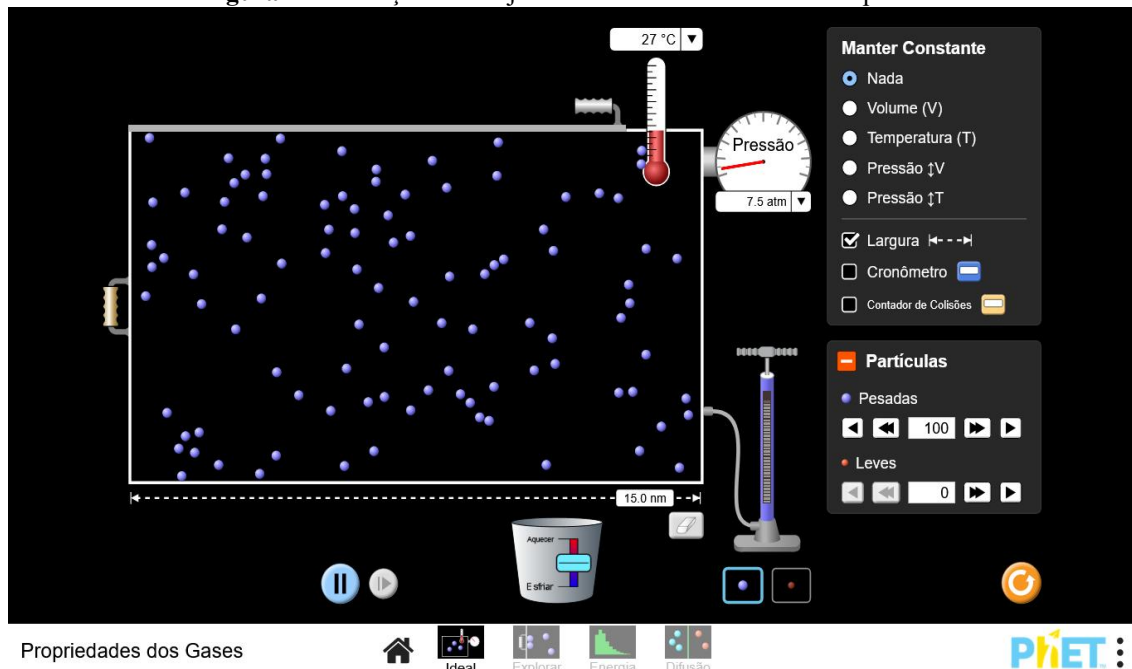
Nas imagens da Figura 1 é possível ter uma ideia sobre a diferença entre gases ideais e não ideais, onde um mantém a baixa taxa de interação entre as moléculas e o outro é entregue ao caos.

Um dos processos correlacionados é a relação entre a pressão de um gás e o volume que este gás ocupa. Certa quantidade de gás, depositado em um determinado recipiente, terá uma quantidade de pressão e, à medida em que aumentamos o volume deste recipiente, sua pressão deve diminuir (YOUNG; FREEDMAN, 2016, p. 244).

Como exemplo, podemos imaginar dois botijões de gás, de tamanhos diferentes, contendo uma mesma pequena quantidade de gás, de modo que possamos assumir que estes se comportem como um gás ideal. Naturalmente, o botijão com o maior volume

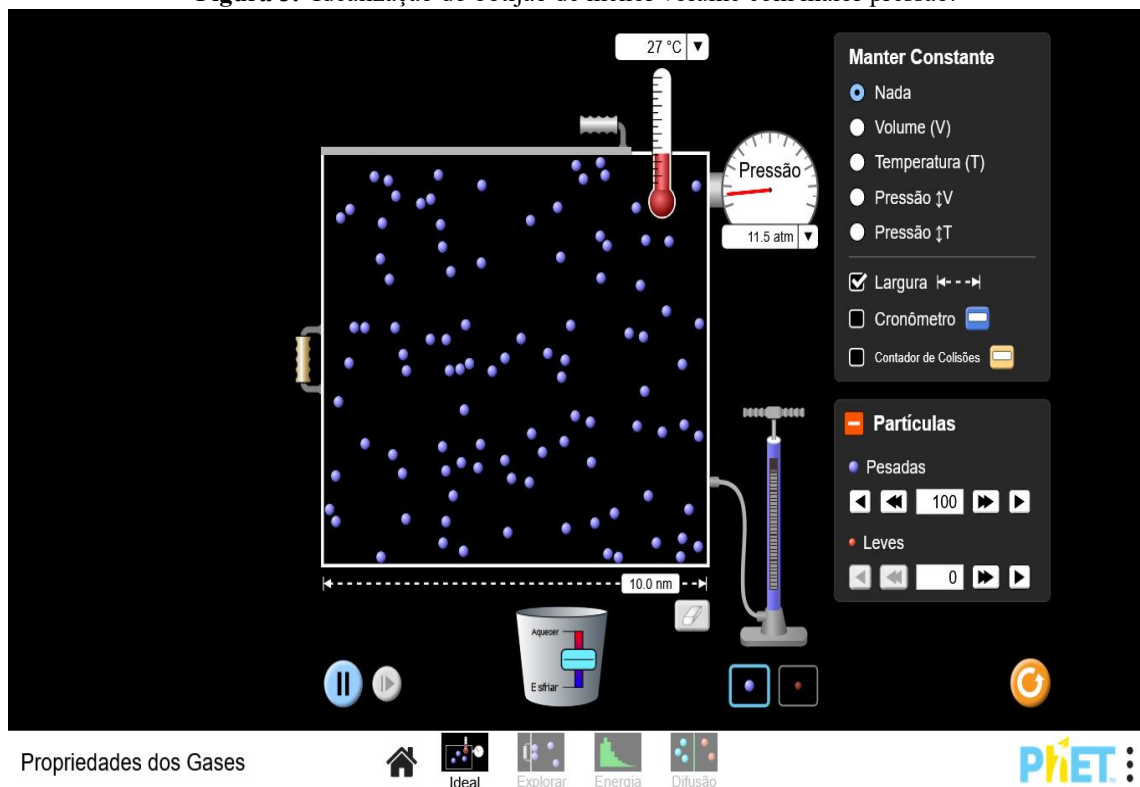
estará sob uma pressão menor que o botijão de menor volume. Imaginar toda essa relação pode ser uma tarefa complicada, portanto faz-se necessário expor analogias, e como alternativa sugere-se a ferramenta PhET - Propriedade dos Gases.

Figura 2 Idealização do botijão de maior volume com menor pressão.



Fonte. PhET - Propriedade dos Gases.

Figura 3. Idealização do botijão de menor volume com maior pressão.



Fonte. PhET - Propriedade dos Gases.

O fenômeno de aumentar o volume de um gás, resultando numa diminuição de pressão, está sempre ocorrendo na natureza. Quando uma mudança de estado ocorre em um gás, ela pode ser chamada de transformação termodinâmica, essas transformações irão modificar as variáveis de estados de um gás, como pressão, volume e temperatura. As transformações termodinâmicas de um gás ideal mais destacadas são: isotérmica, isobárica e isovolumétrica.

Transformação Isotérmica

Uma transformação isotérmica é um processo termodinâmico no qual a temperatura de um sistema permanece constante, mudando a pressão e volume (YOUNG; FREEDMAN, 2016, p. 292). Logo, $T_1 = T_2 = T$. Assim sendo, a partir da equação (Eq. 3), temos:

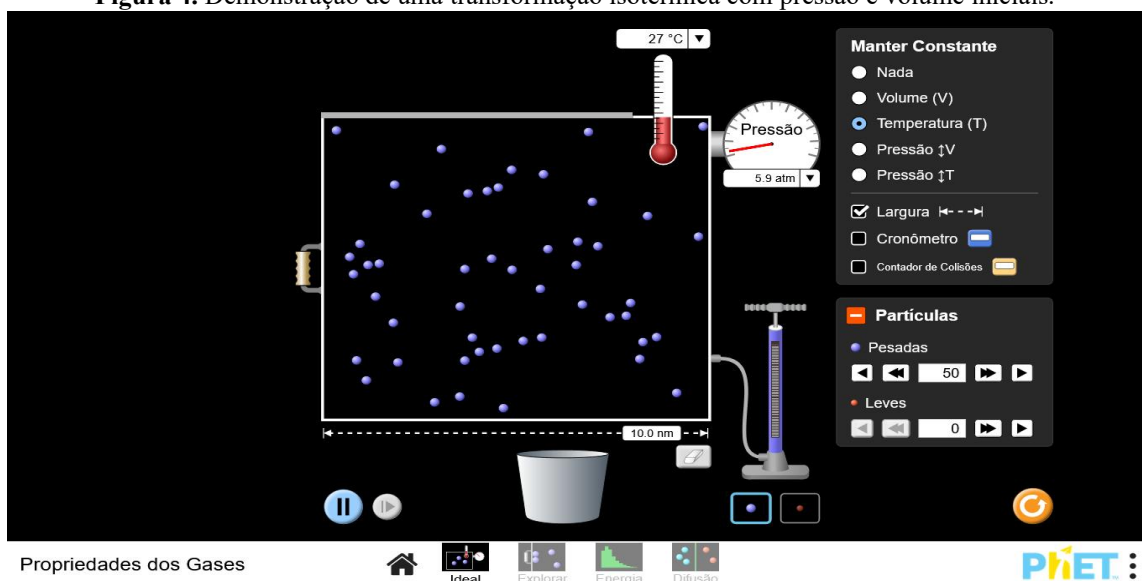
$$\frac{P_1 V_1}{T} = \frac{P_2 V_2}{T}$$

Como a temperatura é a mesma para ambas as situações, podemos realizar uma simplificação da seguinte maneira:

$$P_1 V_1 = P_2 V_2 \quad (\text{Eq. 4})$$

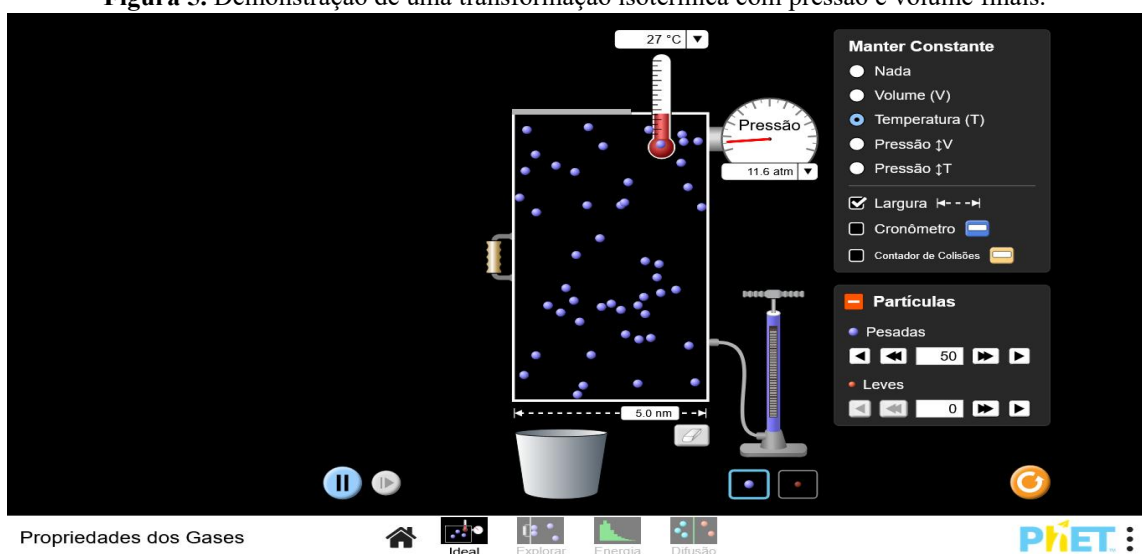
Durante essa transformação, o sistema troca calor com o ambiente para manter sua temperatura estável. A energia interna do sistema não varia, e todo o calor adicionado ou removido é convertido em trabalho no sistema ou transferido para o ambiente. Expor este conceito, questionando os alunos sobre suas consequências é um processo no qual o uso do PhET se torna indispensável para uma melhor compreensão por parte dos alunos. Como na imagem demonstrada abaixo, é possível acompanhar as consequências de um processo isotérmico, o qual se torna visualmente notável que uma transformação com temperatura constante desvia sua mudança para outras variáveis de estado, como reduzir ou aumentar sua pressão e volume.

Figura 4. Demonstração de uma transformação isotérmica com pressão e volume iniciais.



Fonte. PhET - Propriedade dos Gases.

Figura 5. Demonstração de uma transformação isotérmica com pressão e volume finais.



Fonte. PhET - Propriedade dos Gases.

Transformação Isobárica

Uma transformação isobárica é um processo termodinâmico no qual a pressão de um sistema permanece constante, enquanto ocorrem mudanças na temperatura e no volume (YOUNG; FREEDMAN, 2016, p. 292). Logo, $P_1 = P_2 = P$. Assim sendo, a partir da equação (Eq. 3) temos:

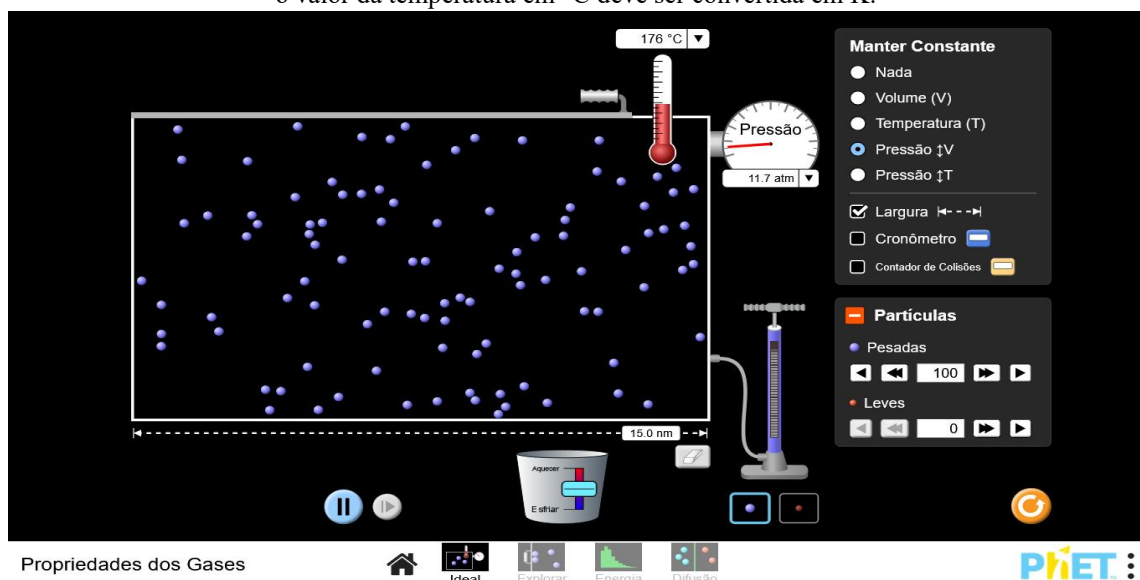
$$\frac{PV_1}{T_1} = \frac{PV_2}{T_2}$$

Como a pressão é a mesma para ambas as situações, podemos realizar uma simplificação da seguinte maneira:

$$\frac{V_1}{T_1} = \frac{V_2}{T_2} \quad (\text{Eq. 5})$$

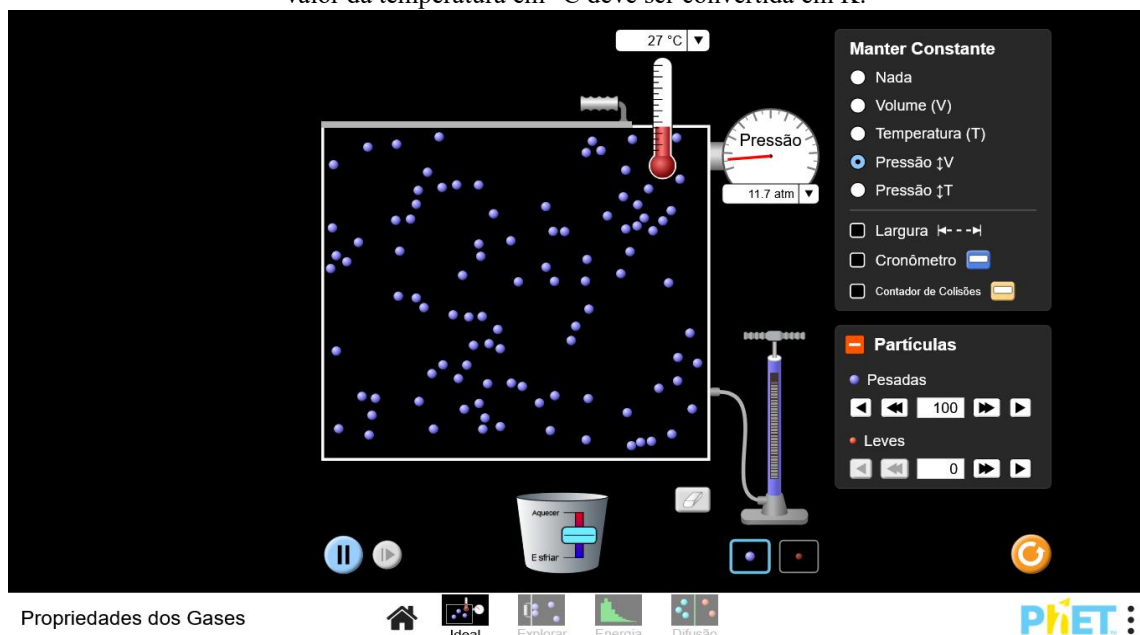
Durante essa transformação, o sistema pode realizar trabalho ou receber trabalho do ambiente, mas a pressão não varia. É um conceito usado para analisar processos em que a pressão é um parâmetro importante, e é idealizado, já que é difícil manter uma pressão constante perfeitamente na prática.

Figura 6. Demonstração de uma transformação isobárica com temperatura e volume iniciais. Lembrando, o valor da temperatura em °C deve ser convertida em K.



Fonte. PhET - Propriedade dos Gases.

Figura 7. Demonstração de uma transformação isobárica com temperatura e volume finais. Lembrando, o valor da temperatura em °C deve ser convertida em K.



Fonte. PhET - Propriedade dos Gases.

Transformação Isovolumétrica

Uma transformação isovolumétrica, também conhecida como transformação isocórica, é um processo termodinâmico no qual o volume de um sistema permanece constante enquanto ocorrem mudanças na temperatura e na pressão (YOUNG; FREEDMAN, 2016, p. 292). Logo, $V_1 = V_2 = V$. Assim sendo, a partir da equação (Eq. 3) temos:

$$\frac{P_1 V}{T_1} = \frac{P_2 V}{T_2}$$

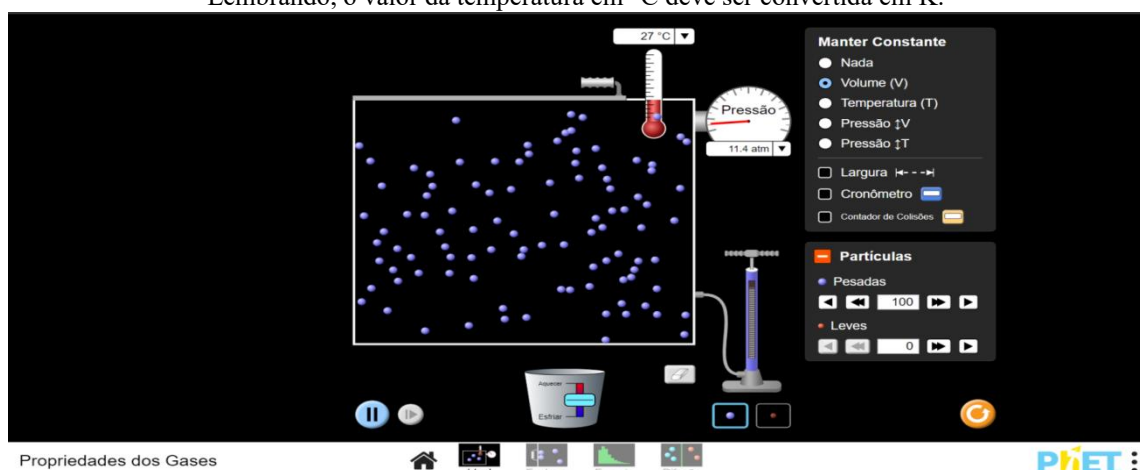
Como o volume é o mesmo para ambas as situações, podemos realizar uma simplificação da seguinte maneira:

$$\frac{P_1}{T_1} = \frac{P_2}{T_2} \quad (\text{Eq. 6})$$

Durante essa transformação, não há troca de trabalho realizado pelo sistema ou sobre o sistema devido à variação nula do volume. É um conceito utilizado para analisar processos em que o volume é uma grandeza importante, e é idealizado, pois é difícil manter o volume constante na prática.

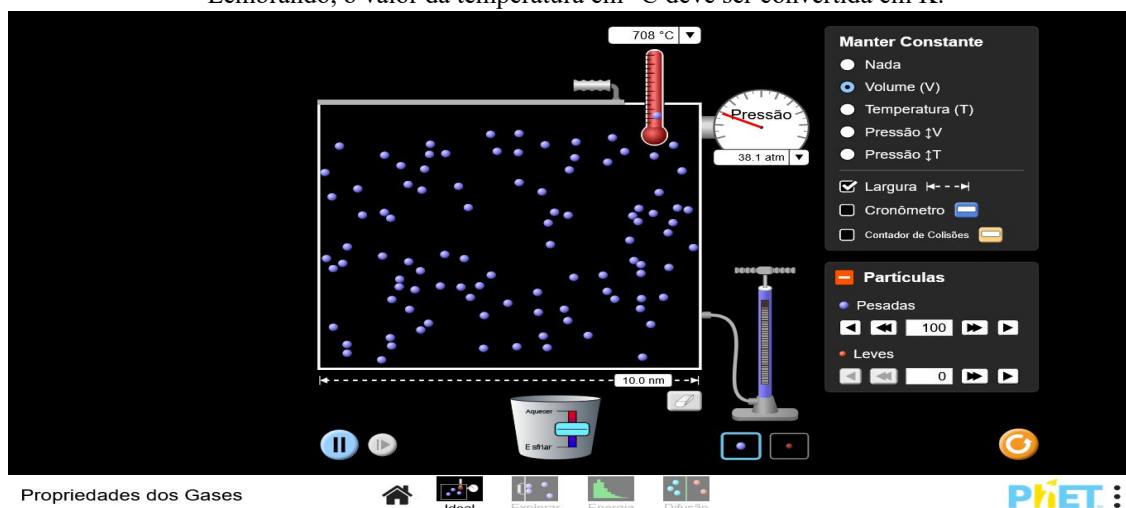
Na imagem a seguir é observado que a transformação isovolumétrica varia sua temperatura e pressão, já que não se pode variar o volume.

Figura 8. Demonstração de uma transformação isovolumétrica com temperatura e pressão iniciais.
Lembrando, o valor da temperatura em °C deve ser convertida em K.



Fonte. PhET - Propriedade dos Gases.

Figura 9. Demonstração de uma transformação isovolumétrica com temperatura e pressão finais.
Lembrando, o valor da temperatura em °C deve ser convertida em K.



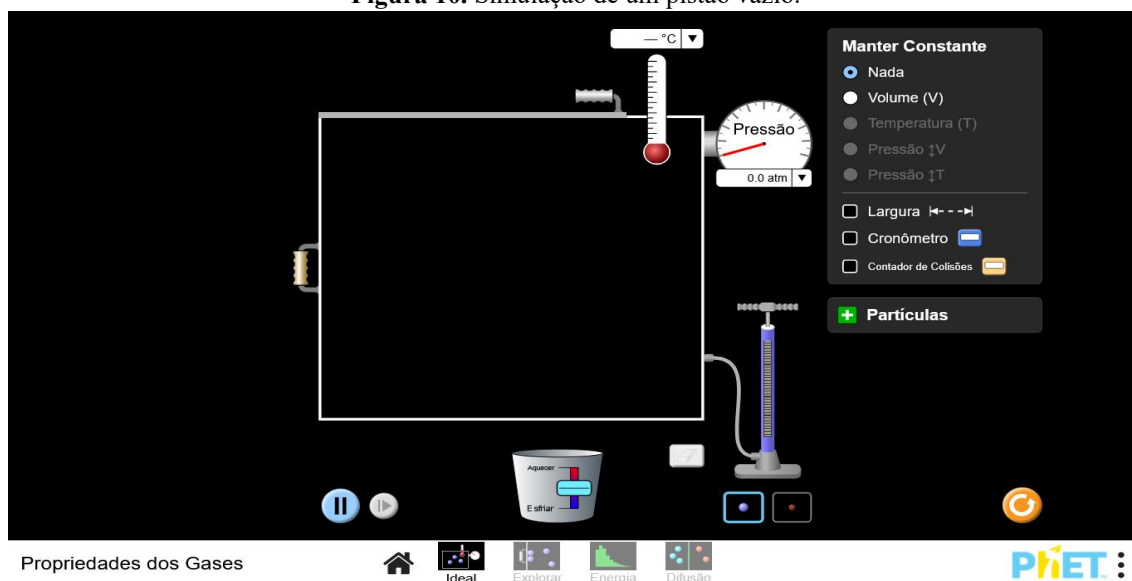
Fonte. PhET - Propriedade dos Gases.

Motores térmicos

Apesar de utilizarmos o gás ideal para realizar comparações, explicações e como base para construir um conhecimento, este é muito difícil de encontrar naturalmente. Sua principal função é servir como um modelo para a compreensão dos processos termodinâmicos que ocorrem com os gases reais. Na Física, um modelo é uma representação simplificada de um sistema físico, já que o sistema real conta com inúmeras variáveis e se torna complicado demais para fazer previsões a serem testadas empiricamente. Sendo assim, fazemos o uso do gás ideal como um modelo mais simplificado. Pondo isto em prática, ao analisar o funcionamento do pistão de um motor, ele será regido por gases reais, sendo que a compreensão física do mesmo pode ser explicada, em primeira aproximação, em termos do gás ideal.

Um dos estudos aplicados da termodinâmica está no funcionamento dos pistões de um motor térmico. Para propósitos de ensino, deve-se questionar aos alunos, o que faz um motor movimentar um carro ou operar um equipamento. O professor deve identificar as hipóteses apresentadas pelos alunos para o funcionamento do motor, e introduzir a eles o conceito da combustão que acontece, por exemplo, dentro do pistão de um motor de um automóvel, onde este gerará energia pela explosão de vapor de gasolina e ar, fornecendo calor e movimento para os pistões do motor. É possível acompanhar esse processo por meio do PhET.

Figura 10. Simulação de um pistão vazio.

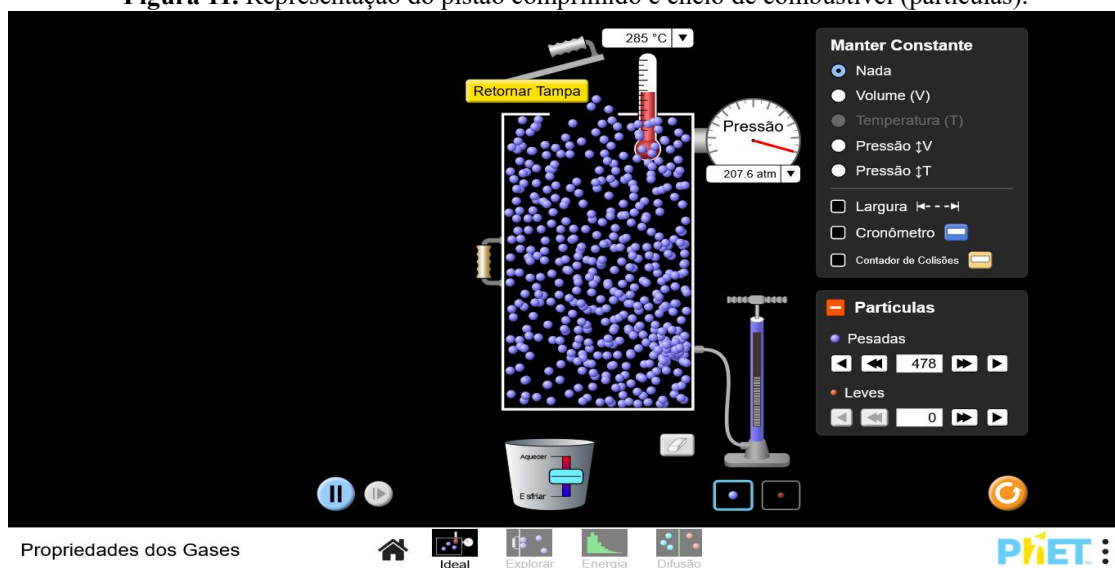


Fonte. PhET - Propriedade dos Gases.

Na primeira imagem (Figura 10), pode-se apresentar aos alunos a ideia do pistão, já vazio, entrando na fase de recebimento de vapor de gasolina e ar, e começando a se comprimir. Na segunda imagem (Figura 11), é observada a fase de compressão, ignição e explosão, onde é gerada a energia que movimenta o pistão.

Fica demonstrado que o processo de comprimir o gás já aumenta a sua pressão, e junto com o aquecimento, faz essa pressão e temperatura aumentar drasticamente, gerando energia que é convertida em energia cinética.

Figura 11. Representação do pistão comprimido e cheio de combustível (partículas).



Fonte. PhET - Propriedade dos Gases.

CONCLUSÃO

Os processos termodinâmicos desempenham um papel fundamental em diversas situações do cotidiano. Além do motor a combustão, que foi mencionado anteriormente como um exemplo clássico, eles também estão presentes em aparelhos domésticos como as geladeiras. Mesmo em coisas aparentemente simples, como o desodorante aerossol, a termodinâmica está envolvida.

A proposta de Sequência de Ensino por Investigação busca proporcionar aos alunos uma compreensão mais significativa dos conceitos teóricos e práticos da termodinâmica. Por meio dessa abordagem, os estudantes serão incentivados a explorar, questionar e investigar os princípios e fenômenos termodinâmicos em contextos reais e do seu próprio interesse.

Ao envolver os alunos em atividades práticas e experimentais, a Sequência de Ensino por Investigação permitirá que eles observem e analisem os efeitos dos processos termodinâmicos em diferentes situações. Por exemplo, poderão explorar como a transferência de calor ocorre no interior de uma geladeira e como ela mantém os alimentos resfriados. Da mesma forma, poderão investigar como o desodorante aerossol utiliza os princípios termodinâmicos para liberar o produto de forma eficiente.

Além disso, a abordagem investigativa estimula o interesse dos alunos e promove o desenvolvimento de habilidades científicas, como observação, formulação de hipóteses, coleta e análise de dados, e interpretação de resultados. Essas competências são essenciais não apenas para a compreensão da termodinâmica, mas também para o desenvolvimento geral dos estudantes como pensadores críticos e solucionadores de problemas.

Em suma, a presente proposta de Sequência de Ensino por Investigação tem como objetivo permitir que os alunos se envolvam ativamente na exploração e compreensão dos processos termodinâmicos, despertando o interesse pela disciplina e promovendo uma aprendizagem mais significativa. Ao relacionar a termodinâmica com

situações práticas e familiares, espera-se que os estudantes possam assimilar melhor os conceitos, compreender melhor as equações que descrevem o comportamento de um gás, desenvolver habilidades científicas e perceber a importância da termodinâmica em seu dia a dia.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

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, 2013.

PhET. Propriedade dos Gases. Disponível em: <https://phet.colorado.edu/sims/html/gas-properties/latest/gas-properties_all.html?locale=pt_BR>. Acesso em: mai. 2023.

RESNICK, R.; HALLIDAY, D.; WALKER, J. Fundamentos de física, volume 2: gravitação, ondas e termodinâmica. 10ª edição. GEN | Grupo Editorial Nacional, 2016.

YOUNG, H. D.; FREEDMAN, R. A.; FORD, A. L. Física II, Sears e Zemansky: termodinâmica e ondas. 14ª edição. Pearson, 2016.

CORRESPONDÊNCIA:

Anderson Moreira de Souza

Orcid 0009-0009-7638-1536.

Lattes <http://lattes.cnpq.br/1610572954503619>.

Graduando do Curso de Licenciatura em Ciências da Natureza e Matemática - Física, Universidade Federal de Mato Grosso (UFMT), Instituto de Ciências Naturais, Humanas e Sociais (ICNHS). Sinop, Mato Grosso, Brasil. e-mail: andersonmoreira66.am@gmail.com.

Guilherme Bassani Rosa

Orcid 0009-0004-7024-3689.

Lattes <https://lattes.cnpq.br/1964257698405303>.

Graduando do Curso de Licenciatura em Ciências da Natureza e Matemática - Física, Universidade Federal de Mato Grosso (UFMT), Instituto de Ciências Naturais, Humanas e Sociais (ICNHS). Sinop, Mato Grosso, Brasil. e-mail: guilherme.rosa@sou.ufmt.br.

Ricardo Robinson Campomanes Santana

Orcid 0000-0003-0277-5216

Lattes <http://lattes.cnpq.br/4005610138735380>

Professor de Física do Instituto de Ciências Naturais, Humanas e Sociais da Universidade Federal de Mato Grosso (UFMT), Campus Universitário de Sinop. e-mail: ricardo.santana@ufmt.br

DA ESPECTROSCOPIA AO TRIUNFO DO ÁTOMO

Yuri Alexandrovish Barbosa¹

¹Universidade Federal de Mato Grosso

RESUMO

Tendo como princípio a óptica, esse trabalho descreve a origem da espectroscopia, seu desenvolvimento e fundamentação teórica. Nessa narrativa são apresentados os resultados e conclusões das primeiras observações espectroscópicas, o desenvolvimento de algumas técnicas, e o seu papel na descoberta de alguns elementos químicos. Também explica a composição do espectro da radiação solar, e que a luz visível compõe uma pequena parte desse espectro, e que a percepção da luz, por meio das cores, se dá através de um processo fisiológico devido ao aparelho ocular. O texto continua dando uma ênfase aos processos de observação e medições das linhas espectrais do átomo de hidrogênio, por Ångstron, uma vez que, com esses resultados foi possível encontrar uma padronização numérica, dada pelas fórmulas empíricas de Balmer e Rydberg. A finalização do trabalho se dá com a fundamentação da espectroscopia, em que o espectro de emissão é explicado por Niels Bohr sendo um processo relacionado à estrutura do átomo. Também se optou, antes de descrever o modelo atômico proposto por Bohr, apresentar um breve relato da evolução dos modelos atômicos.

Palavras-chave: Espectroscopia. Espectro. Óptica. Átomo. Átomo de Hidrogênio.

ESPECTROSCOPIA

A Espectroscopia 1, por definição, é o estudo da interação da radiação eletromagnética (no qual também se enquadra a luz visível) com a matéria. E foi ela quem lançou as bases para que algumas questões a respeito da estrutura atômica pudessem ser respondidas.

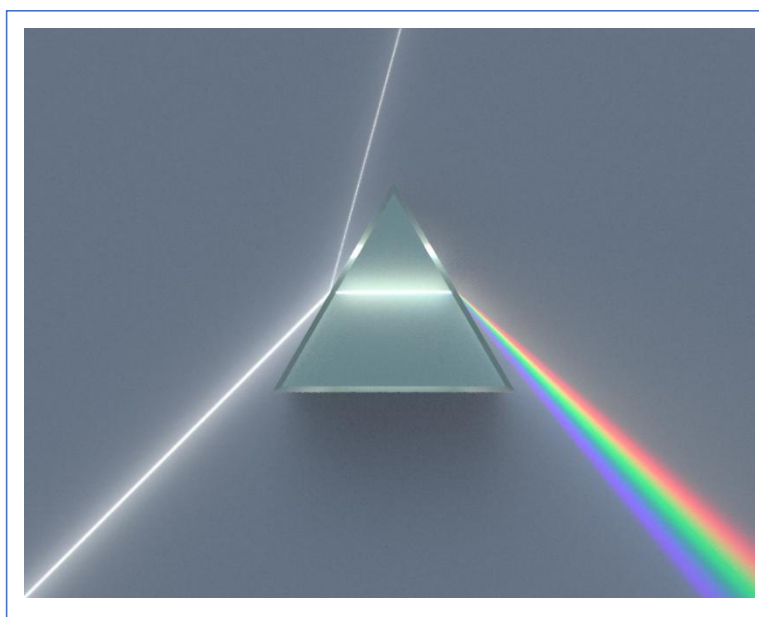
Sua origem está diretamente ligada ao desenvolvimento da óptica, quando no século XVII uma série de descobertas e publicações de fundamental importância apareceram. E um dos primeiros passos nesse campo de estudos foi dado pelo arcebispo Antonius de Dominis, que em 1611 publicou um trabalho descrevendo experiências sobre a refração da luz, utilizando uma esfera de vidro cheia d'água e assim deu uma primeira explicação, aproximadamente correta, da formação do arco-íris. Um modelo melhorado sobre a formação do arco-íris foi mostrado por René Descartes em 1637, onde em seu trabalho também descreveu experiências de refração, utilizando globos cheios de água e prismas de vidro (NEWTON, 1730).

Mas foi em 1648 que o médico e cientista Johannes Marcus Marci antecipou duas características principais da teoria da luz e cor de Newton, ao descrever alguns experimentos com prismas, chegando à conclusão de que o papel do prisma é separar a luz em cores por meio de refração e que as cores são inerentes à luz; além de

argumentar que as cores produzidas por uma primeira refração são imutáveis quando submetidas à refração por um segundo prisma. Outros nomes, também imersos nesse meio deram sua contribuição, mas de todos, o de Isaac Newton é o que mais se destaca. (GARBER, 2005)

O brilhantismo de Newton é visto tanto na profundidade de seu trabalho assim como em sua diversidade. Além de desenvolver o cálculo diferencial e integral, estabelecer as leis do movimento e a Lei da Gravitação Universal, também atuou no campo da óptica, onde inventou o telescópio refrator, conhecido hoje como o telescópio newtoniano e publicou em 1704 um de seus mais importantes trabalhos, *Óptica*, cujo título original, *Opticks or a Treatise of the Reflexions, Refractions, Inflexions and Colours of Light also two Treatises of the Species and Magnitude of Curvilinear Figures*. Essa obra que contou com quatro edições em inglês e duas em latim, supervisionadas pelo próprio Newton, apresenta alguns de seus estudos, experimentos e conclusões a respeito da difração da luz, formação do arco íris e a decomposição da luz branca nas cores espectrais, onde inicialmente considerou que o espectro era formado por cinco cores e posteriormente por sete. Também foi na contramão da teoria vigente, ao defender a ideia de que a luz era formada por partículas, ou por partes mínimas, como assim descreveu (NEWTON, 1730), em uma época em que a luz era tratada como uma onda. E essa sua argumentação foi respaldada somente em 1905 por Einstein, com a Teoria do Efeito Fotoelétrico.

Figura 1 - Um prisma separando a luz branca em um espectro de cores.

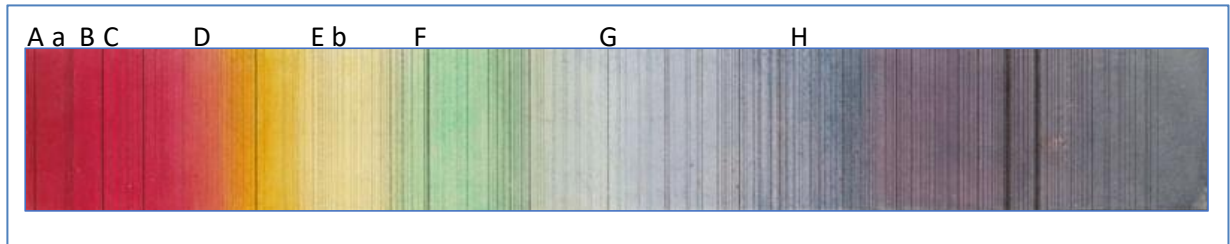


Fonte: Adaptado do Banco de dados Microsoft PowerPoint 2010.

O passo seguinte para que a espectroscopia começasse a se fundamentar foi dado quase um século após o trabalho de Newton ser publicado, quando em 1802 o químico inglês William Hyde Wollaston observou que o espectro luminoso era interceptado por sete linhas escuras, ou raias espectrais como seriam chamadas, em um experimento em que fez a luz solar passar por uma fenda estreita, e assim fosse colimada antes de incidir em um prisma, e a essas linhas escuras ele as designou com as sete primeiras letras do

alfabeto. Mas foi o físico alemão Joseph von Fraunhofer que iniciou um estudo sistemático dessas raias, quando em 1814 chegou a observar mais de 600 raias no espectro solar, e utilizando uma rede de difração, em 1819, mediu o comprimento de onda dessas raias, conhecidas a posteriori como raias de Fraunhofer (BASSALO, 2019).

Figura 2 - Raias espectrais presentes no espectro de radiação solar, com algumas linhas escuras designadas com letras por Wollaston e posteriormente por Fraunhofer.

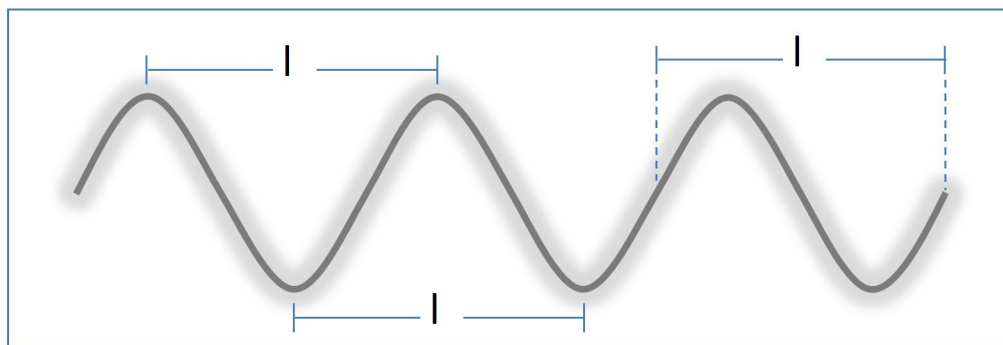


Fonte: Adaptada do site Phoenix – Observatório Astronômico.

O Espectro da Radiação

A luz é uma forma de radiação de natureza eletromagnética, comportando-se em determinadas circunstâncias como partícula, e em outras, como onda. E ao ser descrita, em sua forma matemática como uma onda, a ela é atribuída um comprimento, representado comumente pela letra grega lambda “ λ ”, que é a distância entre duas regiões repetidas e sucessivas.

Figura 3 - Ilustração de uma onda, mostrando algumas de suas regiões repetidas e sucessivas em que se pode medir o seu comprimento λ .



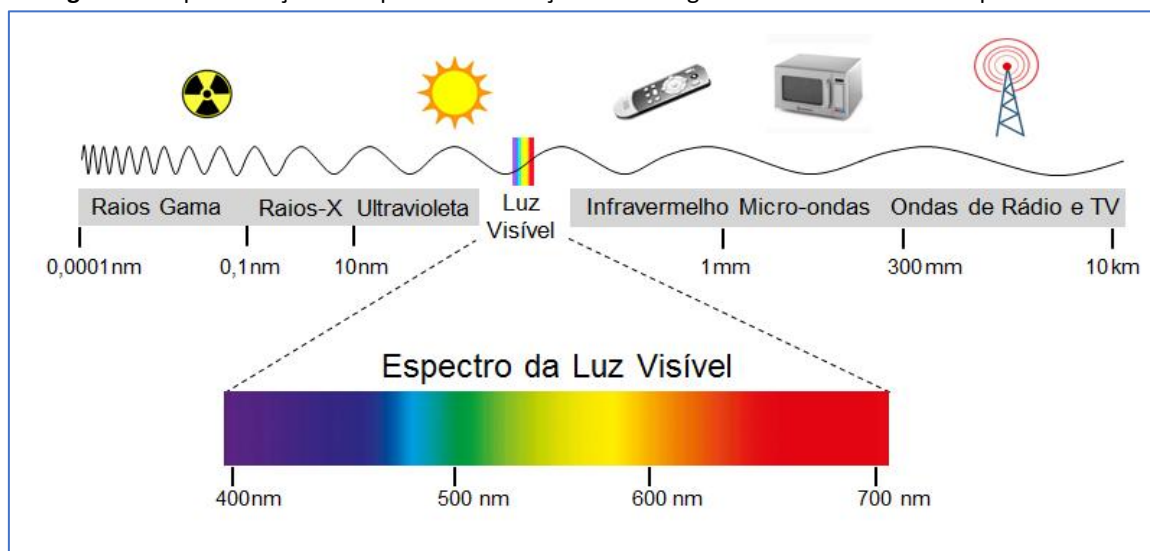
Fonte: Elaborada pelo autor.

O Sol emite radiação em diversos comprimentos de onda, formando o que se chama de espectro contínuo de radiação. E de acordo com a faixa do comprimento de onda observado, tem-se o que é definido como raios gama, raios X, ultra violeta, luz visível, infravermelho, microondas e ondas de rádio e TV.

A cor é um processo fisiológico

A luz visível, ou simplesmente luz, é o resultado de um processo fisiológico. Por exemplo, o Sol emite radiação eletromagnética em uma faixa de comprimentos de ondas menores que 0,0001 nm até maiores que 10 km. E apesar de toda essa radiação poder penetrar no olho humano, apenas uma pequena fração de todo esse espectro de radiação, que correspondem às ondas com comprimentos localizados no intervalo de 380 nm até 740 nm, é que são processadas pelo cérebro e interpretadas na forma de luz ou por outra, cores. E cada uma das cores corresponde a uma região dentro desse intervalo, por exemplo, a luz azul tem comprimentos de onda localizados na região que se estende entre 440 nm a 485 nm, a luz verde, entre 500 nm a 565 nm, a luz vermelha entre 625 nm a 740 nm.

Figura 4 - Representação do espectro de radiação eletromagnético e as faixas dos comprimentos de



Fonte: do Elaborada pelo autor.

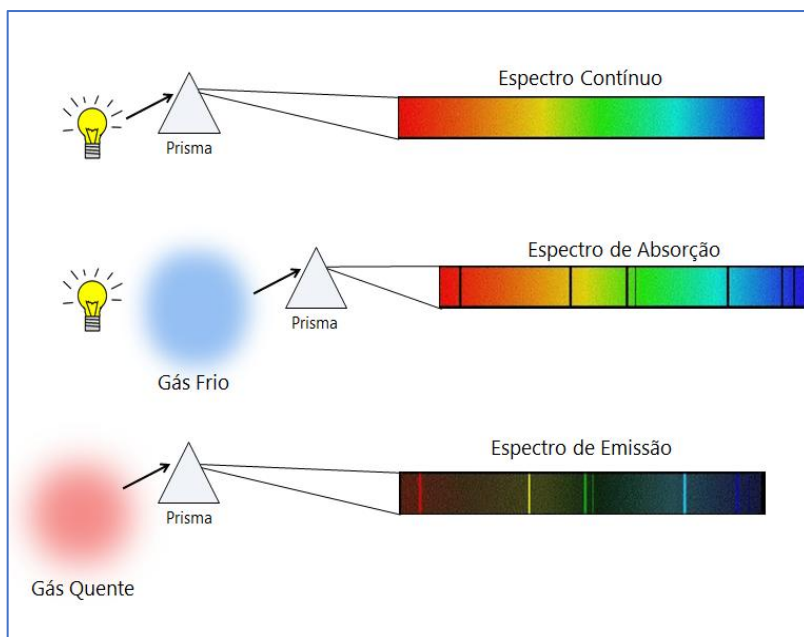
Assim, a estrutura do aparelho ocular humano é sensibilizada para certo intervalo de comprimentos de onda, por isso é chamada de visível, agora se a visão humana fosse sensível a outros comprimentos de onda, por exemplo, às ondas de rádio, então as antenas emissoras seriam vistas como um farol. Entretanto há outros comprimentos de onda que também são percebidos pelos sentidos humanos, como é o caso do infravermelho, que corresponde a radiação na faixa entre 1 mm a 1 mm, e que apesar de não ser visível ao olhos é sentida pela pele, na forma de calor. Já os insetos, os répteis e as aves estão adaptados fisiologicamente a enxergar algumas cores do espectro do visível e do ultravioleta.

Espectros Contínuo, de Emissão e Absorção

Todo corpo a altas temperaturas, sólido, líquido ou gasoso de alta densidade (como o Sol e as estrelas), emitem um espectro contínuo de radiação. Mas tanto Wollaston como Fraunhofer, ao observarem o espectro da luz solar, constataram que

esse espectro era interceptado por linhas escuras (conforme Figura 2). Isso se deve ao fato de que a luz proveniente do Sol, ao atingir a atmosfera terrestre, tem parte de sua radiação absorvida. Assim, essas linhas escuras do espectro revelam quais comprimentos de onda da radiação foram absorvidos, e esse espectro é caracterizado como sendo um espectro de absorção. Agora, quando um gás de baixa densidade é aquecido ou submetido a uma descarga elétrica, o seu espectro é determinado por algumas linhas luminosas, que também são chamadas de raias espectrais, e o seu espectro é caracterizado como sendo um espectro de emissão.

Figura 5 - Representações dos espectros contínuo, de absorção e de emissão.



Fonte: Elaborada pelo Autor.

A observação dos espectros de emissão é anterior aos trabalhos de Fraunhofer, e inicialmente se deve aos químicos. Como já era conhecido que diversas substâncias, quando salpicadas em chamas, produziam cores diferentes, começaram então a identificar os elementos químicos com experiências que ficaram conhecidas como teste de chamas (IFSC). Mas foi em 1752 que aparece o primeiro registro de um espectro de emissão, a partir da observação por Thomas Mevill, de uma chama do sódio através de um prisma (LOPES, 2009) proveniente da queima de uma solução de álcool e sal marinho (COLZATO). Por sua vez, John Frederick William Herschel, mostrou que a radiação emitida pelas chamas de bário, cálcio, cobre e estrôncio, ao atravessar um prisma, apresentavam linhas espectrais características (GRACETTO; HIOKA; FILHO, 2006).

Mas havia um problema, pois a chama utilizada para a queima tinha uma cor, e se misturava com a cor da chama do elemento, quando submetido a essa queima. Para contornar esse problema, em meados de 1859, os químicos Robert Wilhelm Bunsen e Henry Enfield Roscoe aperfeiçoaram um queimador de gás, que ficou conhecido como bico de Bunsen, e que quase não emitia luz visível. No ano seguinte Bunsen e o físico

Gustav Kirchhoff construíram um aparato que ficou conhecido como espectroscópio, o qual permitiu observar com maior precisão as linhas espectrais de diversas substâncias, quando levadas ao bico de Bunsen.

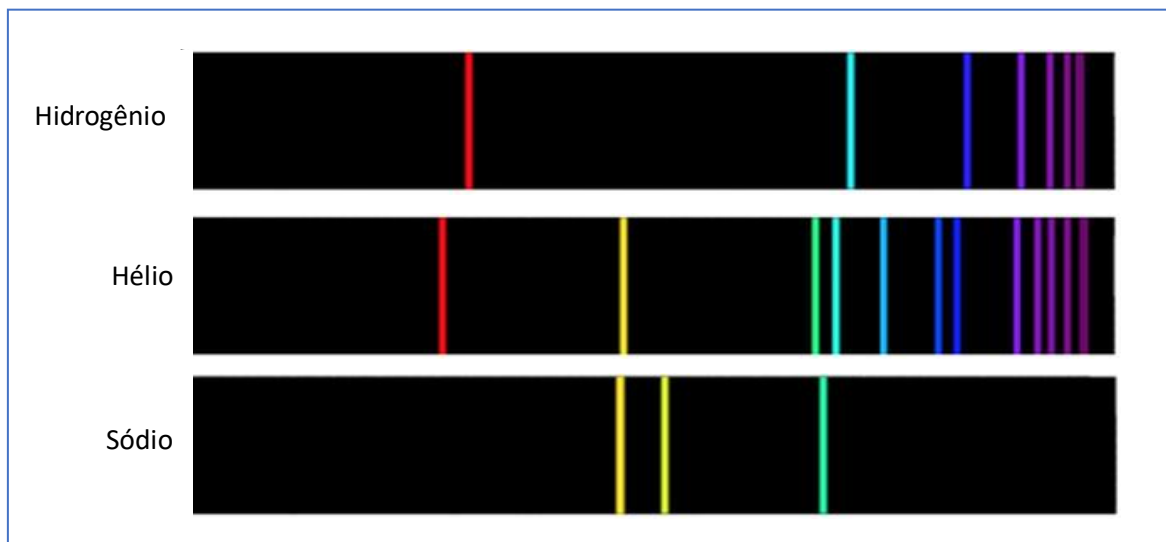
Figura 6 - Ilustração de um espectroscópio desenvolvido por Bunsen e Kirchhoff, em 1860.



Fonte: <<https://www.beautifulchemistry.net/kichhoff>>.

Perceberam então que cada elemento químico dá origem a um espectro de emissão característico, como se fosse uma “impressão digital”, única para cada elemento. E esse trabalho abriu espaço para que novos elementos, como o célio, o índio, o rubídio e o tálio, fossem descobertos, não só por Bunsen e Kirchhoff, mas também por outros cientistas.

Figura 7- Ilustração dos espectros de emissão do hidrogênio, hélio e sódio.



Fonte: Adaptada de < <https://ilhadoconhecimento.com.br/como-sabemos-do-que-o-sol-e-grande-parte-do-universo-e-feito/>>.

Paralelo aos avanços da espectroscopia, o conceito de átomo e que ele possuía uma estrutura, já era aceito por parte da comunidade científica, como foi o caso do químico Jöns Jacob Berzelius que supôs que todo átomo tivesse cargas positivas e

negativas. E isso se deu graças aos trabalhos iniciais da eletricidade e em particular da eletrólise, estudadas principalmente pelo cientista Michael Faraday entre os anos de 1831 e 1834. Pois foi o seu trabalho que também possibilitou que o matemático e físico George Jonhstone Stoney, em 1874, estimasse um valor para a carga elementar, como sendo de 10^{-20} C (atualmente o valor aceito é de $1,602 \times 10^{-19}$ C).

Por sua vez, outro físico, Hermann Ludwig Ferdinand von Helmholtz em um discurso em homenagem a Faraday, destacou o que seria o seu resultado mais importante, ao dizer:

“Se aceitamos a hipótese de que as substâncias elementares são compostas de átomos, não podemos deixar de concluir que também a eletricidade, tanto positiva quanto negativa, se subdivide em porções elementares que se comportam como átomos de eletricidade”. (CARUSO; OGURI, 2016)

Isso mostra uma aceitação da existência de uma carga elementar, denominada posteriormente como carga do elétron, sendo o nome elétron dado por Stoney, em referência aos átomos de eletricidade. Mas a descoberta do elétron, como uma partícula fundamental da natureza, só viria em 1897 com os experimentos do físico Joseph John Thomson, utilizando um tubo de raios catódicos e a sua carga seria medida diretamente pela primeira vez, em 1909, por outro físico, Robert Andrews Milikan.

Outra evidência que reforçou a ideia de que o átomo tivesse uma estrutura foi a experiência realizada pelo físico e astrônomo Jean Bernard Léon Foucault, em 1849, ao superpor dois espectros, fazendo com que a luz solar passasse pela luz proveniente da descarga elétrica de eletrodos de carbono. Foucault observou que as linhas escuras D, do espectro de absorção ficavam ainda mais escuras, do que quando observadas sem a presença da luz proveniente dessas descargas elétricas. Então, supôs que esses eletrodos emitem raios D, e ao mesmo tempo os absorvem, quando provém de outra fonte. E em 1859 Kirchhoff observou que as duplas linhas brilhantes do espectro de sódio coincidiam com as duplas linhas escuras D do espectro solar, assim concluiu que o sódio tende emitir e absorver luz no mesmo comprimento de onda, chamando esse fenômeno de reversão espectral (PIFER; COSTA, 2022).

Esses trabalhos eram um indicativo de que os fenômenos de emissão e absorção eram devidos a uma espécie de ressonância entre a radiação e os átomos de uma substância e que os átomos comportavam uma estrutura. Segundo James Clerk Maxwell:

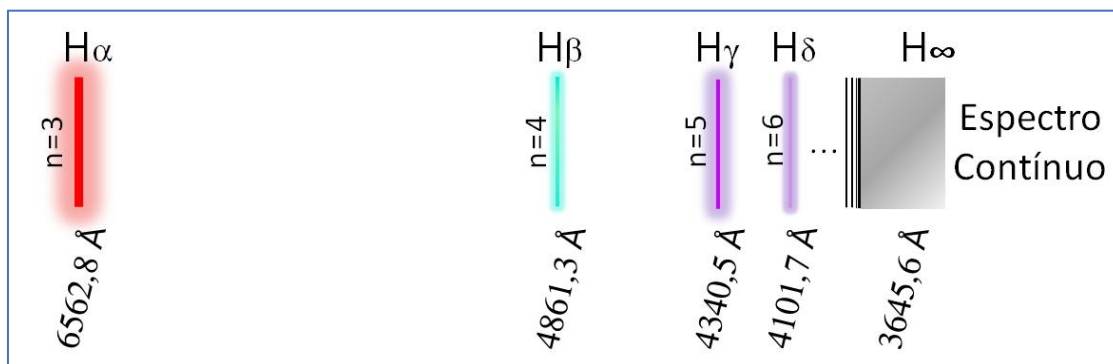
“(...) foram essas observações que primeiro levaram à conclusão de que o espectro implicava que os átomos tivessem estrutura, ou seja, fossem um sistema capaz de executar movimentos internos de vibração”. (CARUSO; OGURI, 2016)

Um padrão numérico para o Espectro do átomo de hidrogênio

O ponto de partida para que se chegasse a uma teoria que relacionasse a estrutura do átomo com os fenômenos de emissão e absorção, se deu com o estudo do espectro de emissão do átomo de hidrogênio. Uma vez que, sendo esse átomo o mais simples da natureza, também fornece o espectro mais simples. E assim, entre os anos de

1852 e 1853, o físico e astrônomo Anders Jöns Ångström conseguiu observar e medir os comprimentos de onda de quatro linhas do espectro de emissão do átomo de hidrogênio, na região do visível e ultravioleta próximo.

Figura 8- Representação do Espectro de emissão do átomo de Hidrogênio. Em destaque as quatro linhas observadas por Ångström e o limite de 3645,6 Å, do espectro contínuo.



Fonte: Elaborada pelo Autor.

Mas foi preciso esperar mais de três décadas, até que um professor de Matemática e Latim do ensino médio, Johann Jakob Balmer, apresentasse uma fórmula capaz de descrever esses comprimentos de onda. E isso se deu graças ao incentivo de um colega, o físico Eduard Hagenbach-Bischoff, pois sabendo que Balmer acreditava na existência de uma relação harmoniosa da natureza e que procurava descrevê-la numericamente, então o aconselhou a investigar a regularidade do espectro luminoso do átomo de hidrogênio, de modo a descobrir alguma relação numérica de suas linhas. Desse modo, baseando-se nas quatro linhas espectrais medidas por Ångström, Balmer, em 1885, apresentou a seguinte fórmula:

$$\lambda = 3645,6 \frac{n^2}{n^2 - 4} \cdot \quad (1) \quad (n = 3, 4, 5, 6).$$

Essa fórmula que ficou conhecida como fórmula de Balmer, foi elaborada de modo empírico, sem nenhuma base conceitual física, por um possível método de “tentativa e erro”, e forneceu os comprimentos de onda (aqui na unidade de angstrom 2), para as quatro linhas 3 do espectro do átomo de hidrogênio conhecidas na época, com uma precisão superior de uma parte em mil.

Balmer acreditava que sua fórmula fosse um caso particular de uma expressão mais geral que pudesse descrever o espectro para outros elementos. E com isso houve uma busca para que se encontrasse uma fórmula capaz desse feito. Assim, em 1890, o físico Johannes Robert Rydberg reescreveu a fórmula de Balmer, em função do inverso do comprimento de onda, chamado de número de onda (k),

A fórmula de Rydberg é usualmente descrita na literatura como,

$$k = \frac{1}{\lambda} = R \left(\frac{1}{2^2} - \frac{1}{n^2} \right) \quad (2) \quad (n = 3, 4, 5, \dots),$$

sendo “R”, uma constante denominada de constante de Rydberg, seu valor varia ligeiramente de forma regular, de elemento para elemento. No caso do átomo de hidrogênio, usualmente descrita como R_H , seu valor é,

$$R_H = 1,096776 \times 10^7 \text{ m}^{-1},$$

e para átomos mais pesados a constante tende a uma valor limite de,

$$R = 1,097373 \times 10^7 \text{ m}^{-1}.$$

E em 1896, Rydberg e em 1897, o físico Franz Arthur Friedrich Schuster, de forma independente, mostraram a convergência da frequência de diferentes linhas espectrais de uma mesma substância. Este resultado ficou conhecido como a lei de Rydberg- Schuster, sendo sua formulação representada atualmente como (BASSALO; FARIAS, 2014).

$$\frac{1}{\lambda} = R_H \left(\frac{1}{m^2} - \frac{1}{n^2} \right). \quad (3) \quad (n > m).$$

Em 1908, o matemático e físico Walter Ritz enuncia o princípio da combinação, segundo o qual a frequência de uma determinada linha do espectro de qualquer átomo pode ser descrita como a soma algébrica das frequências de duas outras linhas quaisquer do mesmo espectro, ou seja,

$$\nu_{nm} = \nu_{nl} + \nu_{lm},$$

sendo $n > l > m$, índices que acompanham a frequência “ ν ” (lê-se “ni”), sendo essa, uma grandeza inversamente proporcional ao comprimento de onda,

$$\nu = \frac{c}{\lambda},$$

com “c”, a velocidade da luz.

Nesse mesmo ano, o físico Louis Heinrich Friedrich Paschen, observou algumas linhas espectrais do átomo de hidrogênio, na região do infravermelho, cuja existência já havia sido suspeita por Ritz (UFRGS). Assim, houve por parte de outros pesquisadores um interesse em investigar o espectro do hidrogênio, que então descobriram outras

linhas na região o infravermelho e do ultravioleta, como foi o caso dos físicos, Theodore Lyman, Frederick Sumner Brackett e August Herman Pfund.

O quadro a seguir ilustra as regiões do espectro, conhecida também por Série, acompanhada do nome de cada pesquisador, o ano da descoberta, e os valores para os índices m e n da equação de Rydberg- Schuster (Eq. (3)), para os comprimentos de onda (CARUSO; OGURI, 2006).

Tabela1- A séries dos espectros do átomo de hidrogênio, e os respectivos índices correspondentes da equação de Rydberg- Schuster.

Série	Região do Espectro	m	n	ano
Lyman	Ultravioleta	1	2,3,...	1906-14
Balmer	Ultravioleta e Visível	2	3,4,...	1885
Paschen	Infravermelho	3	4,5,...	1908
Brackett	Infravermelho	4	5,6,...	1922
Pfund	Infravermelho	5	6,7,...	1924

Fonte: Adaptada de (Caruso; Oguri, 2016).

Assim, como descrito, a fórmula de Balmer e as suas generalizações foram apresentadas sem uma base conceitual física, mas foi em 1913 que Niels Bohr, munido da teoria da quantização da energia, apresentou de modo satisfatório um modelo para o átomo de Hidrogênio, relacionando à sua estrutura, os fenômenos de emissão e absorção da radiação, encontrando assim uma explicação física para esses efeitos.

O triunfo do Átomo

A concepção de que a matéria é constituída por átomos tem sua origem no século V a.C., na Grécia, com Leucipo 4 e seu discípulo Demócrito de Abdera, ao presumirem que a natureza é formada por inúmeras partículas indivisíveis em movimento perpétuo (os átomos) e por vazio. Posteriormente, essa ideia foi retomada por Epicuro de Samos, mas negada por Aristóteles, um dos pensadores mais influentes da história ocidental, tendo sua obra dominada a vida intelectual europeia entre os séculos XIII e XVII.

Contudo, a ideia de átomo é retomada graças a um manuscrito do poeta e filósofo romano, do século I a.C., Tito Lucrécio Caro, intitulado, De rerum natura (Sobre a natureza das coisas), encontrado em 1417, onde expõe a filosofia de Epicuro. Essa obra descreve, em forma de poema, a relação da Natureza com o atomismo e que tudo poderia ser reduzido em átomos e vazio. E outro aspecto importante que é apresentado, é a defesa em favor da verdade científica.

Mas foi preciso esperar por quase 400 anos, até quem em 1808, a primeira teoria atômica científica acontecesse. E isso se deu por intermédio do químico John Dalton ao explicar uma série de fenômenos químicos. E baseando-se em experimentos, apresentou uma série de postulados, entre eles:

- Todo elemento químico é composto de pequenas partículas, denominadas átomos;
- Um elemento químico é um conjunto de átomos com as mesmas propriedades (tamanho e massa);
- Átomos de um mesmo elemento químico tem a mesma propriedade;
- Átomos de elementos químicos diferentes têm propriedades diferentes.

E em seu trabalho Dalton não menciona uma estrutura elétrica para o átomo. Mas isso vem acontecer em 1904, com Thomson (que alguns anos antes descobrira o elétron), ao propor um modelo para o átomo que consistia em um fluido de carga positiva, contendo a maior parte da massa, e com elétrons em movimento ordenado em seu interior, e distribuídos em uma configuração simétrica.

Cabe aqui uma importante observação; o modelo de átomo denominado plum pudding, o qual é traduzido para o português como modelo do “pudim de ameixas” ou “pudim de passas”, como também é conhecido, e amplamente difundido na literatura, no qual os elétrons estariam incrustados em um fluido com carga positiva, não é uma realidade! Não condiz com seu artigo original (Thomson, 1904).

No mesmo ano da publicação do trabalho de Thomson, o físico Hantaro Nagoaka propôs um modelo de átomo nucleado, que consistia em elétrons girando como anéis em torno de um núcleo central carregado positivamente. Este modelo ficou conhecido como modelo saturniano, em menção ao planeta Saturno.

Em 1911, o físico Ernest Rutherford, aperfeiçoou o modelo de Nagoaka, em um experimento que contou com a colaboração do físico Hans Geiger e do aluno de graduação, na época, Ernest Marsden. Nesse experimento, Rutherford bombardeou com partículas α (lê-se “alfa”), a partir de uma fonte de material radioativo 5, uma finíssima folha de ouro, que deveriam ser atravessadas, atingindo uma chapa banhada com sulfeto de zinco, um material fluorescente que cintilava ao ser atingido por essas partículas. Observaram então que a maioria dessas partículas atravessa essa folha de ouro, como era previsto, mas uma pequena parte eram defletidas, algumas com ângulos maiores que 90°. Em outras palavras, as partículas eram ricocheteadas.

Mediante todas as observações e cálculos realizados, Rutherford e seus colaboradores propuseram um modelo em que o átomo era constituído por uma carga central, contendo praticamente toda a massa do átomo, que por convenção escolheu essa carga como sendo positiva, cercada radialmente por elétrons, com carga oposta, e que ocupavam regiões estáveis. E dentre as mensurações feitas, estimou-se que o raio do núcleo era da ordem de 10-14 m, e que os elétrons localizavam-se a uma distância 10.000 vezes maior que o núcleo.

Apesar dessa inovação, esse modelo, assim como o de Thomson, falhava ao explicar a estabilidade do átomo, pois de acordo com a Eletrodinâmica Clássica, toda a carga elétrica em movimento acelerado emite radiação. Com isso, a previsão era de que com a emissão de radiação, os elétrons deveriam perder energia, fazendo com que o raio de suas órbitas diminuísse, até se colapsarem. Outra previsão era que o espectro de

emissão da radiação deveria ser contínuo, pois a mediada que a órbita diminuísse, a frequência de rotação dos elétrons aumentaria, irradiando assim, um espectro contínuo com frequências cada vez maiores (ou comprimentos de onda cada vez menores). Mas o que se observava era um espectro discreto.

O Átomo de Bohr, e a consagração do átomo e da espectroscopia.

A solução para a estabilidade do átomo foi apresentado por Niels Bohr em seu artigo publicado em 1913, “Sobre a Constituição de Átomos e Moléculas”, onde utilizou a quantização de energia, proposta pelo físico Max Planck, para a descrição do modelo atômico. O seu trabalho descreveu satisfatoriamente alguns fenômenos atômicos e pode ser sintetizado em dois postulados:

Os elétrons se movem em órbitas bem definidas, com energias $\varepsilon_1, \varepsilon_2, \varepsilon_3, \dots$, sem irradiar energia, o qual Bohr chamou de órbitas estacionárias (ou estado estacionário, como também é conhecido).

Os átomos irradiam (ou absorvem) energia quando um elétron sofre uma transição de uma órbita estacionária para outra. E a frequência da radiação, emitida (ou absorvida), está relacionada com a energia das órbitas.

Essa frequência da radiação emitida ou absorvida pelo átomo, em uma transição eletrônica, de um estado inicial (ε_i) para um estado final (ε_f) é dada por:

$$\nu = \frac{|\varepsilon_f - \varepsilon_i|}{h},$$

sendo h , a constante de Planck. O módulo que aparece na equação informa que o valor para a frequência da radiação tem sempre um valor positivo. Pois quando o átomo absorve radiação, o elétron “salta” de um nível energético menor, para um maior, ($\varepsilon_f - \varepsilon_i > 0$). Quando emite radiação, o elétron “salta” de um nível maior para o menor ($\varepsilon_f - \varepsilon_i < 0$).

Cabem aqui importantes observações:

A energia emitida, ou absorvida pelo átomo é a energia de um fóton (partícula de luz), e seu valor é igual a:

$$\varepsilon = h\nu.$$

Quando dizemos que o elétron “salta”, não quer dizer que ele caminha de uma órbita para outra. Não há uma trajetória, e essa é uma das peculiaridades da mecânica quântica.

O trabalho de Bohr também explicou a existência das linhas espectrais. Está implícito em seu trabalho uma série de outras hipóteses, que podem ser resumidas:

Os átomos produzem linhas espectrais, uma de cada vez;

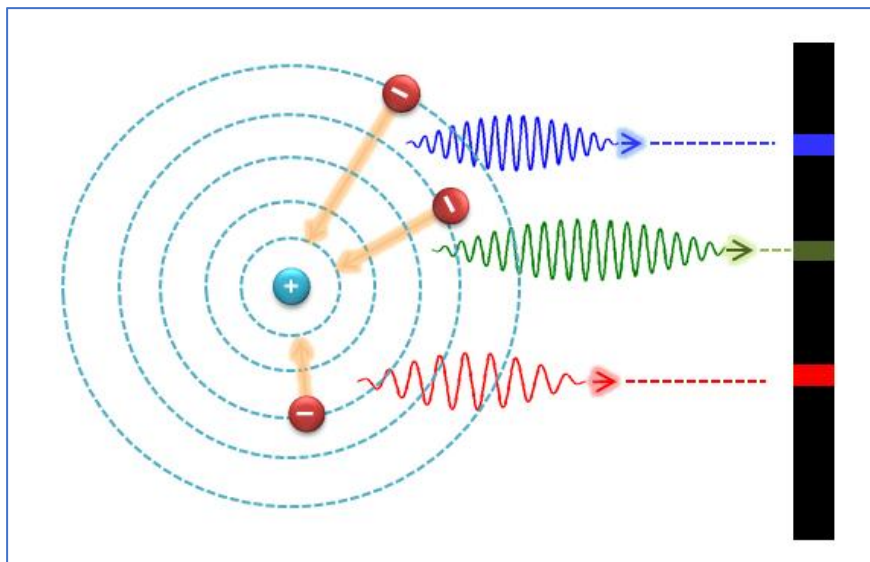
A produção dos espectros atômicos é um fenômeno quântico.

O elétron é o agente dessa transição, mas é o átomo que absorve ou emite radiação.

Dois estados distintos do átomo estão envolvidos na produção de uma linha espectral.

A relação $\varepsilon = h\nu$, correlacionando a energia e a frequência da radiação, é válida tanto para a emissão, como para a absorção.

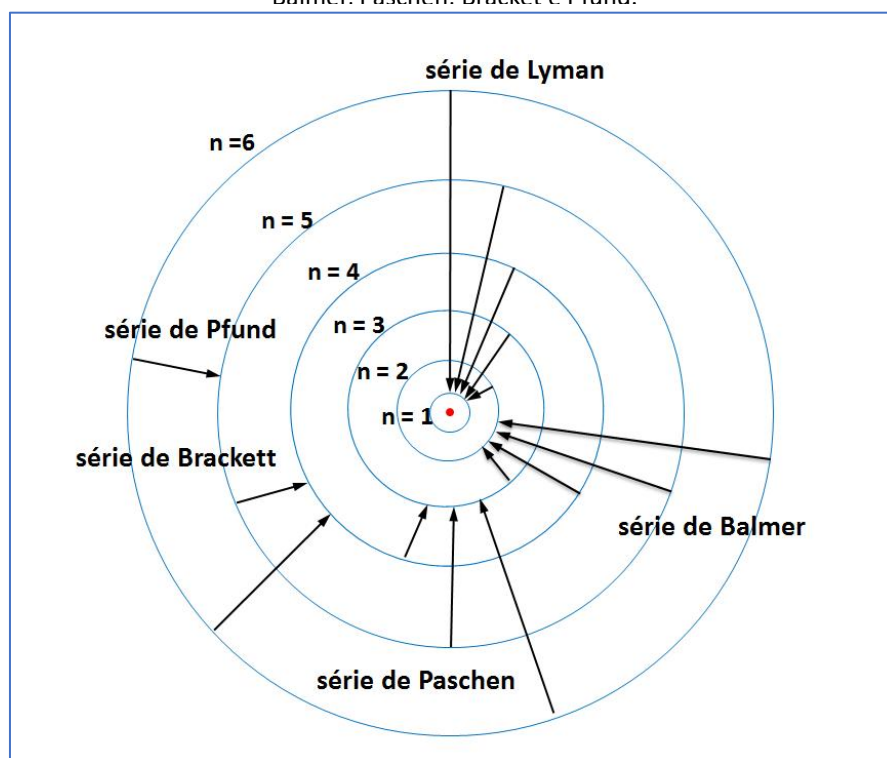
Figura 10 - Ilustração do átomo de Bohr em que os elétrons “saltam” de uma órbita estacionária para outra, emitindo radiação e formando um espectro discreto.



Fonte: Elaborada pelo Autor.

Em seu trabalho, Bohr conseguiu explicar os espectros de emissão e chegar à mesma formulação proposta por Rydberg [Eq. (3)], utilizando uma fundamentação física, e não de uma maneira especulativa, como feita antes. E assim, também conseguiu explicar as séries de Lyman, Balmer, Paschen, Brackett e Pfund, mostradas na Tabela 1, como sendo transições eletrônicas do átomo de hidrogênio, conforme ilustrada na figura a seguir:

Figura 11- Representação, em um átomo de hidrogênio, as séries de Lyman, Balmer, Paschen, Brackett e Pfund.



Fonte: Adaptado de <<http://astro.if.ufrgs.br/rad/espec/espec.htm>>.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Esse trabalho descreveu a origem da espectroscopia, sua formulação, e sua consolidação, quando associada ao modelo atômico proposto por Bohr. E por outro lado, de modo sucinto, também foi descrito a origem do conceito de átomo, desde a antiguidade, momento em que pertencia ao campo da filosofia, até o século XX, quando sua existência que ainda era questionada, só passou a ser aceita por toda a comunidade científica, quando a ele foi associado o conceito da espectroscopia.

E como é decorrente no campo científico, teorias que se originaram em momentos diferentes e conceitualmente independentes, se encontram e assim elevam a ciência a um novo patamar. E o que se propôs aqui foi justamente mostrar uma dessas confluências, com o devido cuidado de acrescentar fatos históricos (com as devidas referências), e que muitas vezes são suprimidos ou que divergem da maioria dos textos encontrados na literatura. Como exemplos, foi que a primeira teoria de luz e cores é anterior aos trabalhos de Newton; e que o modelo de átomo, conhecido como “pudim de ameixas” ou “pudim de passas”, nunca existiu. Modelo esse que ainda é amplamente difundida na literatura, desde o nível fundamental ao nível universitário, como sendo formulada por Thomson.

E assim, o objetivo maior desse trabalho, é que ele possa ser lido e analisado por aqueles que buscam a origem dos fatos e simplesmente não só reproduzam o que julgam estar consolidado. E que o texto também possa servir aos docentes e discentes, dando

uma nova perspectiva histórica dos acontecimentos, de modo a serem difundidos nas salas de aula, ou por outros meios de comunicação. Contudo não posso deixar de agradecer ao professor Francisco Caruso, pela atenção dada, e que em nossas conversas por e-mail e whatsapp sanou algumas de minhas dúvidas. Sendo ele um dos autores do livro de Física Moderna (CARUSO; OGURI, 2016), livro esse que me inspirou a escrever esse trabalho.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BASSALO, J. M. A Dispersão da Luz e as Séries (Raias) Espectrais. Seara da Ciência – Curiosidades da Física. Disponível em: <<https://seara.ufc.br/wpcontent/uploads/2019/03/folcllore67.pdf>>. Acesso em 14 jul. 2023.

BASSALO, J. M.; FARIAS, R. F. A Dispersão da Luz e as Séries (Raias) Espectrais. História da Química 01, v. 09, n. 02, p. 93-98, jul-dez. 2014. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/291334521_A_Dispersao_da_Luz_e_as_Series_Espectrais>. Acesso em 14 jul. 2023.

CARUSO, F.; OGURI, V. Física Moderna – Origens Clássicas e Fundamentos Quânticos. 2.^a ed. Rio de Janeiro: Editora LTC, 2016.

COLZATO, M. Fundamentos de espectrometria de emissão óptica com plasmas indutivamente acoplado (ICP OES). Central Multiusuário de Análises Ambientais – ESALQ/USP. Disponível em: <<https://cmaa.esalq.usp.br/fundamentos-icp-oes/>>. Acesso em 14 jul. 2023.

EISBERG, R. ; RESNICK, R. Física Quântica – Átomos Moléculas, Sólidos, Núcleos e Partículas. 35.^a tiragem. Rio de Janeiro: Editora: Elsevier, 1979.

GARBER, M.D. Chymical Wonder of Light: J. Marcus Marci's Seventeenth-Century Bohemian Optics. Early Science and Medicine, v. 10, n° 4 (2005), p. 478-509. 2005. Disponível em: <<https://www.jstor.org/stable/4130419>>. Acesso em 14 jul. 2023.

GRACETTO, A. C.; HIOKA N.; FILHO, O. S. Combustão Chamas e Teste de Combustão para Cátions: Proposta de Experimento. Nova Química na Escola. Sociedade Brasileira de Química – Divisão de Ensino de Química. N. 23, p. 43-48, mai. 2006. Disponível em: <<http://qnesc.sbq.org.br/online/qnesc23/a11.pdf>>. Acesso em 14 jul. 2023.

IFSC. Espectroscopia Óptica. Laboratório de Óptica: Espectroscopia– Universidade de São Paulo – Instituto e Física de São Carlos. Disponível em: <https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/97390/mod_resource/content/1/09%20Espectroscopia_mfc_ERdA.pdf>. Acesso em 14 jul. 2023.

LOPES, C. V. M. Modelos atômicos no início do século XX: da física clássica à introdução da teoria quântica. 2009. Tese (Doutorado em História da Ciência). Pontifícia Universidade Católica de São Paulo PUC-SP. São Paulo, 2011. Disponível em: <<https://repositorio.pucsp.br/bitstream/handle/13442/1/Cesar%20Valmor%20Machado%20Lopes.pdf>>. Acesso em 14 jul. 2023.

NEWTON, Isaac. Óptica. Tradução, introdução e notas André Koch Torres de Assis. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, 1996.

PIFER, A.; COSTA, L. C. Contextualização histórica do trabalho de Kirchhoff sobre as linhas de Fraunhofer. IV SIMÓSIO PEHCM UFABC, 2022. Universidade Federal do ABC. Disponível em: <<https://doity.com.br/media/doity/submissoes/artigo-b4d405b349ab9bc7677fa011ac22d732a845d29b-arquivo.pdf>>. Acesso em 14 jul. 2023.

THOMSON, J. J. On the Structure of the Atom: an Investigation of the Stability and Periods of Oscillation of a number of Corpuscles arranged at equal intervals around the Circunference of a Circle; with Application of the results to the Teory of Atomic Structure. Phil. Mag. S. 6, v. 7, nº. 39. mar. 1904.

UFRGS. A História do Modelo de Bohr, Disponível em: <https://www.if.ufrgs.br/tex/fis142/fismod/mod06/m_s04.html>. Acesso em 14 jul. 2023.

Correspondência:

Yuri Alexandrovish Barbosa

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8865-8285>.

Lattes: <http://lattes.cnpq.br/2973227801946479>.

Doutor em Física pela Universidade de São Paulo, atua como professor na Universidade Federal de Mato Grosso (UFMT), no Câmpus Universitário de Sinop, lotado no Instituto de Ciências Naturais, Humanas e Sociais. Realiza estudos na área de História da Ciência, além de trabalhar na área de divulgação científica, ministrando palestras com temas relacionados à Astronomia, junto às escolas do Ensino Fundamental, Médio e na própria Universidade. Endereço para correspondência: UFMT/ ICNHS/ Av. Alexandre Ferronato, 1200 – Residencial Cidade Jardim, Sinop. CEP: 78.550-728. e-mail: yurisolar@gmail.com.

TERMOLOGIA: uma reflexão envolvendo aspectos históricos, experimentação e problematização

LUANA SOUZA FERREIRA¹, ROSELI ADRIANA BLÜMKE FEISTEL²

¹Colégio Adventista de Sinop

²Universidade Federal de Mato Grosso

RESUMO

O estudo da Termologia oportuniza compreender muitos fenômenos físicos que ocorrem no cotidiano e que estão presentes na vida e nas mais diversas atividades desenvolvidas pelo ser humano. Diante disso, o presente trabalho visa apresentar algumas reflexões, por meio de um estudo teórico, de abordagem qualitativa, acerca do processo de ensino e aprendizagem de conceitos físicos de Termologia, envolvendo aspectos históricos, experimentação e problematização do conhecimento. São explanados aspectos históricos que envolvem o estudo do calor e fenômenos térmicos, considerando os marcos de conhecimento que fizeram parte do desenvolvimento desta área da Física buscando evidenciar a relevância da história da Termologia ao longo do tempo. Além disso, ressalta-se a importância da experimentação, enfatizando o desenvolvimento de experimentos de baixo custo e voltados ao contexto vivenciado pelo aluno que demonstram os fenômenos do dia a dia. Também, destaca-se a problematização e a dinâmica de ensino dos Três Momentos Pedagógicos e suas contribuições para o ensino de Física. Acredita-se que a prática da experimentação juntamente com a história da Ciência e a problematização do conhecimento podem trazer contribuições para os alunos no sentido de identificar e entender os fenômenos físicos presentes no cotidiano, motivando-os para o estudo da Física.

Palavras-chave: Ensino de Física. Ensino Médio. Experimentação. História da Ciência. Problematização.

INTRODUÇÃO

A Termologia é o ramo da Física que estuda os fenômenos que envolvem calor, temperatura, estudo térmico dos gases, dilatação, transferência de calor, equilíbrio térmico, entre outros. Segundo o Michaelis Dicionário Brasileiro da Língua Portuguesa (2015), a etimologia da palavra Termologia tem sua origem do Grego Thermos, “calor”, mais Logos, “estudo, tratado”, referindo-se, assim, ao estudo do calor.

Há registros do estudo da Termologia desde as primeiras civilizações, o que justifica o fato de ser uma área de conhecimento muito estudada e aplicada (ARAGÃO, 2006). Quando os fenômenos físicos relativos à Termologia são estudados há, muitas vezes, a percepção de que esses conhecimentos não acontecem no dia a dia. Todavia, com o auxílio da experimentação é possível uma melhor compreensão e aplicação dos conceitos físicos.

Considera-se importante que os conceitos físicos sejam identificados e aplicados no dia a dia, uma vez que muitos objetos de estudo passam despercebidos aos olhos humanos, talvez pela ausência de reconhecer e compreender a aplicação destes conceitos. A Física está presente no dia a dia em inúmeras ações que são realizadas e, nesta perspectiva, a experimentação e a problematização podem contribuir para “abrir os olhos” para os objetos de estudo existentes no cotidiano.

Na compreensão de Medeiros e Bezerra Filho (2000), a construção histórica dos conhecimentos científicos vem sendo colocada como algo essencial para o processo de ensino e aprendizagem da Física. Para os autores, é importante que a história da Física seja inserida durante todo o processo de ensino e aprendizagem, visto que a Física não deve ser ensinada como um processo pronto, acabado e inquestionável, mas, sim, como um processo oriundo da construção humana.

O ensino de Física continua sendo permeado por inúmeros aspectos, a exemplo da fragmentação e matematização do conhecimento. Todavia, é possível observar que, cada vez mais os professores e as escolas têm buscado alternativas para a melhoria do ensino. Além disso, estudiosos e pesquisadores vêm investindo em pesquisas voltadas ao processo de ensino e aprendizagem de Física, buscando novas estratégias e ferramentas que contribuam, como a história da Ciência, a experimentação e a problematização (SARAIVA-NEVES; CABALLERO; MOREIRA, 2006; DELIZOICOV, 2012).

Sob tais discussões, a questão que se busca responder no decorrer deste estudo é: “Como contribuir para o processo de ensino e aprendizagem de Física acerca do estudo de conceitos relacionados à Termologia vivenciados no cotidiano?”. Sendo assim, o presente estudo busca promover reflexões acerca da Termologia, envolvendo a experimentação, aspectos históricos e a problematização, a fim de propiciar ao aluno à percepção de que os objetos de estudo da Física estão presentes no cotidiano.

ASPECTOS METODOLÓGICOS

A pesquisa configura-se como qualitativa (LÜDKE; ANDRÉ, 1986; MINAYO, 2001). Para Goldemberg (1997), a pesquisa qualitativa não se preocupa com representatividade numérica, mas, sim, com o aprofundamento da compreensão de um grupo social, de uma organização etc. Para o autor, o objetivo da amostra é de produzir informações aprofundadas e ilustrativas: seja ela pequena ou grande, o que importa é que ela seja capaz de produzir novas informações.

Nessa direção, dentre as características da pesquisa qualitativa, Lüdke e André (1986) sinalizam que a preocupação com o processo é maior do que com o produto, o significado dos dados é foco de atenção e o processo de análise dos dados ocorre de maneira indutiva.

Assim, inicialmente explana-se a história da Termologia, evidenciando alguns teóricos, os marcos de conhecimentos que fizeram parte do desenvolvimento da Termologia, entre outros aspectos. Na sequência, apresenta-se a importância da experimentação, enfatizando o desenvolvimento de experimentos de baixo custo e voltados ao contexto vivenciado pelo aluno que demonstram os fenômenos do dia a dia. E, por fim, destaca-se a relevância da problematização e da dinâmica de ensino dos Três Momentos Pedagógicos no ensino de Física.

TERMOLOGIA: ASPECTOS HISTÓRICOS

É notório que os alunos possuem dificuldades em compreender conceitos físicos e, por isso, não é possível “fechar os olhos” para essa situação que, além de complexa, faz parte da realidade do Ensino Médio. Os conhecimentos físicos partem de sistemas, fenômenos, conceitos, e há realmente uma certa complexidade nesta disciplina.

Segundo Robilotta (1988, p. 9), “ao tratarmos de modo simplificado um corpo de conhecimento que é muito complicado e repleto de sutilezas, podemos acabar por fazer com que ele se torne ininteligível aos estudantes”. De acordo com esse pensamento, trabalhar um conceito de maneira isolada é favorecer que os alunos encontrem situações de dificuldades.

Assim, os alunos são mantidos imobilizados em suas classes, despejando-se, aula após aula, conceitos e equações matemáticas, na maioria das vezes totalmente desvinculados do contexto no qual surgiram. Não se questiona, com muita frequência, se tudo aquilo tem algum significado para o aluno; afinal, aquilo é a Física, o grande bicho papão do Ensino Médio (HÜLSENDEGER, 2007, p. 3, grifo do autor).

As incertezas, erros, tentativas e falhas existem na Ciência, isso faz parte do processo da construção do conhecimento. Apresentar o conteúdo considerando o seu desenvolvimento histórico permite desconstruir o pensamento de que a Ciência é algo pronto, levando o aluno a compreender, inclusive, que a correção de erros pode levá-lo ao conhecimento desejado.

Dentre essas discussões, abordar o contexto histórico englobando o conceito a ser estudado para facilitar o processo de ensino e aprendizagem pode ser desafiador. Na concepção de Hülsendeger (2007), fazer uma abordagem do conceito histórico pode apresentar algumas dificuldades, pois é possível que exista certa resistência por parte de alunos e professores que, por vezes, ainda podem vir a enxergar separadamente a história e a Física.

Acrescentando a essa dificuldade, há as percepções e concepções de professores que irão trabalhar o conhecimento, visto que em alguns casos podem não ter a compreensão correta do estudo dos conceitos na prática sendo, assim, mais uma barreira para o processo de ensino e aprendizagem.

Todo professor constrói significados da prática docente durante sua formação ou mesmo antes de definir-se profissionalmente, pelos exemplos dos seus mestres. Também constrói outros significados que resultam de experiências continuadas sobre os mais variados aspectos presentes num currículo, como conteúdos, habilidades, metodologia e critérios (BORGES, 2000, p. 216-217).

A necessidade de os professores continuarem se aperfeiçoando é importante, uma vez que com conhecimento e experiência as perspectivas e compreensões se alteram podendo ocorrer significativas contribuições ao processo de ensino e aprendizagem.

Importância da história da Termologia

a história da civilização dos gregos, na Antiguidade, haviam debates em relação a natureza do calor, conceituando-o como um fluido, ou como resultado de vibrações de partículas dos corpos (PIETROCOLA, 2016).

Segundo alguns estudiosos, entre os séculos XVII e XVIII houve um movimento entre os cientistas para saber sobre a origem do calor (PARANÁ, 1999). Segundo o autor, os trabalhos mais significativos foram apontados por Joseph Black (1728-1799) e Benjamin Thompson (1753-1814), que tornou-se Conde Rumford da Baviera.

Para Prado e Carneiro (2018), a Teoria do Flogisto de George Stahl defendia a ideia de que todos os materiais combustíveis liberavam uma substância denominada como Flogisto enquanto queimava, responsável pela combustão e ferrugem. Nesta teoria, quando o material parava de queimar indicava que o Flogisto havia acabado.

Havia também a Teoria do Calórico que conceituava o calor como sendo uma substância que fluía entre os corpos quentes para os frios. Sob a ótica de Aragão (2006), Joseph Black acreditava que o calórico era uma substância que fluía entre os corpos quentes para os frios, sem peso, indestrutível, capaz de penetrar em todos os corpos. Sobre a afirmação do calórico ter peso ou não causou muita polêmica (ARAGÃO, 2006).

As discussões duraram anos, aproximadamente até a segunda metade do século XIX, quando Francis Bacon e Robert Hooke determinaram que o calor estava associado as vibrações das partículas. Em 1798, Benjamin Thompson (Conde Rumford da Baviera) mediu a massa dos corpos frios e quentes e não constatou diferença de massa.

No século XVIII, Thompson analisou o aquecimento de canhão, pois trabalhava em uma fábrica de canhões e passou a verificar que toda vez que se perfurava um bloco de ferro para fazer o canal por onde uma bala passaria, havia um brutal aumento de temperatura. Nestes casos, não havia outro corpo para gerar calor, assim chegaram a conclusão de que o calor não precisaria de outro móvel que não gela, que o calor devia ser uma forma de movimento.

Mesmo com todos os estudos, “o calor como uma forma de movimento, ainda se passaram cerca de cinquenta anos até que a teoria do calórico fosse finalmente abandonada e a teoria alternativa, ou seja, a teoria dinâmica, fosse aceita, como correta” (ARAGÃO, 2006, p. 45). A teoria dinâmica aponta que há uma equivalência entre o calor e trabalho, podendo ser convertidos um no outro.

Conceituando calor como energia transferida de um corpo para outro, os estudiosos da Física passaram a definir outros conceitos em relação à este fenômeno, como: calor latente, calor específico, entre outros.

A termometria estudada por Joseph Black em experiências sobre a fusão do gelo descobriu o calor latente, e compreendeu que a capacidade térmica é a quantidade de energia/calor necessária (de ceder ou absorver) para elevar a temperatura de determinada substância em 1°C. Black nasceu em 16 de abril de 1728 na França, em Bordeaux, e faleceu em 06 de dezembro de 1799. Sua família trabalhava comercializando vinho quando retornaram para a Escócia, onde estudou Física, Química e Medicina.

Este cientista fez a distinção entre temperatura e calor, observando que alguns materiais de massas e temperaturas iguais precisavam de medidas de calor diferentes para atingir a mesma temperatura. Por exemplo, uma quantidade de calor necessária para aquecer a água e mercúrio a determinada temperatura eram diferentes. Na tentativa de descobrir como e porque ocorria este evento, ele variou seu experimento em diferentes quantidades de temperatura, água e mercúrio. Com os experimentos, Black verificou que para elevar a temperatura a 25 graus, de dois volumes de água era

necessário a mesma quantidade de calor para elevar três volumes de mercúrio a mesma temperatura. Com isso, o cientista concluiu que o mercúrio responde mais ao calor quanto comparado com a água, ou seja, há uma diferença entre a quantidade de calor e temperatura.

No ano de 1761, Joseph Black dedicou seu tempo para os estudos de transformações de fases da água, de sólido para líquido e de líquido para gasoso. Os estudos ocorreram na Escócia, na Universidade de Glasgow, onde desenvolveu a Teoria de Calor Latente. Em seu experimento, ele aplicou calor em uma pedra de gelo e, assim, notou que uma pequena quantidade de calor não era suficiente para o gelo elevar a temperatura e derreter. Percebeu também que era quando a água mudava de fase que o valor do calor era alterado, mas a temperatura não aumentava até que não mudava o seu estado físico. Black chamou a quantidade de calor envolvida na mudança de estado, de Calor Latente. Dessa maneira, se propagou o conhecimento de que quando se aplica calor no gelo, o processo de derretimento aumenta, porém, sua temperatura permanece a mesma até a mudança total de fase. Além disso, percebeu que quando é aplicado calor na água que está em ebulição, aumenta o vapor produzido, mas não aumenta a temperatura.

Para os seus experimentos, Joseph Black já tinha um instrumento desenvolvido e aprimorado há anos atrás, chamado termômetro. Um dos primeiros a construir um termômetro foi Galileu Galilei, nascido na Itália, em Pisa, em 15 de fevereiro de 1564. Galileu foi um astrônomo brilhante, com estudos avançados para a sua época, porém infelizmente passou os últimos tempos de sua vida sozinho e estudando e o seu reconhecimento veio anos após sua morte. Quando estava em Florença no ano de 1593, Galileu desenvolveu o primeiro termômetro em uma coluna de vidro, contendo água e álcool. No interior do vidro ele colocou “bolhas” de vidro coloridas de volumes diferentes com etiqueta metálica descrevendo a temperatura de cada uma. A etiqueta funcionou como um contrapeso para que as densidades das esferas fossem iguais. Conforme a temperatura do ambiente externo subia a água atingia a mesma temperatura, por equilíbrio térmico, fazendo com que a densidade variasse também. Neste momento, as esferas com densidades diferentes variam de posição, pela força de empuxo, indicando a temperatura do ambiente após certo tempo (pois é necessário um período para ocorrer o equilíbrio térmico).

A primeira menção de termômetro líquido foi revelada em 1632, pelo médico francês Jean Rey. Atualmente existem diversos tipos de termômetros, a saber: termômetro clínico, termômetro de cristal líquido, termômetro a álcool, termômetro de máxima e mínima, termômetro a gás, termômetros de radiação, termômetro digital, dentre outros.

Em 1714, Daniel Gabriel Fahrenheit, nascido na cidade alemã de Danzig, hoje Gdansk na Polônia, em 24 de maio de 1686, inventou o “termômetro por dilatação do mercúrio” e a “Escala Fahrenheit”. Fahrenheit era filho de mercadores e foi educado para continuar o ofício, viajando pela Grã-Bretanha e, posteriormente, pela Holanda, onde ficou boa parte de sua vida. Em Amsterdã, deixou o comércio e despertou seu interesse pela Física. Ele teve a orientação do físico holandês Willem Jacob’s Gravesande, dedicando-se à Física Experimental e a fabricação de termômetros e outros instrumentos de medida que envolviam a busca por precisão. Destacou-se por utilizar o mercúrio no lugar do álcool na confecção dos instrumentos. A grande ênfase em seus

trabalhos foi a criação da Escala de Fahrenheit, onde determinou que o gelo se funde a 32°F e entra em fervura em 212°F. Esta escala de 180 graus é utilizada nos Estados Unidos, e outros países de língua inglesa. Infelizmente, Fahrenheit faleceu no ano de 1736 por intoxicação com o mercúrio.

A segunda escala publicada foi a invenção do termômetro centígrado de Celsius em 1742. Anders Celsius nasceu e morreu na cidade de Uppsala, na Suécia. Ele foi professor de Astronomia da Universidade de Uppsala, fez inúmeras observações a auroras boreais, trabalhou no Observatório Astronômico de sua cidade e seu maior feito foi a Escala Celsius. Para a confecção da escala ele utilizou o ponto de fusão e ebulição da água como 0 e 100, respectivamente. Sendo assim, a escala é dividida em 100 graus. Seguindo a mesma configuração de 100 graus, o cientista Lord Kelvin, estudando o comportamento dos gases, publicou uma nova definição de escala, conhecida como Escala Kelvin. O estudioso William Thomson nasceu em Belfast, capital da Irlanda do Norte, no ano de 1824, estudou na Universidade de Glasgow e publicou mais de 600 artigos durante sua vida nas áreas de Termodinâmica e Eletricidade. Sua maior realização foi a escala termométrica partindo do zero absoluto, a qual é usada pelo Sistema Internacional de Unidades (S.I.).

Os conhecimentos fundamentais da Termologia descritos são frutos de intensas pesquisas e experimentações ocorridas no passado. O estudo da história da Física permite ao aluno o entendimento de que o conhecimento parte de perguntas, problemas e necessidades ao longo do tempo. Assim, promover situações em que os alunos têm a possibilidade de estudar o processo histórico e desenvolver a investigação e a problematização pode enriquecer significativamente o ensino e a aprendizagem em Física.

Na sequência, são abordados aspectos sobre a importância da experimentação no processo de ensino e aprendizagem de Física.

ENSINO DE FÍSICA E A EXPERIMENTAÇÃO

São frequentes as discussões sobre a importância da experimentação no ensino de Física enfocando aspectos pertinentes ao processo de ensino e aprendizagem nesta área do conhecimento. Sabe-se que as dificuldades que afetam o sistema de ensino, em geral e, particularmente, o ensino de Física não são recentes e vêm sendo diagnosticados há muitos anos, levando diferentes estudiosos e pesquisadores a refletirem sobre as causas e consequências.

As propostas que têm sido formuladas para o encaminhamento de possíveis soluções, segundo Thomáz (2000), indicam a orientação de se desenvolver uma educação voltada para a participação dos indivíduos, que necessitam estar capacitados a compreender os avanços tecnológicos atuais e a agir de modo fundamentado, consciente e responsável diante dos grupos sociais em que convivem. Nessa perspectiva, as Ciências da Natureza, de modo geral, e da Física, em especial, constituem-se em elementos fundamentais à formação da cidadania.

As aulas de Física requerem o desenvolvimento de diferentes possibilidades de trabalho, dentre elas, destaca-se a experimentação, seja para chamar a atenção dos alunos para o estudo, quanto para evidenciar as infinitas correlações existentes entre os conteúdos com o cotidiano ou mesmo para quebrar a rotina em sala de aula (GASPAR, 2003).

A experimentação é considerada uma das práticas humanas mais antigas, defendida por Aristóteles há muitos anos. O cientista via a experimentação como algo inerente ao conhecimento, onde a partir de sua natureza palpável, o conhecimento universal poderia ser atingido.

Embora seja praticamente um consenso a potencialidade da experimentação para o processo de ensino e aprendizagem, se observa que esta é proposta e discutida na literatura de maneira bastante diversa quanto ao significado e a importância que as atividades experimentais podem assumir (ARAÚJO; ABIB, 2003).

Importa destacar que, no Brasil, a experimentação ainda não chegou a se tornar um exercício pedagógico de ampla abrangência. Conforme Gaspar (2003), até o início do século XX, poucas escolas tinham materiais destinados à realização dos experimentos. O autor destaca que, “comumente, os alunos apenas assistiam às demonstrações realizadas pelo professor, em geral, em laboratórios didáticos únicos para todas as disciplinas de Ciências, com grandes balcões fixos e paredes azulejadas” (GASPAR, 2003, p. 11).

Ainda que exista e predomine a simples demonstração de experimentos, esse tipo de atividade tem sido motivo de sérias críticas por parte de pesquisadores na área de ensino de Ciências (GALIAZZI et al., 2001). Isso porque argumenta-se que os alunos apenas seguem automaticamente os passos de um roteiro, sem haver questionamentos ou reflexão sobre a atividade realizada e, conseqüentemente, sem aprendizado.

Muitas dessas críticas se tornaram providenciais, pois ocasionaram reflexões sobre o ensino da pedagogia tradicional, que preconizava as mesmas orientações didáticas para todas as disciplinas. Nesta linha pedagógica, as aulas teóricas ocorriam em sala de aula com giz e lousa e as experimentais eram realizadas em laboratórios com bancadas e equipamentos, como formas alternativas de transmitir o conteúdo da aula (ARAÚJO; ABIB, 2003).

No entendimento de Gaspar (2003, p. 11-12), desde “o fim do século XIX e início do século XX, um movimento de renovação pedagógica, conhecido como Escola Nova, apresentou propostas inovadoras, mas pontuais e todas de pequena repercussão”. Assim, somente ao final da década de 1950, no entender do autor, “surgiram alternativas viáveis, que traziam uma nova visão do processo de ensino-aprendizagem e, como consequência, a atividade experimental” (GASPAR, 2003, p. 12).

Segundo Araújo e Abib (2003), o elevado número de pesquisas na área da experimentação revela diferentes tendências e possibilidades para o uso de atividades experimentais. Essa diversidade, ainda pouco analisada e discutida, não se explicita nos materiais de apoio aos professores. Dessa forma, ficando aquém do desejável, a maioria dos livros didáticos ou manuais de apoio disponíveis para o auxílio dos professores constitui-se ainda de orientações do tipo “livros de receitas”, o que, sem dúvida, está muito distante das propostas atuais para o ensino de Física.

Autores como Tomazello et al. (2000) destacam que pesquisadores vêm chamando a atenção sobre os limites da utilização dos métodos de descoberta/redescoberta, os quais assinalam que o ensino apoiado nessas práticas parte da convicção de que os alunos aprendem por conta própria qualquer conteúdo científico, a partir da observação. No entanto, isso não faz sentido, pois, como bem menciona Gaspar (2003, p. 12), “é a ideia da atividade pela atividade, sem nenhuma abordagem cognitiva”.

Tais práticas fazem crer que são os trabalhos experimentais, radicados no sensorial e no imediato, que levam à descoberta de novos fatos, induzindo a pressuposição de que a construção parte de fatos e não de um sistema de significação já existente nos indivíduos. Esperava-se que bastaria a observação de determinados fenômenos experimentais para que os alunos fossem levados a redescobrir as leis ou princípios científicos que descreviam ou explicavam esses fenômenos.

A ideia era reproduzir, na sala de aula ou no laboratório, o que alguns pedagogos e cientistas entendiam ser o método científico, evidenciando o conhecimento não como processo, mas como produto, resultado ou instrumento para a ação. Isso significa que, na condição de produto, o conhecimento científico apresentava-se neutro, objetivo, impessoal, estático, acabado e cumulativo (GASPAR, 2003; ARAÚJO; ABIB, 2003).

Contribuindo com as discussões, Hodson (1994) considera que a falta de qualidade nas orientações dos trabalhos práticos de laboratório, em geral, deixa de proporcionar um papel motivador nas atividades dos alunos, sendo necessário transformar as práticas em situações-problema que originam e motivam a investigação. Ou seja, é preciso fazer uma busca histórica e um esforço para elaborar propostas de ensino que permitam aos alunos, com o auxílio dos professores, alcançar resultados que possam confrontar com os dados obtidos pela comunidade científica, relacionando e comparando dados, criando novas possibilidades. Contar apenas a história de como foram realizadas as investigações aos alunos não os torna sujeitos reais da investigação, tampouco os faz avançar em direção ao conhecimento científico.

É possível afirmar que uma prática experimental no ensino de Ciências, sem uma preocupação problematizadora e/ou crítica, baseada apenas em roteiros sem articulação entre teoria e prática, fragilize o ensino e contribua para um vazio de significados em suas proposições (GALIAZZI et al., 2001). Tal situação pode tornar o saber ilusório, frágil fragmentado, desatualizado em sua base teórica e sem qualquer relação com a realidade concreta dos sujeitos.

Assim, é tarefa do professor estabelecer relações entre o mundo da Ciência e o mundo do cotidiano, permitindo que o aluno encontre pontos de relações entre a Ciência e as temáticas do cotidiano e da atualidade. As discussões geradas podem, certamente, oportunizar aprendizados que tornem o aluno apto para viver num mundo cada vez mais tecnológico, de modo que possa ajudar a direcionar o seu rumo.

A origem das leis físicas situa-se na articulação de conceitos, leis e teorias. Por meio da experimentação, o aluno é instigado a relacionar os conceitos com os resultados alcançados na atividade experimental e refletir sobre o conhecimento científico.

É de conhecimento dos professores de Ciências o fato de a experimentação despertar um forte interesse entre alunos de diversos níveis de escolarização. [...] os alunos costumam atribuir à experimentação um caráter motivador, lúdico, essencialmente vinculado aos sentidos (GIORDAN, 1999, p. 43).

As atividades experimentais, que causam enorme encantamento nos alunos pela sua beleza exterior, cujos resultados admiradores permeiam o discurso dos professores e alunos e mostram um conhecimento implícito, precisam ser problematizadas.

Se os alunos assim entendem e se motivam pela magia das atividades experimentais, cabe ao professor partir desse conhecimento inicial para problematizá-lo. [...] que o ‘surpreendente’ que caracteriza a atividade experimental precisa ser

transcendido na direção da construção de conhecimentos mais consistentes (GONÇALVES; GALIZAZZI, 2004, p. 240).

No entender de Hodson (1994), o que pode motivar a realização de atividades experimentais é a oportunidade que os alunos têm para colocar em prática processos de ensino e aprendizagem mais ativos, de modo a interagir com mais desprendimento, tanto com o professor, quanto com os colegas.

Superar o problema da experimentação no ensino significa mudar a ação pedagógica, interferir no processo de aprendizagem dos alunos e, até mesmo, adotar uma prática dialógica que estabeleça conexão entre o conhecimento envolvido no experimento e as condições através das quais o aluno vai construir sua aprendizagem.

As atividades práticas podem assumir uma importância fundamental na promoção de aprendizagens significativas em Ciências e, por isso, consideramos importante valorizar propostas alternativas de ensino que demonstrem a potencialidade da experimentação: a de ajudar os alunos a aprender através do estabelecimento de inter-relações entre os saberes teóricos e práticos inerentes aos processos do conhecimento escolar em Ciências (ZANON; SILVA, 2000, p. 134).

Na prática docente, é importante que o professor faça a mediação necessária para que o experimento não se transforme na realização de uma “receita” em que o aluno fica sem saber o significado do que fez. Nas palavras de Bachelard (1996), que não fique apenas no “colorido” do experimento.

No ensino de Física, a experimentação é amplamente discutida por pesquisadores e professores. São várias possibilidades de uso em salas de aula, bem como suas abrangências pedagógicas. Segundo Araújo e Abib (2003), realizar atividades experimentais contribui sobremaneira para o processo de ensino e aprendizagem, no entanto, o desenvolvimento incorreto pode acarretar em uma inversão do objetivo de ensino proposto.

De modo geral, a experimentação apresenta uma grande potencialidade para o ensino. Ocorre que, em muitas situações envolvendo esse tipo de atividade no ensino, não é dada a devida relevância ao seu desenvolvimento no âmbito educacional.

A experimentação pode proporcionar aos alunos o desenvolvimento de diferentes habilidades, possibilitando momentos enriquecedores de aprendizagem.

O laboratório didático introduz elementos específicos, que facilitam o reconhecimento do contexto escolar, e aumentam a probabilidade e a necessidade dos alunos utilizarem argumentos mais adequados e completos, cuja estrutura se aproxima mais da estrutura dos argumentos científicos, em suas respostas a problemas e questões escolares (VILLANI; NASCIMENTO, 2003, p. 206).

De acordo com Seré, Coelho e Nunes (2003), por meio de atividades experimentais, o aluno é levado a não permanecer no mundo dos conceitos e linguagens, tendo a oportunidade de relacionar esses dois mundos com o mundo empírico. A realização de atividades experimentais é algo enriquecedor para o aluno, visto que elas dão um sentido ao mundo abstrato e formal das linguagens.

Elas permitem o controle do meio ambiente, a autonomia face aos objetos técnicos, ensinam as técnicas de investigação, possibilitam um olhar crítico sobre os resultados. Assim, o aluno é preparado para poder tomar decisões na investigação e na discussão dos resultados. O aluno só conseguirá questionar o mundo, manipular os modelos e desenvolver os métodos se ele mesmo entrar nessa dinâmica de decisão, de

escolha, de inter-relação entre a teoria e o experimento (SERÉ; COELHO; NUNES, 2003, p. 39).

Autores como Saraiva-Neves, Caballero e Moreira (2006), Villani e Nascimento (2003), Gaspar e Monteiro (2005) e Ramos e Rosa (2008) defendem que trabalhar com a experimentação em sala de aula relaciona-se à construção social, isto é, os alunos são incentivados a trabalharem coletivamente, a questionarem o seu conhecimento e o conhecimento de seus colegas e, com isso, há possibilidades de haver o desenvolvimento de um aprendizado significativo.

A atividade experimental oportuniza um diálogo entre os alunos, entre os alunos e os professores, bem como entre a disciplina e o cotidiano dos alunos. Esse diálogo se torna relevante, uma vez que a partir dele, o aluno pode interagir com seu contexto, relacionando-o com a Física de maneira consciente e concreta. Para o professor, a realização de atividades experimentais pode proporcionar uma melhoria na sua prática docente, visto que é possível o diálogo com os alunos, dentre outros aspectos, contribuindo para o processo de ensino e aprendizagem (ARAÚJO; ABIB, 2003).

É essencial, em relação aos processos interativos e dinâmicos que caracterizam a aula experimental de Ciências, a juda pedagógica do professor que, de forma não simétrica, faz intervenções e proposições, sem as quais os alunos não constroem o conhecimento. [...] De nada adianta realizar atividades práticas em aula se as mesmas não propiciam o momento da discussão teórico-prática, que transcende o conhecimento de nível fenomenológico e os saberes cotidianos do aluno (ZANON; SILVA, 2000, p. 135-136).

Em consonância com Araújo e Abib (2003, p. 173), destaca-se que a utilização de atividades experimentais como estratégia de ensino de Física tem sido mencionada por professores e alunos como “uma das maneiras mais frutíferas de se minimizar as dificuldades de se aprender e de se ensinar Física de modo significativo e consistente”. A seguir, discute-se aspectos da problematização e a dinâmica de ensino dos Três Momentos Pedagógicos no ensino de Física, ressaltando-se a importância do problematizar no processo de ensino e aprendizagem bem como a interação com o contexto.

PROBLEMATIZAÇÃO E OS TRÊS MOMENTOS PEDAGÓGICOS

Problematização

Uma das marcas importantes da Ciência e das pesquisas como um todo, vem a ser o questionamento sistemático. Assim, as perguntas feitas por professores e alunos são ferramentas essenciais e indispensáveis para a problematização do conhecimento e, consequentemente, para o desenvolvimento do processo de ensino e aprendizagem (MORAES; RAMOS; GALIAZZI, 2004).

O professor questiona para saber sobre o que o aluno sabe ou não, para compreender como o aluno está desenvolvendo o seu pensamento acerca de determinada situação ou para procurar entender como o aluno expõe um certo fenômeno (DELIZOICOV; ANGOTTI, 1994).

Na prática educativa considera-se imprescindível o ato de questionar do professor, uma vez que ao escutar o que os alunos têm a dizer, pode-se chegar a

entender como está a aprendizagem destes. Dentre essas discussões, sob a ótica de Moraes, Ramos e Galiuzzi (2004, p. 98), “o professor poderá compreender as lacunas e falhas de conhecimento existentes e as dificuldades presentes na construção das teorias explicativas para o fenômeno em estudo”.

Além disso, para assimilar conhecimentos, não basta ter noção do que se conhece. Diante disso, Moraes, Ramos e Galiuzzi (2004, p. 98) complementam afirmando que “é necessário também que o sujeito tenha consciência de que não sabe. Na medida em que percebe que não conhece, e tem vontade de conhecer, o caminho está aberto para a busca desse conhecimento”.

Nessa perspectiva, entende-se que é função do professor fazer o questionamento, lançar desafios e provocações aos alunos no processo de discussão e de elaboração do conhecimento. A problematização na concepção de Delizoicov e Angotti,

Mais do que simples motivação para se introduzir um conteúdo específico, tem a finalidade de fazer a ligação desse conteúdo com situações reais que os alunos conhecem e presenciam, para as quais provavelmente eles não dispõem de conhecimentos científicos suficientes para interpretar total ou corretamente (DELIZOICOV; ANGOTTI, 1994, p. 54).

De acordo com Hodson (1994), os experimentos são ferramentas que podem ter grande contribuição na explicitação, problematização e discussão de conceitos com os alunos, criando condições favoráveis à interação e intervenção pedagógica do professor, de modo que eles possam discutir tentativas de explicação relacionadas aos conceitos.

Antes de tudo o mais, é preciso saber formular problemas. E seja o que for que digam, na vida científica, os problemas não se apresentam por si mesmos. É precisamente esse sentido do problema que dá a característica do genuíno espírito científico. Para um espírito científico, todo conhecimento é resposta a uma questão. Se não houve questão, não pode haver conhecimento científico. Nada ocorre por si mesmo. Nada é dado. Tudo é construído (BACHELARD, 1996 apud DELIZOICOV, 2012, p. 128).

Nessa direção, considera-se que a problematização remete à questão da necessidade. É preciso problematizar para ter respostas às indagações, ao que se busca compreender, ao que inquieta. Conforme Delizoicov (2012), não basta apenas saber que o aluno tem o conhecimento do dia a dia, mas esse conhecimento precisa ser trabalhado durante o processo educativo. Isto é, o conhecimento que o aluno possui deve ser problematizado, de modo “a propiciar um distanciamento crítico do educando ao se defrontar com o que ele já possui e, ao mesmo tempo, propiciar a alternativa de apreensão do conhecimento científico” (DELIZOICOV, 2012, p. 132).

Em consonância com Bonadiman e Nonenmacher (2004, p. 10), na problematização “são levantadas questões com o objetivo de trazer, para a reflexão do aluno, situações particulares por ele, geralmente conhecidas e que têm a ver com o assunto que está sendo estudado”. E, ainda, os autores evidenciam que “mais do que respostas são feitas perguntas que levam o aluno a pensar, a relacionar e efetuar comparações”.

Contribuindo com as discussões, Delizoicov (2012) destaca que problematizar é saber fazer escolhas de problemas e formulações adequadas, com questões que permitam ao aluno entrar no diálogo.

Não se restringe, portanto, apenas à apresentação de problemas a serem resolvidos com a conceituação abordada nas aulas [...] São, ao contrário, problemas que devem ter o potencial de gerar no aluno a necessidade de apropriação de um conhecimento que ele ainda não tem e que não foi apresentado pelo professor. É preciso que o problema formulado tenha uma significação para o estudante, de modo a conscientizá-lo de que a sua solução exige um conhecimento que, para ele, é inédito (DELIZOICOV, 2012, p. 132-133).

Questionamentos elaborados pelo professor com intencionalidade, partindo de uma situação real para o aluno, propicia o processo de ensino e aprendizagem de maneira significativa, tornando possível o reconhecimento de que há respostas que ainda são desconhecidas para ele. Questionar não é uma ferramenta usada apenas no início da formulação do conhecimento, durante este processo o professor tem oportunidade de direcionar a discussão, verificar em qual nível de conhecimento os alunos se encontram e construir de maneira problematizada o que para os alunos era ou é desconhecido (MORAES; RAMOS; GALIAZZI, 2004).

Três Momentos Pedagógicos

A metodologia de ensino dos Três Momentos Pedagógicos propostos por Delizoicov e Angotti (1992; 1994) e Delizoicov, Angotti e Pernambuco (2007), apoiados em Freire (1987; 1996), almeja a interação entre aluno e professor, por meio de diálogos problematizadores que farão os estudantes buscarem respostas nos conhecimentos científicos para explicar situações de seus cotidianos.

Delizoicov (2012) argumenta que os Três Momentos Pedagógicos podem ser incluídos em diferentes propostas de ensino, como a elaboração de materiais didáticos e, até mesmo, servem como base para a estruturação de configurações curriculares. Delizoicov, Angotti e Pernambuco (2007) sustentam que analisar e estudar essa metodologia de ensino possibilita aos professores a compreensão de como trabalhar os conteúdos escolares de maneira reflexiva e crítica, tendo em vista que oportuniza aos alunos discussões entre o conhecimento do cotidiano e o conhecimento científico.

Os Três Momentos Pedagógicos são organizados em três etapas, a saber: Primeira) Problematização Inicial; Segunda) Organização do Conhecimento; e Terceira) Aplicação do Conhecimento.

Problematização Inicial: apresentam-se questões ou situações reais que os alunos conhecem e presenciam e que estão envolvidas nos temas. Nesse momento pedagógico, os alunos são desafiados a expor o que pensam sobre as situações, a fim de que o professor possa ir conhecendo o que eles pensam. Organização do Conhecimento: momento em que, sob a orientação do professor, os conhecimentos de Física necessários para a compreensão dos temas e da problematização inicial são estudados. Aplicação do Conhecimento: momento que se destina a abordar sistematicamente o conhecimento incorporado pelo aluno, para analisar e interpretar tanto as situações iniciais que determinaram seu estudo quanto outras que, embora não estejam diretamente ligadas ao momento inicial, possam ser compreendidas pelo mesmo conhecimento (DELIZOICOV; ANGOTTI; PERNAMBUCO, 2007, p. 55, grifo nosso).

Na Problematização Inicial são expostas questões e/ou situações para discussão com os alunos com a finalidade de estabelecer uma relação entre aquilo que será

ensinado com algo que por eles é vivenciado. Para Bonfim, Costa e Nascimento (2018), esta etapa visa relacionar um conteúdo com situações reais que os estudantes conhecem e presenciam, mas, que devido à falta de conhecimentos científicos não conseguem interpretar de maneira completa ou adequada. Na visão de Araújo e Muechen (2018), problematizar é diferente de perguntar, a problematização possibilita o diálogo pois desperta a curiosidade dos alunos. Por sua vez, a pergunta, mesmo que seja respondida pelo estudante nem sempre o desafia.

Na concepção de Delizoicov e Angotti (1994), essa etapa desperta no aluno a necessidade em adquirir conhecimentos que ainda não possui. De acordo com os autores, a dinâmica de ensino dos Três Momentos Pedagógicos inicia com questionamentos problematizadores que permitem a reflexão do aluno na busca de respostas aos desafios propostos que levam ao conhecimento científico, os quais ainda não detêm (MUENCHEN, 2010). Conforme Muenchen e Delizoicov (2014, p. 634), “ao se problematizar, de forma dialógica, pretende-se que os conceitos sejam integrados à vida e ao pensamento do educando”.

O segundo momento consiste na Organização do Conhecimento, o qual acontece por meio do estudo acerca do tema e da Problematização Inicial sob a orientação do professor. Delizoicov e Angotti (1994) sinalizam a respeito da importância da realização de atividades diversas, que tenham por finalidade trabalhar e organizar a aprendizagem e, para isso, sugerem que o professor exponha definições, propriedades, elabore questões, textos e experiências. A segunda etapa caracteriza-se pela apreensão do conhecimento científico, isto é, são estudados os conhecimentos necessários para o desenvolvimento e compreensão da Problematização Inicial e dos temas geradores.

A Aplicação do Conhecimento configura-se como o terceiro momento, destinado a discutir de maneira sistemática o conhecimento que vem sendo construído pelo estudante, oportunizando ao mesmo a análise e interpretação. Ainda, em referência a Delizoicov e Angotti (1994), os autores mencionam que além das situações iniciais que motivaram o estudo, neste momento, pode-se ampliar as oportunidades de aprendizagem, abordando outras situações que não apresentam ligação direta com o problema inicial do estudo. Em síntese, na terceira etapa, aborda-se sistematicamente o conhecimento que vem sendo incorporado pelo aluno com a retomada da Problematização Inicial e a abordagem de novas situações. Nesse momento, o aluno é instigado a refletir e discutir a luz dos conhecimentos científicos já construídos nos momentos anteriores.

Para Muenchen e Delizoicov (2014), a metodologia de ensino dos Três Momentos Pedagógicos pode permitir que os alunos compreendam problemas por meio de conhecimentos que ainda não eram contextualizados com os conceitos científicos. Em linhas gerais, acredita-se que abordar aspectos pertinentes à experimentação e à história da Ciência, bem como à problematização e organização metodológica com base nos Três Momentos Pedagógicos, podem contribuir sobremaneira para o ensino de Ciências em geral.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Considera-se que um dos motivos de desinteresse dos alunos pelo conhecimento de Física é a ideia de ser uma disciplina distante do contexto e pouco problematizada.

Frente a isso, uma das possibilidades de tornar o ensino de Física mais acessível para os alunos é partir da problematização dos conhecimentos do cotidiano aliado à prática da experimentação juntamente com a história da Ciência.

Pesquisadores ressaltam a importância da abordagem da história da Ciência, da experimentação e da problematização no processo de ensino e aprendizagem em Física. Atualmente existem várias ferramentas de ensino, como videoaulas, vídeos de animação, simuladores, indexadores de pesquisas, que podem ser utilizadas no ensino. Estas ferramentas associadas a metodologia de ensino dos Três Momentos Pedagógicos podem possibilitar ao docente produzir materiais didático-pedagógicos, a fim de minimizar as dificuldades encontradas no processo de ensino e aprendizagem de Física.

A reflexão apresentada se constitui como relevante em razão da disseminação do conhecimento considerando a experimentação e problematização no processo de ensino e aprendizagem de Termologia. Também, destaca-se a importância da abordagem de aspectos históricos os quais contribuem significativamente para a aprendizagem dos alunos, visto que incluir a história pode oportunizar um maior interesse pelas discussões e atividades a serem desenvolvidas no contexto educacional.

Ainda, dada a relevância do estudo da Termologia, sinaliza-se a pertinência de mais estudos e reflexões no tocante à sua abordagem histórica envolvendo a experimentação e problematização do conhecimento.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ARAGÃO, M. J. História da Física. Rio de Janeiro: Interciência, 2006.

ARAÚJO, M. S. T.; ABIB, M. L. V. S. Atividades experimentais no ensino de Física: diferentes enfoques, diferentes finalidades. Revista Brasileira de Ensino de Física, v. 25, n. 2, p. 176-194, 2003. Disponível em: <<https://www.scielo.br/j/rbef/a/PLkjm3N5KjnXKgDsXw5Dy4R/?format=pdf&lang=pt>>. Acesso em: 22 mar. 2023.

ARAÚJO, L. B.; MUENCHEN, C. Os Três Momentos Pedagógicos como estruturantes de currículos: algumas potencialidades. Alexandria - Revista de Educação em Ciências e Tecnologia, v. 11, n. 1, p. 51-69, mai. 2018. Disponível em: <<https://periodicos.ufsc.br/index.php/alexandria/article/view/1982-5153.2018v11n1p51/36689>>. Acesso em: 27 abr. 2023.

BACHELARD, G. A formação do espírito científico. Rio de Janeiro: Contraponto, 1996.

BONADIMAN, H.; NONENMACHER, S. E. B. O gostar e o aprender no ensino de Física: uma proposta metodológica. Ijuí: UNIJUÍ, 2004.

BONFIM, D. D. S.; COSTA, P. C. F.; NASCIMENTO, W. J. A abordagem dos Três Momentos Pedagógicos no estudo de velocidade escalar média. Experiências em Ensino de Ciências, v. 13, n. 1, 2018. Disponível em:

<<https://fisica.ufmt.br/eenciojs/index.php/eenci/article/view/224>>. Acesso em: 24 abr. 2023.

BORGES, R. M. R. Repensando o Ensino de Ciências. In: MORAES, Roque (org.). Construtivismo e Ensino de Ciências: reflexões epistemológicas e metodológicas. Porto Alegre: EDIPUCRS, 2000.

DELIZOICOV, D. Problemas e problematizações. In: PIETROCOLA, M. (Org.). Ensino de Física: conteúdo, metodologia e epistemologia numa concepção integradora. Florianópolis: UFSC, 2012, 236 p.

DELIZOICOV, D.; ANGOTTI, J. A. P. Metodologia do Ensino de Ciências. 2. ed. São Paulo: Cortez, 1994.

DELIZOICOV, D.; ANGOTTI, J. A. P. Física. 2. ed. São Paulo: Cortez, 1992.

DELIZOICOV, D.; ANGOTTI, J. A. P.; PERNAMBUCO, M. M. Ensino de Ciências: fundamentos e métodos. 2. ed. São Paulo: Cortez, 2007.

FREIRE, P. Pedagogia do Oprimido. 17. ed. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1987.

FREIRE, P. Pedagogia da Autonomia. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1996.

GALIAZZI, M. C. et al. Objetivos das atividades experimentais no Ensino Médio: a pesquisa coletiva como modo de formação de professores de Ciências. Ciência & Educação, v. 7, n. 2, p. 249-263, 2001. Disponível em: <<https://www.scielo.br/j/ciedu/a/xJ9FZcgBpg8NKq3KyZNs3Hk/?format=pdf&lang=pt>>. Acesso em: 29 mai. 2023.

GASPAR, A. Experiências de Ciências para o Ensino Fundamental. 1. ed. São Paulo: Ática, 2003.

GASPAR, A.; MONTEIRO, I. C. C. Atividades experimentais de demonstrações em sala de aula: uma análise segundo o referencial da teoria de Vygotsky. Investigação em Ensino de Ciências, Porto Alegre, v. 10, n. 2, p. 227-254, 2005. Disponível em: <<https://ienci.if.ufrgs.br/index.php/ienci/article/view/518/315>>. Acesso em: 30 abr. 2023.

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

GIORDAN, M. O papel da experimentação no ensino de Ciências. Química Nova na Escola, n. 10, p. 43-49, nov. 1999. Disponível em: <<http://qnesc.sbq.org.br/online/qnesc10/pesquisa.pdf>>. Acesso em: 10 abr. 2023.

GOLDENBERG, M. A arte de pesquisar. Rio de Janeiro: Record, 1997.

GONÇALVES, F. P.; GALIAZZI, M. C. A natureza das atividades experimentais no ensino de Ciências: um programa de pesquisa educativa nos cursos de licenciatura. In: MORAES, R.; MANCUSO, R. (Org.). Educação em Ciências: produção de currículos e formação de professores. Ijuí: UNIJUÍ, 2004.

HODSON, D. Hacia un enfoque más crítico del trabajo de laboratorio. Enseñanza de las Ciencias, v. 12, n. 3, p. 299-313, 1994. Disponível em: <<https://raco.cat/index.php/Ensenanza/article/view/21370/93326>>. Acesso em: 20 abr. 2023.

HÜLSENDEGER, M. J. V. C. A História da Ciência no ensino da Termodinâmica: um outro olhar sobre o ensino de Física. Revista Ensaio, v. 9, n. 2, p. 222-237, jul-dez, 2007. Disponível em: <<https://doi.org/10.1590/1983-21172007090205>>. Acesso em: 21 abr. 2023.

LÜDKE, M.; ANDRÉ, M. E. D. A. Pesquisa em Educação: abordagens qualitativas. São Paulo: EPU, 1986.

MEDEIROS, A.; BEZERRA FILHO, S. A natureza da Ciência e a instrumentação para o ensino da Física. Ciência & Educação, v. 6, n. 2, p. 107-117, 2000. Disponível em: <<https://www.scielo.br/j/ciedu/a/pjKxswmtkZSM498DkmysDyq/?format=pdf&lang=pt>>. Acesso em: 25 abr. 2023.

MICHAELIS. Dicionário Brasileiro de Língua Portuguesa. São Paulo: Companhia Melhoramentos, 2015. Disponível em <<https://michaelis.uol.com.br/moderno-portugues/>>. Acesso em: 01 jun. 2023.

MINAYO, M. C. S. (org.). Pesquisa Social: teoria, método e criatividade. Petrópolis: Vozes, 2001.

MORAES, R.; RAMOS, M. G.; GALIAZZI, M. C. A epistemologia do aprender no educar pela pesquisa em Ciências: alguns pressupostos teóricos. In: MORAES, R.; MANCUSO, R. (Org.). Educação em Ciências: produção de currículos e formação de professores. Ijuí: UNIJUÍ, 2004.

MUENCHEN, C. A disseminação dos Três Momentos Pedagógicos: um estudo sobre práticas docentes na região de Santa Maria/RS. 2010. 273 f. Tese (Doutorado em Educação Científica e Tecnológica) – Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis, 2010. Disponível em: <<https://repositorio.ufsc.br/xmlui/handle/123456789/93822>>. Acesso em: 10 abr. 2023.

MUENCHEN, C.; DELIZOICOV, D. Os Três Momentos Pedagógicos e o contexto de produção do livro “Física”. Ciência & Educação, v. 20, n. 3, p. 617-638, 2014. Disponível em: <<https://www.scielo.br/j/ciedu/a/y3QT786pHBdGzxcSrtHTb9c/?format=pdf&lang=pt>>. Acesso em: 24 mar. 2023.

PARANÁ, D. N. Física para o Ensino Médio. 2. ed. São Paulo: Ática, 1999.

PIETROCOLA, M. Física em contextos. In: POGIBIN, A.; ANDRADE, R.; ROMERO, T. R. (Org.). Energia Térmica. 1. ed. São Paulo: Editora do Brasil, 2016.

PRADO, L.; CARNEIRO, M. C. O episódio histórico das teorias do flogisto e calórico: criando interfaces entre a História e Filosofia da Ciência e o Ensino de Química na busca pela humanização do trabalho científico. História da Ciência e Ensino: construindo interfaces, v. 18, p. 153-180, 2018. Disponível em: <<https://revistas.pucsp.br/hcensino/article/view/36818>>. Acesso em: 11 abr. 2023.

RAMOS, L. B. C.; ROSA, P. R. S. O Ensino de Ciências: fatores intrínsecos e extrínsecos que limitam a realização de atividades experimentais pelo professor dos anos iniciais do Ensino Fundamental. Investigação em Ensino de Ciências, v. 13, n. 3, p. 299-331, 2008. Disponível em: <<https://ienci.if.ufrgs.br/index.php/ienci/article/view/444/262>>. Acesso em: 11 mar. 2023.

ROBILOTTA, M. R. O Cinza. O Branco e o Preto: da relevância da História da Ciência no ensino da Física. Caderno Catarinense do Ensino de Física, v. 5, número especial, p. 07-22, jun. 1988. Disponível em: <http://old.scielo.br/scielo.php?script=sci_nlinks&ref=000258&pid=S1516-7313200900010000400025&lng=es>. Acesso em: 11 fev. 2023.

SARAIVA-NEVES, M.; CABALLERO, C.; MOREIRA, M. A. Repensando o papel do trabalho experimental, na aprendizagem da Física, em sala de aula: um estudo exploratório. Investigações em Ensino de Ciências, v. 11, n. 3, p. 383-401, 2006. Disponível em: <<https://lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/141761/000595707.pdf?sequence=1&isAllowed=y>>. Acesso em: 20 jun. 2023.

SERÉ, N. G.; COELHO, S. M.; NUNES, A. D. O papel da experimentação no ensino de Física. Caderno Brasileiro de Ensino de Física, v. 20, n. 1, p. 30-42, 2003. Disponível em: <<https://periodicos.ufsc.br/index.php/fisica/article/view/9897/9231>>. Acesso em: 18 mai. 2023.

THOMÁZ, M. F. A experimentação e a formação de professores: uma reflexão. Caderno Brasileiro de Ensino de Física, v. 17, n. 3, p. 360-369, dez./2000. Disponível em: <<https://periodicos.ufsc.br/index.php/fisica/article/view/6767/6235>>. Acesso em: 28 jun. 2023.

TOMAZELLO, M. G. C. (Org.). A experimentação na aprendizagem de conceitos físicos sob a perspectiva histórico-cultural. Piracicaba: UNIMEP/CAPES/PROIN, 2000.

VILLANI, C. E. P.; NASCIMENTO, S. S. A argumentação e o ensino de Ciências: uma atividade experimental no Laboratório Didático de Física do Ensino Médio. *Investigação em Ensino de Ciências*, v. 8, n. 3, p. 187-209, 2003. Disponível em: <<https://ienci.if.ufrgs.br/index.php/ienci/article/view/539/334>>. Acesso em: 08 jun. 2023.

ZANON, L. B.; SILVA, L. H. A experimentação no ensino de Ciências. In: SCHNETZLER, R. P.; ARAGÃO, R. M. R. *Ensino de Ciências: fundamentos e abordagens*. Campinas: Vieira, 2000.

Correspondência:

Luana Souza Ferreira

Licenciada em Ciências Naturais e Matemática - Física pela Universidade Federal de Mato Grosso (UFMT), Câmpus Universitário de Sinop (CUS), Instituto de Ciências Naturais, Humanas e Sociais (ICNHS). Docente do Colégio Adventista de Sinop. Sinop, Mato Grosso, Brasil. e-mail: luanaiasd04@gmail.com.

Roseli Adriana Blümke Feistel

Orcid: <https://orcid.org/0000-0002-8696-2221>.

Lattes: <http://lattes.cnpq.br/8516673002046226>.

Licenciada em Física e Mestre em Educação nas Ciências pela Universidade Regional do Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul (UNIJUÍ) e Doutora em Educação Científica e Tecnológica pela Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC). Docente Associada da Universidade Federal de Mato Grosso (UFMT), Câmpus Universitário de Sinop (CUS), Instituto de Ciências Naturais, Humanas e Sociais (ICNHS), Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências da Natureza e Matemática (PPGECM), Curso de Licenciatura em Ciências Naturais e Matemática. Pesquisadora do Núcleo Interdisciplinar de Pesquisa em Ensino de Ciências e Matemática (NIPECeM) e do Grupo de Pesquisa em Ensino de Ciências de Sinop (GPECS), com pesquisas na área de Educação, Ensino de Ciências, Ensino de Física, atuando, principalmente, nos seguintes temas: Ensino de Ciências/Física, Formação de Professores, Currículo, Interdisciplinaridade, Abordagem Temática, Ensino-aprendizagem. Membro do Conselho Municipal de Educação e do Fórum Permanente de Educação do município de Sinop-MT. Sinop, Mato Grosso, Brasil. e-mail: roseli.feistel@ufmt.br.

MODELANDO E INTERDICIPLINARIZANDO O CRESCIMENTO INICIAL DA CULTURA DO FEIJÃO

JATNIEL RIBEIRO FERREIRA DOS SANTOS¹,
GESLANE FIGUEIREDO DA SILVA SANTANA¹

¹Universidade Federal de Mato Grosso

RESUMO

Este trabalho é fruto de um projeto desenvolvido durante a disciplina de Modelagem Matemática do curso de Licenciatura em Ciências Naturais e Matemática da Universidade Federal de Mato Grosso. A pesquisa teve como objetivo aplicar a Modelagem Matemática e explorar a interdisciplinaridade por meio do tema do desenvolvimento de plantas de feijão. Então o questionamento norteador foi: Como a Modelagem Matemática pode ser utilizada de forma interdisciplinar para explorar e compreender o crescimento inicial da cultura do feijão na educação básica? Resumidamente a Modelagem Matemática propõe descrever métodos e modelos matemáticos para representar situações reais e quando aplicada a conjectura metodológica de ensino e aprendizagem visa colaborar com a aquisição de conhecimentos matemáticos e oportuniza ao aluno ser o protagonista do seu próprio conhecimento, exigindo criatividade, intuição e instrumental matemático. Na propositura interdisciplinar deste projeto, vislumbra-se as Artes (música, poesia e pintura), Biologia (reino vegetal, órgãos vegetal e fenologia), Filosofia (viés da crítica social), Língua Portuguesa (elementos que compõem uma poesia), Química (elementos químicos da tabela periódica e moléculas orgânicas) e, por fim, a Matemática, ao modelar o crescimento de plantas de feijão com função logarítmica. A metodologia aplicada nesta pesquisa consiste na coleta e compilação dos dados referente a análise do crescimento inicial da cultura do feijão em dois tipos de substratos, um na areia sem adicional de nitrogênio e o outro na terra preta com adicional de nitrogênio. O experimento possibilitou a modelação do crescimento nos softwares GeoGebra e Excel, permitindo tecer ramificações entre o desenvolvimento das plantas de feijões e conceitos de função matemática em uma proposta interdisciplinar para o ensino e aprendizagem de Matemática.

Palavras-chave: Modelagem Matemática. Cultivo do feijão. Interdisciplinaridade. Função matemática.

INTRODUÇÃO

Este artigo relata o desenvolvimento de um trabalho realizado no âmbito da disciplina de Modelagem Matemática, oferecida no 8º semestre do curso de Licenciatura em Ciências Naturais e Matemática da Universidade Federal de Mato Grosso (UFMT) Campus Sinop. O objetivo principal dessa disciplina é proporcionar

aos estudantes uma compreensão prática e teórica da modelagem no ensino e aprendizagem de Matemática. Como parte das avaliações, os alunos são desafiados a elaborar atividades que lhes permitam experimentar e compreender a metodologia.

No total, foram desenvolvidos quatro projetos, nos quais os estudantes da licenciatura se dividiram em duplas ou trabalharam individualmente. O projeto em foco neste artigo foi elaborado por um discente em caráter individual. Durante o processo de pesquisa, ocorreram apresentações programadas do projeto em andamento durante as aulas de Modelagem Matemática. Além disso, houve um diálogo constante com toda a turma, mesmo que o projeto tenha sido desenvolvido por um único aluno. Todos os estudantes matriculados na disciplina participaram ativamente das discussões e contribuíram para o desenvolvimento do projeto em um ambiente de roda de conversa.

O objetivo deste estudo foi aplicar a Modelagem Matemática e explorar a interdisciplinaridade por meio do tema do desenvolvimento de plantas de feijão. O questionamento central que norteou a pesquisa foi: Como a Modelagem Matemática pode ser utilizada de forma interdisciplinar para explorar e compreender o crescimento inicial da cultura de feijão na educação básica?

A Modelagem Matemática propõe a descrição de métodos e modelos matemáticos para representar situações reais. Quando aplicada como metodologia de ensino e aprendizagem, ela visa auxiliar na aquisição de conhecimento matemático, permitindo que o aluno seja o protagonista de seu próprio aprendizado. Essa abordagem requer o desenvolvimento de habilidades como criatividade, intuição e pensamento crítico.

A fundamentação teórica deste estudo está relacionada à Modelagem Matemática e à interdisciplinaridade. A combinação dessas abordagens promove soluções abrangentes e criativas para desafios contemporâneos. No entanto, é fundamental que os professores tenham uma visão dinâmica e analítica para atuar de forma interdisciplinar. Em suma, a Modelagem Matemática estimula a prática ativa e a conexão com outras áreas do conhecimento, tornando a Matemática relevante e aplicável no cotidiano dos estudantes.

A metodologia de desenvolvimento do projeto seguiu as etapas propostas por Biembengut (2019), que enfatizam a percepção e apreensão, compreensão e explicação, significado e expressão no processo de modelagem. Foram realizadas coleta e compilação de dados referentes à análise do crescimento inicial da cultura do feijão em dois tipos de substrato: na areia e outro em terra preta com adição de nitrogênio. O experimento permitiu a modelagem do crescimento das plantas de feijão usando o software GeoGebra, estabelecendo conexões entre o desenvolvimento das plantas e conceitos de função matemática, dentro de uma proposta interdisciplinar para o ensino e aprendizagem de Matemática.

A análise dos resultados foi dividida em dois tópicos distintos. O primeiro, intitulado “Unindo Saberes: A Interdisciplinaridade do Feijão nas Perspectivas da Arte, Biologia, Filosofia, Química, Língua Portuguesa e Cultura Brasileira”, aborda a Modelagem Matemática no contexto interdisciplinar, explorando o estudo do feijão em diferentes disciplinas. O segundo tópico, “Do Solo ao Gráfico: Análise dos Resultados do Crescimento do Feijão”, enfoca o crescimento inicial da cultura do feijão e sua aplicação no contexto da Matemática na educação básica.

Os resultados obtidos nessa abordagem interdisciplinar demonstraram de forma efetiva como explorar propostas interdisciplinares na educação básica, utilizando o feijão como tema central. Foram abordados aspectos como etimologia, fenologia, classificação, valor nutritivo e relevância cultural do feijão, relacionando-os a disciplinas como Biologia, Química, Filosofia, Língua Portuguesa e Arte. Além disso, o crescimento inicial da cultura do feijão foi analisado e interpretado em relação aos conceitos matemáticos, resultando em uma compreensão mais profunda dos aspectos matemáticos envolvidos.

Espera-se que essas abordagens interdisciplinares, que revelam a riqueza de possibilidades e a complexidade envolvida na compreensão tanto dos fenômenos matemáticos quanto dos aspectos multifacetados do feijão, possam contribuir para o processo de ensino e aprendizado, fornecendo um modelo de como organizar e desenvolver projetos sob a perspectiva da Modelagem Matemática. Ao explorar o feijão sob diferentes perspectivas, espera-se obter resultados valiosos e desenvolver uma apreciação mais profunda desse alimento tão relevante na cultura e no cotidiano brasileiro.

MODELAGEM MATEMÁTICA INTERDISCIPLINAR

A Modelagem Matemática na educação desempenha um papel fundamental no desenvolvimento de habilidades cruciais, como o pensamento crítico, a resolução de problemas, a comunicação e a colaboração. Além disso, essa abordagem tem o potencial de despertar o interesse dos alunos pela Matemática, tornando-a mais relevante e aplicável em suas vidas. De acordo com Burak e Klüber:

Assim, nesta forma de conceber a Modelagem Matemática esse princípio pode favorecer a ação do estudante no delineamento, na busca de informações e coletas de dados e desenvolver autonomia para agir nas situações novas e desconhecidas. Pode, ainda, favorecer o desenvolvimento, no estudante, de uma atitude investigativa, na medida em que busca coletar, selecionar e organizar os dados obtidos. O desenvolvimento dessa atitude passa a se constituir em valor formativo que acompanhará o estudante, não somente no período de sua trajetória escolar, mas ao longo de toda sua vida. (2013, p.38).

Adicionalmente, a abordagem da Modelagem Matemática, tem-se a perspectiva interdisciplinar, que pode contribuir para o desenvolvimento de propostas colaborativas no processo de ensino-aprendizagem, ultrapassando as fronteiras do ambiente escolar convencional. A interdisciplinaridade é de extrema importância, pois permite a integração de diferentes disciplinas e áreas do conhecimento na resolução de problemas complexos e desafios contemporâneos. Ao promover a colaboração entre diversas áreas, a interdisciplinaridade possibilita soluções mais abrangentes e criativas do que aquelas que seriam alcançadas dentro de uma única disciplina.

No entanto, um desafio para atuar de forma interdisciplinar é que os professores precisam ter uma visão e compreensão do mundo mais dinâmica e analítica. É por meio da integração da Matemática com outras ciências que a formação dos professores pode contribuir para superar essa deficiência metodológica e especializada que, por vezes, é observada na atuação dos professores em sala de aula. Conforme ressaltado por Otte:

[...] essa deficiência na caracterização do objetivo, que acompanha a forte orientação metódica da especialização científica, verifica-se até entre os professores. No corpo docente, a especialização é levada tão longe que, mesmo entre os professores de uma mesma área, surgem sérias dificuldades em todas as questões curriculares. Onde existe obrigação de coordenação e sintonização, como na preparação de um programa disciplinar dentro de uma grade curricular, fortifica-se ainda mais orientação técnico-metódica (OTTE, 1993, p.112).

Neste sentido, a Modelagem Matemática, de forma implícita, abraça e fortalece a perspectiva interdisciplinar e por isso se constitui uma proposta com potencial para contribuir com uma formação do professor de Matemática mais interdisciplinar. Conforme Biembengut (2014, p.21), “[...] Modelagem é o processo envolvido na elaboração de modelo de qualquer área do conhecimento”, pois a modelagem “[...] permite a apropriação de conceitos e conhecimentos de outra área” (KLÜBER, 2010, p. 106). Portanto, a modelagem pode ser aplicada em diversas áreas do conhecimento no contexto educacional visto que neste processo a “[...] compreensão dos conceitos matemáticos, desenvolve habilidades de pesquisa e experimentação, leva em conta o contexto sociocultural e, por fim, viabiliza a interdisciplinaridade e a espiralização do currículo” (BARBOSA, 2001, p. 3-4).

As Diretrizes Curriculares Nacionais da Educação Básica afirmam que interdisciplinaridade de ser entendida como uma abordagem teórico-metodológica em que a ênfase incide sobre o trabalho de integração das diferentes áreas do conhecimento, um real trabalho de cooperação e troca, aberto ao diálogo e ao planejamento, assim:

A interdisciplinaridade pressupõe a transferência de métodos de uma disciplina para outra. Ultrapassa-as, mas sua finalidade inscreve-se no estudo disciplinar. Pela abordagem interdisciplinar ocorre a transversalidade do conhecimento constitutivo de diferentes disciplinas, por meio da ação didático-pedagógica mediada pela pedagogia dos projetos temáticos. Estes facilitam a organização coletiva e cooperativa do trabalho pedagógico [...]. Essa orientação deve ser enriquecida, por meio de proposta temática trabalhada transversalmente ou em redes de conhecimento e de aprendizagem, e se expressa por meio de uma atitude que pressupõe planejamento sistemático e integrado e disposição para o diálogo. (BRASIL, p. 28, 2013).

Assim, a modelagem matemática na educação, quando combinada com a abordagem interdisciplinar, desempenha esse papel extremamente importante no contexto do ensino e da aprendizagem significativa, mediada pelo diálogo constante entre professor aluno e conhecimento.

A Modelagem Matemática vai além da teoria e envolve a prática ativa, de acordo com Bassanezi (2002, p. 17): “A modelagem matemática é um processo que alia teoria e prática, motiva o usuário na procura do entendimento da realidade que o cerca na busca de meios para agir sobre ela e transformá-la”. A Modelagem Matemática incentiva os estudantes a superarem limites, explorarem soluções inovadoras e estudarem conteúdos de outras áreas do conhecimento. Ela os desafia a sair da zona de conforto, lançando-se em novos desafios e estabelecendo conexões interdisciplinares. Esse processo promove o desenvolvimento de habilidades cognitivas e criativas, resultando em uma aprendizagem mais significativa.

A Matemática e sua importância muitas vezes passam despercebidas no cotidiano das pessoas. No entanto, a habilidade de identificar um problema e expressá-lo por meio da linguagem matemática é uma verdadeira arte a “[...] arte de expressar por intermédio de linguagem matemática situações problema de nosso meio [...]” (BIEMBENGUT; HEIN, 2000, p. 8). De fato, um processo que requer criatividade e pensamento abstrato para transformar situações do mundo real em modelos matemáticos, permitindo uma análise mais precisa e a busca por soluções eficientes. É através dessa habilidade que a matemática se torna tangível e aplicável, revelando sua relevância no dia a dia.

Na Modelagem Matemática, o estudante é incentivado a utilizar seus conhecimentos prévios e buscar novas informações para apresentar e solucionar problemas. O aluno tem:

[...] a oportunidade de utilizar estratégias, conceitos, definições e procedimentos matemáticos para interpretar, construir modelos e resolver problemas em diversos contextos, analisando a plausibilidade dos resultados e a adequação das soluções propostas, de modo a construir argumentação consistente (BRASIL, 2018, p. 531).

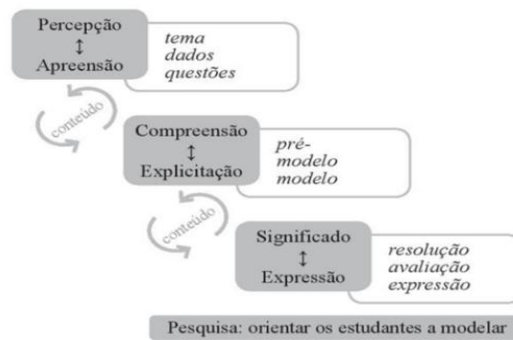
Isso promove o desenvolvimento de habilidades de resolução de problemas, pensamento crítico e criatividade, além de ampliar o repertório de conhecimentos matemáticos. Através dessa abordagem, o estudante se torna um participante ativo na construção do seu conhecimento.

A abordagem interdisciplinar, combinada com a Modelagem Matemática, promove soluções abrangentes e criativas para desafios contemporâneos. No entanto, é necessário que os professores tenham uma visão dinâmica e analítica para atuar de forma interdisciplinar. Em suma, a Modelagem Matemática estimula a prática ativa e a conexão com outras áreas, tornando a Matemática relevante e aplicável no dia a dia dos estudantes.

METODOLOGIA DE DESENVOLVIMENTO DO PROJETO

A metodologia aplicada se baseou na dinâmica da Modelagem Matemática, que desempenha um papel fundamental na educação, tornando o aprendizado da Matemática mais significativo e interessante para os alunos, além de desenvolver habilidades cruciais para seu sucesso acadêmico e profissional. Seguindo as etapas propostas por Biembengut (2019), a modelagem teve início com a escolha de problemas pelos próprios alunos, engajando-os diretamente na busca por soluções relacionadas a situações cotidianas, enquanto o professor assumia a responsabilidade de orientá-los. Biembengut (2019) destaca as seguintes etapas do processo de modelagem: percepção e apreensão – reconhecimento da situação-problema e familiarização com o assunto a ser pesquisado; compreensão e explicação – formulação da hipótese e resolução do problema em termos matemáticos; significado e expressão – interpretação da solução, avaliação e comunicação do modelo obtido.

Figura 1. Esquema do processo de modelação



Fonte. Biembengut (2019, p.51).

Ao seguir tais passos, não se deve compreendê-los como um processo linear, uma vez que é necessário revisitar e reelaborar etapas já percorridas ao longo do projeto. Além disso, algumas dessas etapas podem ocorrer simultaneamente.

Na etapa de percepção e apreensão, após a definição do tema, deu-se início ao plantio do feijão, acompanhando seu crescimento. Simultaneamente, realizou-se um levantamento sobre o feijão, com o propósito de familiarizar-se com o tema. O tema proposto foi escolhido pelo aluno e o professor assume a responsabilidade de orientá-lo ao longo desse processo.

Nesse contexto, desenvolveu-se um projeto com foco no feijão, com a ideia inicial de plantar e analisar o crescimento da planta por meio de uma função matemática. No entanto, foram enfrentadas dificuldades, como falhas na germinação dos grãos ou morte prematura das plantas, o que exigiu um estudo mais aprofundado sobre o feijão, seu cultivo e aspectos relacionados às Ciências. Esse estudo mais próximo da cultura do feijão envolveu também a compreensão do valor nutritivo do feijão e dos elementos químicos presentes nele.

Explorando os diversos elementos que podem agregar valor à temática do feijão, percebeu-se sua presença na culinária brasileira, com uma variedade de pratos típicos em cada região, evidenciando a diversidade culinária e as diferentes culturas presentes no Brasil. Além disso, o feijão se faz presente na música, poesia e pintura, mostrando a interdisciplinaridade desse tema. Essas perspectivas levaram à ideia de desenvolver um projeto interdisciplinar para estudar e escrever sobre as diferentes abordagens relacionadas ao feijão.

Durante a execução do projeto, foram conduzidos testes de cultivo do feijão, nos quais o crescimento das plantas era acompanhado diariamente e os dados eram registrados em uma tabela. Em seguida, essas informações foram inseridas em softwares como o Excel e o GeoGebra, permitindo a criação de gráficos que representavam visualmente o crescimento do feijão. No entanto, devido ao projeto ter sido desenvolvido no contexto da formação inicial de professores, surgiu a preocupação de criar algo que pudesse servir como exemplo para ser utilizado futuramente em sala de aula, explorando diferentes abordagens para ensinar conceitos como o de função.

O envolvimento na atividade de plantar e cuidar do próprio feijão desperta uma conexão pessoal profunda. Surge a reflexão de que, dentre inúmeros pés de feijão, este em particular é especial e merece mais atenção. A vontade de compreender seu

crescimento leva à pergunta: “Qual função matemática descreverá o desenvolvimento do meu pé de feijão?”

No contexto do ensino, é importante ressaltar que o ato de transmitir conhecimento vai além de simplesmente compartilhar informações. Essa abordagem engloba a empatia não apenas pelas pessoas envolvidas, mas também pelos objetos de estudo. Reconhece-se que a afeição e o interesse pelos elementos do estudo são essenciais para criar uma conexão significativa com os alunos e despertar a motivação intrínseca de explorar, compreender e representar matematicamente o crescimento do feijão.

Na fase de compreensão e explicitação, foi realizada a formulação dos problemas, levando à ideia de incorporar a Modelagem Matemática como parte da abordagem interdisciplinar. Uma vertente dessa abordagem envolveu a modelagem do crescimento do feijão por meio de uma função matemática. No entanto, o maior desafio não estava relacionado diretamente à Matemática, mas sim ao cultivo do feijão.

A proposta também incluiu a investigação sobre qual ambiente seria mais favorável para o desenvolvimento do feijão, se a areia ou a terra preta, além da comparação do crescimento nesses dois contextos. Após diversas tentativas de cultivo, orientações de um agrônomo e a utilização de sementes apropriadas para o plantio, definiu-se a seguinte questão-problema: É possível observar e representar graficamente o crescimento inicial da cultura de feijão, cultivada em diferentes contextos, um na areia e o outro na terra preta com adição de nitrogênio?

É importante ressaltar que esse percurso não ocorreu de maneira linear. Foram plantadas e analisadas várias mudas, realizadas tentativas em diferentes solos, utilizando diversos tipos de fertilizantes e grãos. Essa persistência demonstra a importância de não desistir e continuar conduzindo múltiplos experimentos e dos problemas enfrentados no dia a dia pelos produtores rurais com a cultura do feijão.

Na etapa de significado e expressão, os gráficos foram desenvolvidos no software GeoGebra, explorando as relações matemáticas presentes nas funções. Essa fase permitiu não apenas obter uma representação visual dos dados, mas também investigar as conexões matemáticas inerentes à construção dos gráficos. A função logarítmica foi assumida como a melhor expressão para modelar o crescimento inicial da cultura do feijão, oferecendo um bom ajuste de curvas e contemplando conteúdos do programa curricular da educação básica.

No decorrer do desenvolvimento da pesquisa, foram realizadas apresentações programadas do projeto em andamento durante as aulas de Modelagem Matemática. Além disso, houve um diálogo constante com toda a turma, mesmo que o projeto tenha sido elaborado por um único aluno. Todos os alunos participantes da disciplina estiveram envolvidos nas discussões e contribuíram para o desenvolvimento do projeto. Dessa maneira, buscou-se compreender a relação entre os dias de crescimento e a altura das plantas, utilizando essas informações como base para introduzir conceitos como função e o papel das funções logarítmicas nas aplicações práticas em um contexto interdisciplinar contextualizado à educação básica. Para alcançar esse objetivo, foram utilizadas diferentes abordagens, como tabelas, descrições verbais, gráficos e expressões algébricas, a fim de construir um entendimento completo das relações matemáticas envolvidas.

A análise dos resultados foi dividida em dois tópicos distintos. O primeiro “Unindo Saberes: A Interdisciplinaridade do Feijão nas Perspectivas da Arte, Biologia, Filosofia, Química, Língua Portuguesa e Cultura Brasileira” aborda a Modelagem Matemática no contexto interdisciplinar, especificamente relacionada ao estudo do feijão. Os resultados demonstraram de forma efetiva como explorar propostas interdisciplinares na educação, utilizando o feijão como tema central. Vale ressaltar que outros temas poderiam ser abordados sob a mesma perspectiva, tais como o milho, a mandioca ou até mesmo animais, entre outros.

No segundo tópico “Do Solo ao Gráfico: Análise dos Resultados do Crescimento do Feijão”, a ênfase foi dada ao crescimento inicial da cultura do feijão e à sua aplicação no contexto da Matemática. O objetivo central foi explorar a relação entre o tempo em dias e a altura da planta ao longo de seu desenvolvimento. Para a coleta e compilação dos dados referente a análise do crescimento, realizou-se semeadura em dois tipos de substrato, um na areia e o outro na terra preta com adicional de nitrogênio. Os dados foram registrados na tabela, diariamente, acompanhando o crescimento das hastes. Foi possível construir uma tabela e então organizar os dados para a compilação e análises. Assim, o trabalho possibilitou representar a função logarítmica relativa ao crescimento do feijão, verbalmente, algebricamente, numericamente e visualmente. Resultando em uma análise e interpretação aprofundadas das informações matemáticas presentes.

Em conclusão, a aplicação da Modelagem Matemática de forma interdisciplinar na educação básica revela-se uma abordagem valiosa para explorar e compreender a cultura inicial do crescimento de feijão. Ao combinar conceitos matemáticos com conhecimentos de outras disciplinas, os estudantes podem adquirir uma compreensão mais ampla e significativa desse fenômeno agrícola. Através dessa abordagem, os alunos têm a oportunidade de desenvolver habilidades matemáticas, ao mesmo tempo em que são incentivados a explorar conceitos relacionados à Biologia, Filosofia, Química, Língua Portuguesa, Cultura Brasileira entre outras áreas de conhecimento.

UNINDO SABERES: A INTERDISCIPLINARIDADE DO FEIJÃO NAS PERSPECTIVAS DA ARTE, BIOLOGIA, FILOSOFIA, QUÍMICA, LÍNGUA PORTUGUESA E CULTURA BRASILEIRA

Neste tópico, busca-se discorrer sobre o viés interdisciplinar atrelado ao feijão, apresentando um estudo sobre a etimologia, fenologia e classificação do feijão relacionado à disciplina de Biologia e Ciências. Na área da Química, ao estudar sobre o valor nutritivo do feijão, são explorados os componentes e processos envolvidos na estrutura e função do feijão.

Atrelado à Cultura Brasileira e ao valor nutricional do feijão em diversos pratos brasileiros, discorre-se sobre a crítica social a partir do pensamento da Filosofia. E no plano da Arte, são apresentadas a música “A Matemática do Feijão”, o poema “Catar Feijão” e a pintura em tela “Colheita de Feijão”. No poema, destacam-se as interfaces com a Língua Portuguesa. Assim, tem-se um tema, o feijão, e uma fonte inesgotável de possibilidades a serem exploradas em diversas disciplinas.

O feijão tem uma longa história que remonta a várias civilizações antigas. Desde o antigo Egito e Grécia, onde era cultivado como símbolo da vida, até Roma, onde era

apreciado como uma iguaria gastronômica, o feijão desempenhou um papel significativo na cultura e na alimentação. Registros mostram seu cultivo na Suíça desde a Idade do Bronze, e na antiga Tróia, era o alimento favorito dos soldados troianos (LEME, 2015). Há referências até mesmo na Bíblia, onde o feijão é mencionado como parte da alimentação diária: “Pegue trigo e cevada, feijão e lentilha, painço e espelta; ponha-os numa vasilha e com eles faça pão para você. Você deverá comê-lo durante os trezentos e noventa dias em que estiver deitado sobre o seu lado.” (BÍBLIA, EZEQUIEL, 4:9). Essa leguminosa tem uma história rica e diversificada, sendo apreciada e cultivada em várias partes do mundo ao longo dos séculos.

O feijão comum, cujo gênero é *Phaseolus* L., tem sua origem nas Américas e compreende cerca de 55 espécies, das quais apenas cinco são cultivadas (DEBOUCK, 1993). Dentre essas espécies, destaca-se o feijão comum, conhecido cientificamente como *Phaseolus vulgaris*, que é a mais importante em termos de cultivo ao longo dos anos e a mais amplamente cultivada nos cinco continentes (SANTOS; GAVILANES, 1998). Na botânica, o feijão comum, *Phaseolus vulgaris*, é classificado como:

Quadro 1.- Classificação do feijão comum

Reino:	Vegetal	Família:	Fabaceae (Leguminosae)
Ramo:	Embryophytae syphonogamae	Subfamília:	Faboideae (Papilionoideae)
Sub-ramo:	Magnoliophyta (Angiospermae)	Tribo:	Phaseoleae
Classe:	Magnoliopsida (Dicotyledoneae)	Subtribo:	Phaseolineae
Subclasse:	Archichlamydeaceae	Gênero:	<i>Phaseolus</i> L.
Ordem:	Rosales	Espécie:	<i>Phaseolus vulgaris</i> L.

Fonte. adaptado de Cronquist (1988); Santos e Gavilanes (1998).

O feijão comum, *Phaseolus vulgaris* L., foi domesticado em dois principais centros, além de um terceiro centro de menor importância (DEBOUCK, 1993). O primeiro centro de domesticação está localizado na região central, principalmente no México. O segundo centro está situado no sul dos Andes, abrangendo o norte da Argentina e o sul do Peru. O terceiro centro de domesticação é encontrado na Colômbia.

No Brasil, o feijão comum desempenha um papel fundamental na alimentação e na cesta básica dos brasileiros, sendo conhecido por sua alta concentração de proteínas. O país é o maior produtor e consumidor de feijão comum, cultivando-o em todo o território nacional (ARAUJO et al., 1996). Segundo a União Nacional da Bioenergia (UDOP), em 2022, a produção brasileira de feijão foi estimada em 3,05 milhões de toneladas, das quais 1,813 milhão correspondem ao feijão-comum (UDOP, 2022). Esses resultados dependem de um clima favorável ao cultivo. De acordo com a Conab (2023), na safra 2021/22 o estado do Mato Grosso cultivou 157,3 mil hectares de feijão, resultando em uma produção total de 255,3 mil toneladas. No entanto, o mercado do feijão apresenta variações sazonais e importações também ocorrem para suprir demandas específicas. Globalmente, o feijão comum da espécie *Phaseolus vulgaris* L. é

o mais cultivado, contribuindo com 95% da produção mundial. Sua importância para a sociedade brasileira está ligada à alimentação, cultura e economia.

O feijão comum no Brasil também tem importância do ponto de vista social, pois 72% da produção ocorre em propriedades menores que 20 hectares (IBGE, 2006), ou seja, sua produção é realizada principalmente em pequenas propriedades com base no trabalho familiar, além de possuir um valor nutricional significativo para os seres humanos. Diversos elementos químicos estão presentes no feijão e desempenham papéis fundamentais na composição de suas moléculas orgânicas (Quadro 2).

Quadro 2. Composição nutricional do feijão

Cada 100g de feijão cru contém, em média:							
Proteínas:	22 g	Lipídios:	1,6 g	Vitamina A:	2 µg	Fósforo:	247 mg
Carboidratos:	61 g	Cinza:	3,6 g	Vitamina B1	0,54 mg	Ferro:	7,6 mg
Fibras:	4,3 g	Cálcio:	86 mg	Vitamina B2:	0,16 mg		

Fonte. adaptado de Chaves e Bassinello (2014, p.16).

Em relação aos valores nutricionais, destacam-se o carbono (C), que é essencial na formação dos carboidratos presentes no feijão, como a celulose, a hemicelulose e o amido. Os carboidratos são a principal fonte de energia para o organismo, fornecendo calorias utilizadas nas atividades diárias. Nas proteínas, o nitrogênio (N) é um elemento fundamental para a formação de aminoácidos, que por sua vez são utilizados na síntese de proteínas, sendo o nutriente requerido em maior quantidade pela planta de feijão, com influência direta na sua produtividade (BUZETTI, et al., 2015). O feijão é uma excelente fonte de proteínas vegetais, essenciais para a construção e reparação dos tecidos, além de desempenharem funções enzimáticas, hormonais e de transporte. Os lipídios encontrados no feijão, embora em menor quantidade do que as proteínas e os carboidratos, também são importantes para a dieta. Eles fornecem energia concentrada, auxiliam na absorção de vitaminas lipossolúveis e desempenham um papel estrutural nas membranas celulares. Os lipídios são compostos por carbono, hidrogênio (H) e oxigênio (O) (CHAVES; BASSINELLO (2014).

As fibras alimentares presentes no feijão são compostas principalmente por carboidratos complexos, como a celulose, e são encontradas em abundância. Embora não sejam digeridas pelo organismo humano, as fibras desempenham um papel crucial na saúde digestiva, ajudando na regulação do trânsito intestinal, na absorção de nutrientes e no controle do colesterol e da glicose no sangue. Quanto às vitaminas e minerais, embora não sejam elementos químicos por si só, são essenciais para uma nutrição adequada. O feijão é uma boa fonte de minerais como potássio, ferro, magnésio e fósforo, além de fornecer vitaminas do complexo B, como tiamina (B1), riboflavina (B2), niacina (B3) e ácido fólico (B9) (CHAVES; BASSINELLO (2014).

É importante ressaltar que o valor nutricional do feijão pode variar de acordo com o tipo de feijão e a forma de preparo. Portanto, é sempre recomendado incluir uma

variedade de alimentos saudáveis em uma dieta equilibrada para se obter todos os nutrientes essenciais.

Além de seus benefícios nutricionais, o feijão é um alimento extremamente popular no Brasil e está presente em diversas comidas típicas de diferentes regiões do país. Algumas das principais comidas típicas brasileiras que incluem o feijão são:

Figura 2. Pratos típicos brasileiros com feijão



Feijoada

- Feijão preto, carne seca, linguiça, bacon, costelinha de porco, entre outros ingredientes. (Várias regiões do Brasil)



Tutu de feijão

- Feijão, farinha de mandioca, temperos, torresmo e linguiça. (Minas Gerais)



Feijão tropeiro

- Feijão com linguiça, bacon, ovos, farinha de mandioca e temperos. (Minas Gerais)



Carioquinha

- Consiste em arroz, feijão preto, bife, ovo frito, batata frita e salada. (Rio de Janeiro).



Baião de Dois

- Arroz, feijão, bacon, salsicha, queijo e condimentos. (Nordeste)



Dobradinha com Feijão Branco

- Seus ingredientes são feijão branco, bacon, linguiça calabresa, paio e dobradinha. (Várias regiões do Brasil)

Fonte. acervo da pesquisa (2023).

O feijão desempenha um papel central na culinária brasileira, estando presente em diversas comidas típicas de diferentes regiões do país, como a Feijoada, Tutu de Feijão, Feijão Tropeiro, Carioquinha, Baião de Dois e Dobradinha com Feijão Branco. Além de suas propriedades nutritivas e seu papel no contexto agrícola e científico, o feijão também se tornou um símbolo cultural, representando a história e a identidade de cada região.

Essa conexão entre o feijão e a Cultura Brasileira também encontra expressão artística na música “Matemática do Feijão” de Bezerra da Silva. Nessa poderosa composição, o cantor utiliza o feijão como símbolo da realidade social, abordando de forma bem-humorada e irônica as questões de desigualdade e pobreza que muitos brasileiros enfrentam. A música destaca a necessidade de economia e divide o feijão de forma matematicamente calculada, exemplificando a vida cotidiana dos mais necessitados. Essa abordagem peculiar de Bezerra, que combina crítica social e humor, reflete a maneira como o feijão se tornou não apenas um alimento querido, mas também um símbolo cultural e uma representação das realidades vividas pelos brasileiros.

Figura 3. Trechos da música Matemática do feijão.

	Matemática do Feijão		
	Bezerra da Silva		
	Somos oito lá em casa	Eu vou ensinar a todos	Meio quilo de arroz
	E o dinheiro não chegava não	O que faço para economizar	Lá em casa dura uma semana
	Fui obrigado a baixar um decreto	Compro um quilo de feijão	Pobre não come carne
	E passar um mês inteiro	E sei de cabeça quantos caroços vão dar	Pobre que come carne
	Com um quilo de feijão	880 dividido por 8, 110 pra cada um	É pobre bacana
		É dessa maneira que eu faço economia	Somos vegetarianos
		Cada um tem o direito a 3 caroços por dia	A necessidade é quem quer assim
			Só que nossa verdura não se compra na quitanda
			Já estamos acostumando com salada de capim

Fonte. adaptado de Silva (1986).

O cantor utiliza cálculos matemáticos para mostrar como eles precisam economizar ao dividir um quilo de feijão igualmente entre os oito membros da família. Além disso, ele menciona a falta de carne na dieta e brinca com a ideia de que “pobre que come carne é pobre bacana”. A música é um exemplo do estilo característico de Bezerra da Silva, que aborda temas sociais de forma bem-humorada através do samba de breque. A canção é uma prova de que é possível fazer música com um tema simples, mas que é parte fundamental da cultura e do cotidiano de muitos brasileiros.

Nesse sentido, a música “Matemática do Feijão” pode ser associada à arte de trabalhar com a Modelagem Matemática na educação, mostrando que a Matemática pode ser abordada de forma criativa e contextualizada, ampliando o engajamento dos alunos e promovendo uma compreensão mais profunda dos conceitos. Assim como a música de Bezerra, a Modelagem Matemática pode ser uma forma de expressão artística que conecta a Matemática com a realidade e os desafios enfrentados pelas pessoas.

Seguindo a mesma linha, o poema “Catar Feijão” de João Cabral de Melo Neto (Figura 4), publicado pela primeira vez, em 1950, também revela uma expressão artística notável, prestando uma bela homenagem à leguminosa. Composto por 16 versos divididos em duas estrofes de 8 versos cada, o poema apresenta uma estrutura organizada que proporciona uma leitura fluida e de fácil compreensão. Através desse formato, o autor explora de forma criativa e envolvente a temática do feijão, tornando-o um símbolo significativo em sua obra.

Figura 4. Poema Catar feijão

	Catar Feijão (João Cabral de Melo Neto)	
	1) Catar feijão se limita com escrever: joga-se os grãos na água do alguidar e as palavras na folha de papel; e depois, joga-se fora o que boiar. Certo, toda palavra boiará no papel, água congelada, por chumbo seu verbo: pois para catar esse feijão, soprar nele, e jogar fora o leve e oco, palha e eco.	2) Ora, nesse catar feijão entra um risco: o de que entre os grãos pesados entre um grão qualquer, pedra ou indigesto, um grão imastigável, de quebrar dente. Certo não, quando ao catar palavras: a pedra dá à frase seu grão mais vivo: obstrui a leitura fluviente, flutual, açula a atenção, isca-a como o risco.

Fonte. adaptado de Neto (1997, p.6-7).

O poema analisa a relação metafórica entre catar feijão e escrever, estabelecendo paralelos entre a seleção dos grãos e a escolha das palavras em um texto. Utiliza imagens sensoriais para transmitir uma experiência concreta ao leitor, como jogar os grãos de feijão na água do alguidar, soprar o feijão e sentir o risco de uma pedra na boca ao quebrar um dente. Apresenta um ritmo cadenciado, marcado por versos bem construídos e pausas estratégicas. Por meio de uma linguagem concisa, evita o uso de

palavras desnecessárias e busca transmitir a mensagem de forma direta e impactante. O autor explora a sonoridade e o significado das palavras, criando jogos de palavras e ressaltando a importância da escolha adequada na escrita. A análise ressalta a complexidade da escrita e a importância da seleção cuidadosa das palavras para uma comunicação efetiva, demonstra ainda a habilidade do autor em utilizar a linguagem de forma criativa e expressiva, despertando sensações e reflexões no leitor.

Outra expressão artística brasileira que faz referência ao feijão é a obra “Colheita de Feijão”, do pintor Candido Portinari que retrata trabalhadores colhendo feijão no campo, pintada em 1957. A pintura transmite movimento, mostra a importância do trabalho rural e evidencia a realidade dos agricultores brasileiros.

Figura 5. Colheita de Feijão de Candido Portinari.



Fonte. Google Arts & Culture³.

A composição da obra é dominada por tonalidades terrosas, com os tons de marrom, verde e amarelo predominando em toda a tela. Essas cores transmitem a dureza da vida dos trabalhadores rurais, ao mesmo tempo em que refletem a riqueza e fertilidade da terra brasileira. A obra também carrega uma mensagem social sobre a valorização do trabalho manual e a importância da agricultura. É um símbolo da identidade e Cultura Brasileira.

Em conclusão, neste tópico, foram abordados de forma interdisciplinar conceitos relacionados à cultura do feijão, bem como os estudos necessários para o cultivo bem-sucedido dessa planta. Além disso, foi enfatizada a importância do feijão tanto na Cultura Brasileira quanto em escala global, juntamente com a análise de seu valor nutritivo. No campo da nutrição, foram apresentados estudos relacionados à Química, que investigam os componentes e processos envolvidos na estrutura e função do feijão.

É válido ressaltar duas vertentes significativas. Por um lado, foram exploradas expressões artísticas, como a música “Matemática no feijão”, a poesia “Catar feijão” e a pintura “Colheita de feijão”, que permitem uma visão da própria arte de modelagem, adaptação e criação de representações. Assim como um artista utiliza pincéis, cores e formas para expressar sua visão e evocar emoções, um escritor seleciona cuidadosamente as palavras para transmitir sentimentos e conhecimentos, enquanto o músico, por meio das letras de uma canção, busca retratar a pobreza e a fome com ironia

³ PORTINARI, Candido. **Colheita de Feijão**. [Óleo sobre tela]. Rio de Janeiro, 1957. Disponível em: <[Colheita de Feijão - Candido Portinari — Google Arts & Culture](#)>. Acesso em: 14 jul. 2023.

e humor. Essas formas de arte demandam habilidades de abstração, análise crítica e criatividade, simplificando e traduzindo aspectos complexos do mundo. Tais habilidades são igualmente essenciais no desenvolvimento de propostas de Modelagem Matemática. Por outro lado, no contexto do ensino, é considerada a interdisciplinaridade. Ao explorar os elementos que compõem a poesia, adentra-se no âmbito da Língua Portuguesa. Nesse sentido, é possível identificar críticas sociais presentes nas letras das músicas, as quais estão intimamente relacionadas à Cultura Brasileira e podem ser associadas também ao contexto filosófico. Além disso, compreender plenamente uma pintura requer o conhecimento da história e da cultura do Brasil.

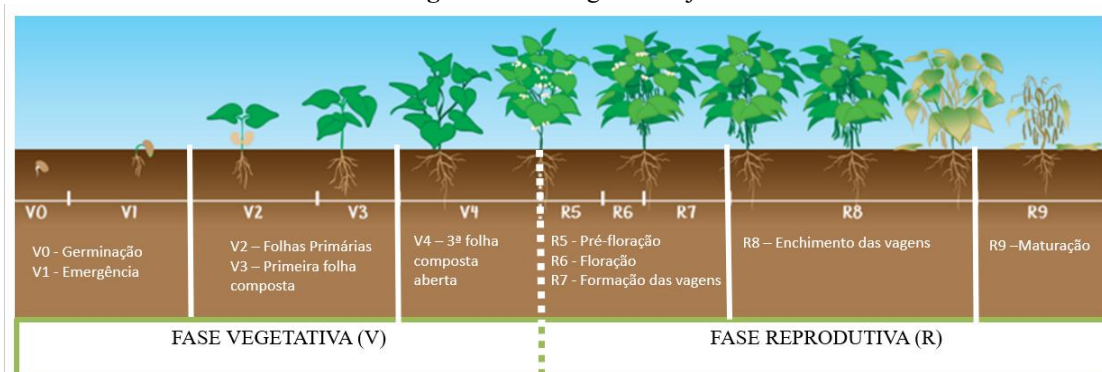
Essas abordagens interdisciplinares revelam a riqueza de possibilidades e a complexidade envolvida na compreensão tanto dos fenômenos matemáticos quanto dos aspectos multifacetados do feijão. Ao explorar o feijão sob diferentes perspectivas, é possível obter insights valiosos e desenvolver uma apreciação mais profunda desse alimento tão relevante na cultura e no cotidiano brasileiro.

DO SOLO AO GRÁFICO: ANÁLISE DOS RESULTADOS DO CRESCIMENTO DO FEIJÃO

A pesquisa se deu através de observações e metragens aproximadas, devido à fragilidade dos caules (haste) do feijão. Para a análise, foi usado dois recipientes plásticos distintos de 4L, um com 1kg de terra preta vegetal acrescido de 2g de nitrogênio tendo como fonte a ureia e outro com 1kg de areia sem nitrogênio.

A planta do feijão passa por um ciclo biológico que é dividido em fases vegetativas e reprodutivas, de acordo com Fernandez et al. (1985). Cada uma dessas fases é composta por dez etapas distintas, como ilustrado na Figura 6.

Figura 6. Fenologia do feijão



Fonte. adaptado de Oliveira et al. (2018, p.14).

A fase vegetativa da planta do feijão é caracterizada pelo crescimento e desenvolvimento das partes vegetativas, como raízes, folhas e caule, estabelecendo a base para o futuro crescimento. Já na fase reprodutiva, a planta concentra sua energia na produção de flores, polinização e formação das vagens, onde os grãos de feijão se desenvolvem. Essa transição marca o início da reprodução da planta, garantindo sua continuidade.

De acordo com Oliveira et al. (2018), a planta do feijão passa por quatro fases vegetativas distintas ao longo de seu ciclo de vida. A primeira fase, denominada V0, tem início no dia da sementeira em solo úmido ou no dia da chuva/irrigação quando a sementeira ocorre em solo seco. Nessa fase, a semente absorve água, incha e inicia o processo de germinação. Os cotilédones emergem acima da superfície do solo.

A segunda fase, conhecida como V1, ocorre quando 50% dos cotilédones são visíveis e começam a se separar. Essa fase se encerra quando as folhas primárias se abrem completamente.

Na fase V2, as folhas primárias têm seu crescimento e expansão, posicionando-se horizontalmente. A fase V2 termina quando a primeira folha trifoliolada se abre.

A fase V3 é marcada pelo surgimento da primeira folha composta, formada por três folíolos menores. Essa folha trifoliolada se exhibe completamente aberta e plana. A fase V3 se encerra quando a segunda folha trifoliolada está em pleno crescimento e a terceira folha se abre.

A fase V4 é caracterizada pela completa abertura da terceira folha trifoliolada, além do desenvolvimento dos primeiros ramos secundários. Sua duração varia dependendo do tipo de cultivar, sendo menor em cultivares de hábito ereto (tipo I) e maior em cultivares de hábitos semieretos, prostrados ou trepadores (tipos II, III e IV). A fase V4 é concluída com o surgimento dos botões florais, cujo tempo varia de acordo com o ciclo e o tipo de crescimento da cultivar.

No estudo em questão, o desenvolvimento da planta do feijão foi registrado diariamente, observando e analisando o comportamento das hastes até a fase V4, que corresponde à fase vegetativa, uma vez que o foco do estudo foi explorar o crescimento inicial da cultura de feijão. A Figura 7 apresenta o processo do experimento, destacando a observação das mudanças de estágios ocorridas no crescimento inicial da cultura do feijão semeado em dois tipos de substratos, um na areia sem nitrogênio e o outro terra preta com adicional de nitrogênio.

Figura 7. Estádios fenológicos observados nos dois substratos utilizados.



Fonte. acervo da pesquisa (2023).

Com base na Figura 7, é possível observar as diferentes fases de crescimento do feijão, desde a germinação até a fase V4, relacionada à presença da terceira folha trifoliolada. Esses estádios foram cuidadosamente acompanhados, e os dados correspondentes foram registrados e organizados na tabela 1, a qual fornece uma representação numérica da função do crescimento inicial da cultura do feijão. Por meio desses registros, é possível analisar e obter informações mais detalhadas sobre o desenvolvimento do feijão, utilizando uma abordagem Matemática.

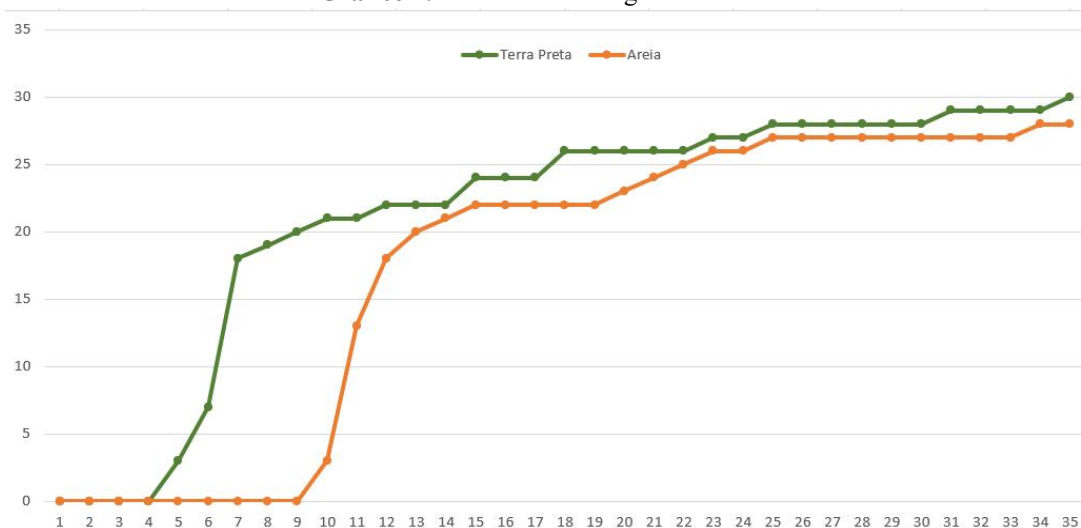
Tabela 1. Crescimento do feijão (cm).

Dias	Areia sem nitrogênio	Terra preta com nitrogênio	Dias	Areia sem nitrogênio	Terra preta com nitrogênio
01	0	0	19	22	26
02	0	0	20	23	26
03	0	0	21	24	26
04	0	0	22	25	26
05	0	3	23	26	27
06	0	7	24	26	27
07	0	18	25	27	28
08	0	19	26	27	28
09	0	20	27	27	28
10	3	21	28	27	28
11	13	21	29	27	28
12	18	22	30	27	28
13	20	22	31	27	29
14	21	22	32	27	29
15	22	24	33	27	29
16	22	24	34	28	29
17	22	24	35	28	30
18	22	26			

Fonte. Elaborado pelos autores, 2023.

O gráfico 1 foi gerado no Excel e ilustra o crescimento dos grãos fornecendo uma representação visual da função em análise. Através desse gráfico e dos dados da tabela 1, é possível perceber a diferença no crescimento inicial da cultura do feijão.

Gráfico 1. Crescimento dos grãos no Excel.



Fonte. Elaborado pelos autores, 2023.

Comparando as fases V0, pode-se observar que na terra preta com nitrogênio essa fase compreende o período de 1 a 4 dias, enquanto na areia sem nitrogênio vai de 1 a 9 dias. Nas fases V1 até V2, ocorre um aumento significativo na taxa de variação em ambas as plantas, embora na areia sem nitrogênio seja necessário mais tempo para a germinação e desenvolvimento das folhas primárias.

No experimento realizado, foi observado que o feijão cultivado em terra preta com a presença de nitrogênio apresentou uma altura maior em comparação com as plantas cultivadas na areia sem nitrogênio. Além disso, a germinação ocorreu cinco dias antes no solo com nitrogênio em comparação com o solo sem nitrogênio.

Esses resultados indicam que a presença de nitrogênio na terra preta desempenha um papel fundamental no crescimento inicial do feijão. O nitrogênio é um nutriente essencial para o desenvolvimento das plantas, influenciando diretamente seu crescimento vegetativo. A disponibilidade adequada de nitrogênio no solo proporciona às plantas a energia necessária para a formação de tecidos vegetais, resultando em uma altura maior.

Por outro lado, as plantas cultivadas na areia, que possui uma capacidade de retenção de água e nutrientes limitada, apresentaram um crescimento menos vigoroso em comparação com aquelas cultivadas na terra preta com nitrogênio. A ausência de nitrogênio na areia pode ter limitado o suprimento adequado de nutrientes para as plantas, afetando seu desenvolvimento.

Esses resultados destacam a importância da presença de nitrogênio no solo para o crescimento e desenvolvimento saudável das plantas de feijão. A escolha de um solo fértil, como a terra preta, aliada à adição de nitrogênio, pode promover um crescimento mais robusto e vigoroso das plantas.

Nas fases V3 e V4, pode ser observado pelo gráfico 1 que tanto as plantas cultivadas na terra preta quanto na areia apresentaram taxas de variação semelhantes. No entanto, um aspecto interessante a se destacar é o fato de que as plantas cultivadas na terra preta atingiram uma altura maior em comparação com aquelas cultivadas na areia.

Embora não tenha sido objeto de análise neste experimento, é evidente que as plantas cultivadas na terra preta apresentaram um maior número de folhas, além de um caule mais espesso e resistente. Essas características podem estar relacionadas à presença de nitrogênio na terra preta. O nitrogênio é um nutriente essencial para o desenvolvimento das plantas, especialmente no que diz respeito à formação de tecidos vegetais e ao crescimento vigoroso.

Quando as sementes germinam mais cedo, as plantas têm uma vantagem inicial, podendo estabelecer-se mais cedo no ambiente. Isso significa que elas terão um período de crescimento e desenvolvimento mais longo, o que pode resultar em um maior acúmulo de biomassa, maior desenvolvimento de raízes e maior capacidade de absorção de nutrientes e água do solo. Esses fatores contribuem para um crescimento mais vigoroso e uma planta mais saudável.

Além disso, uma germinação mais rápida também significa que a planta entrará mais cedo em estágios de desenvolvimento subsequentes, como a formação de folhas, a produção de flores e a maturação dos grãos. Isso pode resultar em uma antecipação na colheita, permitindo que os grãos de feijão sejam colhidos mais cedo, antes de condições adversas ou degradação da qualidade dos grãos.

Outro aspecto importante é a possibilidade de um ciclo de cultivo mais curto. Se as plantas germinam mais cedo, amadurecem mais rapidamente e são colhidas mais cedo, pode-se ter mais ciclos de cultivo em um determinado período. Isso é especialmente relevante para regiões com estações curtas de crescimento ou onde há necessidade de otimizar a produção em um período limitado.

A germinação precoce do feijão pode trazer benefícios para o desenvolvimento, maturação e colheita da planta. Isso resulta em um crescimento mais vigoroso, antecipação na colheita e maior possibilidade de realizar mais ciclos de cultivo em um período determinado.

É importante realizar uma análise mais aprofundada sobre a presença de nitrogênio na terra preta e como isso pode contribuir para o melhor desenvolvimento das plantas de feijão, além da dose correta de nitrogênio via fertilizantes, nesse tipo de solo. Investigar os efeitos desse nutriente no crescimento foliar, desenvolvimento do caule, resistência das plantas e suprimento de proteínas nos grãos, pode fornecer informações valiosas sobre os benefícios da terra preta enriquecida com nitrogênio para a cultura do feijão.

Além disso, essa análise pode ser complementada pela utilização de uma função matemática que relacione o número de dias com a altura registrada do pé de feijão. Dessa forma, será possível estabelecer uma relação precisa e quantitativa entre o tempo de crescimento e a altura do feijão, contribuindo para um melhor entendimento do processo de crescimento e para o aprimoramento das práticas de manejo e cultivo dessa cultura essencial.

Por exemplo, ao considerar uma função $f(d)$ em que d representa o número de dias e $f(d)$ representa a altura do pé de feijão no dia d , pode-se ter uma equação como: $f(d) = a * d + b$.

Nessa equação, a e b são constantes que determinam a taxa de crescimento e a altura inicial do pé de feijão, respectivamente. Essa função linear simples representa um crescimento constante do feijão em relação aos dias, onde a altura aumenta de forma proporcional a cada dia.

No entanto, é importante observar que o crescimento do feijão na realidade pode ser mais complexo e não necessariamente linear, veja o gráfico 2. Portanto, é possível que outros tipos de funções matemáticas, como funções exponenciais ou logarítmicas, sejam mais adequadas para descrever o crescimento do feijão de forma mais precisa, dependendo das condições específicas do experimento ou da observação realizada.

No software GeoGebra, foi gerado o gráfico 2 da função utilizando regressão logarítmica. Uma descrição algébrica da função logarítmica pode ser descrita pela equação $f(x) = a + b \ln(x)$.

A parte $\ln(x)$ na função é o logaritmo natural de x . O logaritmo natural é uma função matemática que associa a um número positivo x o expoente ao qual a constante matemática e (aproximadamente igual a 2,71828) deve ser elevada para obter o valor de x . Dessa forma, $\ln(x)$ nos fornece o valor do expoente que eleva a constante e para produzir o valor x .

Na análise do crescimento do feijão termo $b \ln(x)$ representa o crescimento da planta ao longo do tempo. O coeficiente b indica a taxa de crescimento da planta, enquanto $\ln(x)$ modula esse crescimento com base nos dias decorridos. O valor de $\ln(x)$

aumenta à medida que os dias passam, resultando em um crescimento gradualmente maior da planta.

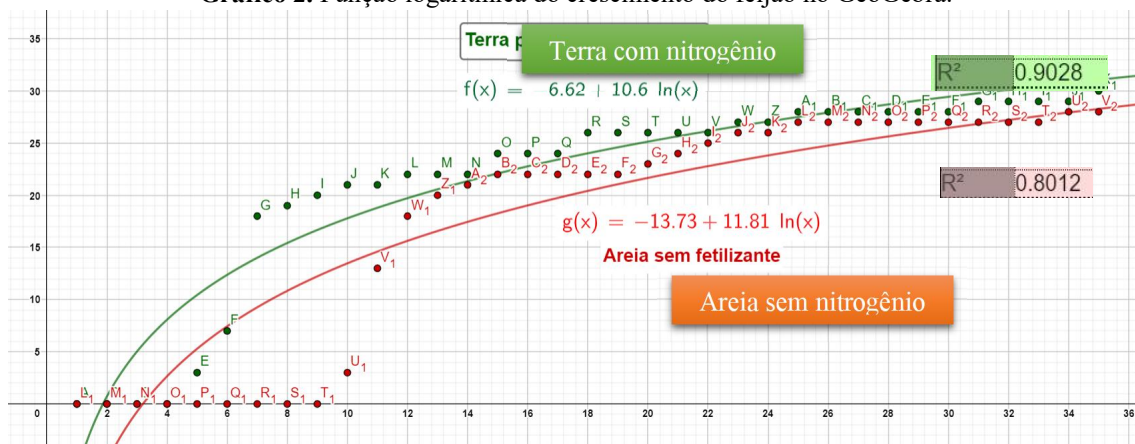
O termo a é uma constante que desloca verticalmente o gráfico da função para cima ou para baixo. Essa constante ajusta a altura inicial da planta no primeiro dia do experimento.

Dessa forma, a expressão verbal da função pode ser expressa, em palavras, como sendo a função que relaciona os dias com a altura da planta, permitindo avaliar como a altura da planta varia ao longo do tempo no contexto do experimento.

Para modelar o crescimento da planta na terra preta com nitrogênio, utilizou-se a função $f(x) = -6,62 + 10,6\ln(x)$, em que x representa os valores do domínio da função em dias, e $f(x)$ representa a altura da planta em centímetros. O gráfico 2, plotado no GeoGebra, fornece a representação visual da função.

O domínio da função $f(x)$ deve ser para todo x pertencente aos números reais, com a restrição de que x seja maior que 1,87. Essa restrição garante que se tenha apenas valores positivos na imagem, evitando valores negativos que não fariam sentido no contexto do crescimento da planta. No caso específico do experimento, pode-se aproximar o domínio para $2 \leq x \leq 35$, levando em consideração que o experimento foi realizado nesse intervalo de dias, logo definido no conjunto dos números inteiros.

Gráfico 2. Função logarítmica do crescimento do feijão no GeoGebra.



Fonte. Elaborado pelos autores, 2023.

Por outro lado, para modelar o crescimento na areia sem nitrogênio, utilizou-se a função $g(x) = -13,73 + 11,81\ln(x)$. Nesse caso, o domínio da função $g(x)$ pode ser restrito a x maior que 3,20, para todo x pertencente aos números reais. Considerando novamente o caso específico do experimento, podemos escrever o domínio como $4 \leq x \leq 35$, levando em consideração o intervalo de tempo do experimento em dias pertencente aos números inteiros.

Essa abordagem de análise dos resultados permite explorar não apenas o aspecto visual dos gráficos, mas também incentiva os alunos a analisar e interpretar as informações matemáticas presentes nas relações estudadas. Ao relacionar o crescimento do feijão com a altura em função dos dias, os alunos têm a oportunidade de compreender e aplicar conceitos matemáticos em um contexto real.

Ao estudar as funções matemáticas que descrevem o crescimento do feijão, como a função logarítmica $f(x) = -6,62 + 10,6\ln(x)$, há o desafio de compreender a

influência dos parâmetros a e b na taxa de crescimento e altura inicial da planta. Além disso, foi possível explorar a representação gráfica, com o uso de software como GeoGebra e Excel, para visualizar e analisar o comportamento do crescimento inicial da cultura do feijão.

Essa abordagem promove uma compreensão mais ampla e significativa das funções matemáticas e de suas aplicações no contexto do crescimento do feijão. Os alunos são incentivados a fazer conexões entre a teoria matemática e as observações empíricas, desenvolvendo habilidades de análise, interpretação e resolução de problemas. Além disso, ao explorar dados reais e trabalhar com funções matemáticas, os alunos são estimulados a pensar criticamente e a fazer inferências sobre o crescimento das plantas.

É importante destacar que o ajuste para a terra preta com nitrogênio apresenta um coeficiente de determinação (R^2) de 0,9028, enquanto o da areia sem nitrogênio tem um R^2 de 0,8012, indicando uma aproximação menos precisa. Ao tentar um segundo ajuste, pode-se optar por uma função polinomial, que provavelmente resultaria em um R^2 melhor. No entanto, essa abordagem não supriria adequadamente a necessidade de descrever o crescimento de uma planta, uma vez que a função não converge para um número, não refletindo bem o comportamento futuro da planta.

Uma outra opção seria realizar uma modelagem utilizando uma função baseada na forma geral da função logística: $f(t) = L / (1 + e^{-(k(t - t_0))})$. Nesse caso, o valor do crescimento da planta no tempo t , representado por $f(t)$, seria influenciado por diferentes parâmetros, como L (limite superior de crescimento da planta), k (constante que afeta a taxa de crescimento) e t_0 (tempo em que o crescimento é mais rápido). Essa última perspectiva é uma proposta que pode ser desenvolvida em trabalhos futuros, especialmente voltados ao ensino superior, como continuação de uma sequência de atividades didáticas. É importante ressaltar que essa proposta difere do foco inicial deste projeto, que estava direcionado à educação básica.

A Matemática desempenha um papel crucial no estudo do crescimento do feijão no contexto da Agronomia. Através do uso de funções matemáticas, como a função logarítmica, é possível estabelecer uma relação precisa e quantitativa entre o tempo de crescimento e a altura da planta, proporcionando uma compreensão mais detalhada do desenvolvimento das plantas de feijão e embasando decisões com dados concretos. A análise estatística dos resultados e a otimização do uso de recursos também são aspectos importantes para melhorar a produtividade e sustentabilidade na agricultura.

No âmbito educacional, esse experimento destacou a importância do ensino de matemática na educação básica. A modelagem do crescimento do feijão no software GeoGebra permitiu estabelecer conexões entre o desenvolvimento das plantas e conceitos de função matemática, proporcionando uma abordagem interdisciplinar para o ensino e aprendizagem de matemática. Ao relacionar o crescimento do feijão com a altura em função dos dias, os alunos têm a oportunidade de compreender e aplicar conceitos matemáticos em um contexto real, promovendo uma compreensão mais ampla e significativa da disciplina. Empregou-se quatro formas diferentes para representar uma função: verbalmente, descrevendo-a com palavras; numericamente, por meio de uma tabela de valores; visualmente, através de um gráfico e por fim, algebricamente, utilizando uma fórmula explícita.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Considerando a experiência vivenciada, pode-se destacar a importância da interdisciplinaridade como método educacional que busca integrar diferentes áreas de conhecimento, enriquecendo assim o aprendizado dos alunos e tornando-o mais significativo, contextualizado e experimental. No caso do experimento de semeadura do grão de feijão, foi possível observar a possibilidade de trabalhar conceitos de disciplinas diversas, como Artes, Biologia, Filosofia, Língua Portuguesa, Química e Matemática, as quais são abordadas no currículo da educação básica.

Focando especificamente na disciplina de Matemática, o experimento do plantio do feijão revelou-se uma excelente oportunidade para introduzir e explorar o tema funções. No contexto do crescimento inicial da cultura feijão, foi possível explorar a relação entre o tempo e a altura da planta. Com a realização de medições do crescimento ao longo do tempo e utilizando esses dados para construir gráficos, foi possível identificar as funções logarítmicas. Além disso, foi possível explorar outros conceitos matemáticos como domínio e imagem da função, interpretação e aplicação em situações práticas e perceber a função de quatro maneiras, por meio da representação gráfica, algebricamente, por descrição em palavras e pela tabela de valores.

Cabe ressaltar que existem outras abordagens igualmente válidas que poderiam ser exploradas nessa análise, como a contagem da quantidade de folhas, a medição do peso da planta, a avaliação do tamanho das folhas, entre outros parâmetros relevantes. Tais abordagens alternativas poderiam proporcionar uma visão mais abrangente e enriquecer ainda mais a compreensão do crescimento e desenvolvimento do feijão no contexto matemático e agrônomo. Poderiam ser plotados gráficos com outras funções, como por exemplo, utilizar a regressão função logística com uma função logarítmica, e por meio de métodos de ajuste de curva, com regressão não linear. Também poderia ser desprezado a fase V0 relacionado a germinação, certamente teria um ajuste de curva melhor principalmente para o substrato areia que ficou com um $R^2 = 0,8012$.

Dessa forma, o experimento do plantio do feijão mostrou-se uma oportunidade valiosa para trabalhar conceitos interdisciplinares e explorar a Matemática de forma contextualizada e significativa. Através dessa experiência, os alunos podem desenvolver habilidades e competências fundamentais para a vida, como capacidade de observação, coleta e análise de dados, além da aplicação da Matemática em situações práticas do cotidiano.

REFERÊNCIAS

BARBOSA, J. C. Modelagem matemática e os professores: a questão da formação. Bolema: Boletim de Educação matemática, Rio Claro, v. 14, n. 15, p. 5-23, 2001.

BASSANEZI, R. C. Ensino-aprendizagem com modelagem matemática: uma nova estratégia. São Paulo: Contexto, 2002.

BÍBLIA. A Bíblia sagrada: antigo e novo testamento. Tradução de João Ferreira de Almeida. Brasília: Sociedade Bíblica do Brasil, 1969. p. 291-309.

BIEMBENGUT, M. S. Modelagem Matemática no ensino fundamental. Blumenau: Edfurb, 2014.

BIEMBENGUT, M. S. Modelagem nos anos iniciais do ensino fundamental. São Paulo: Editora Contexto, 2019.

BIEMBENGUT, M. S.; HEIN, N. Modelagem Matemática no ensino. Blumenau: Ed. Contexto, 2000.

BRASIL. Ministério da Educação. Diretrizes Curriculares Nacionais da Educação da Educação Básica. Brasília: MEC, 2013. Disponível em: < http://portal.mec.gov.br/index.php?option=com_docman&view=download&alias=13448-diretrizes-curriculares-nacionais-2013-pdf&Itemid=30192 > . Acesso em: 28 mar. 2023.

BRASIL. Ministério da Educação. Base Nacional Comum Curricular. Brasília, 2018.

BURAK, D; KLUBER, T. E. Considerações Sobre A Modelagem Matemática Em Uma Perspectiva De Educação Matemática. Revista Margens Interdisciplinar, vol. 7, n. 8, maio de 2016, p. 33. DOI.org (Crossref), <https://doi.org/10.18542/rmi.v7i8.2745>.

BUZETTI, S.; ANDREOTTI, M.; TEIXEIRA, F., MARCELO, C. M.; GAZOLA, R. N., DINALLI, R. P. Aspectos gerais da adubação da cultura. In: ARF, O. (Org.); LEMOS, L. B. (Org.); SORATTO, R. P. (Org.); FERRARI, S. (Org.). Aspectos gerais da cultura do feijão *Phaseolus vulgaris* L. 1. ed. Botucatu: FEPAF, 2015. v. 1, p. 77-109.

CHAVES, M. O; BASSINELLO, P. Z. O Feijão na Alimentação Humana. In: GONZAGA, A. C. de O. (Ed.). Feijão: o produtor pergunta, a Embrapa responde. 2. ed. rev. e atual. Brasília: Embrapa, 2014. p. 15-23. (Coleção 500 Perguntas, 500 Respostas). Disponível em: <<https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/bitstream/doc/1015009/1/p15.pdf>>. Acesso em: 14 jul. 2023.

CONAB - Companhia Nacional de Abastecimento. Série histórica das safras – feijão total (1º, 2º e 3º safras). Disponível em: < <https://www.conab.gov.br/info-agro/safras/serie-historica-das-safras/itemlist/category/905-feijao> >. Acesso em: 17 jul. 2023.

CRONQUIST, A. 1988. The evolution and classification of flowering plants. 2 ed. New York Botanical Garden

DEBOUCK, D. Systematics and morphology. In: VAN CHOONHOVEN, A.; VOYSEST, O. Common beans: research for crop improvement. Cali: CAB: International, p. 55-118, 1993.

FERNANDEZ, F.; GEPTS, P.; LÓPEZ, M. Etapas de desarrollo en la planta de fríjol. In: LÓPEZ, M.; FERNÁNDEZ, F.; SCHOONHOVEN, A. van, ed. Frijol: investigación y producción. Cali: CIAT, 1985. p.61-78.

Fronteira, 1997.

IBGE. Censo Agropecuário de 2006. Disponível em: <<http://www.sidra.ibge.gov.br/bda/pesquisas/ca/default.asp?o=2&i=P>>. Acesso em: 20 jan.2014.

KLÜBER, T. E. Modelagem matemática: revisitando aspectos que justificam a sua utilização no ensino. In: BRANDT, C. F.; BURAK, D.; KLÜBER, T. E. Modelagem matemática: uma perspectiva para a educação básica. Ponta Grossa: Ed. da UEPG, 2010. p. 97-114.

LEME, A. S. Feijão, dono das tradições: representação identitária e consumo efetivo no Brasil (1973-2009). 2015. 187 f. Dissertação (Mestrado em História) - Universidade de São Paulo, São Paulo. Disponível em: <2014_AdrianaSalayLeme_VCorr.pdf (usp.br)>. Acesso em: 22 jul. 2023.

NETO, J. C. de M. Catar Feijão. In: A educação pela pedra e depois. Rio de Janeiro: Nova, 1966.

OLIVEIRA, L. F. de C. et al. Arroz e feijão: Origem e História do feijão. 2. ed. rev. e ampl. Brasília: Embrapa, 2018. Disponível em: <<https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/173690/1/CNPAF-2018-lvfeijoeiro.pdf>>. Acesso em: 14 jul. 2023.

OTTE, M. F. O Formal, o Social e o Subjetivo: uma introdução à Filosofia e à Didática da Matemática. São Paulo: Editora da Unesp, 1993.

PORTINARI, C. Colheita de Feijão. [Óleo sobre tela]. Rio de Janeiro, 1957. Disponível em: <Colheita de Feijão - Candido Portinari — Google Arts & Culture>. Acesso em: 14 jul. 2023.

SANTOS, J. B. dos; GAVILANES, M. L. Botânica. In: VIEIRA, C.; PAULA, T. J. de; BORÉM, A. Feijão: aspectos gerais e cultura no Estado de Minas. Viçosa: UFV, 1998. p. 55-82.

SILVA, B. Matemática do Feijão. In: Justiça Social. [Gravação de áudio]. Rio de Janeiro: [s.n.], 1986. 1 disco sonoro (LP). Disponível em: <Matemática do Feijão - Bezerra da Silva - LETRAS.MUS.BR>. Acesso em: 17 jul. 2023.

SOCIEDADE VEGETARIANA BRASILEIRAL: A história do feijão nosso de cada dia. Sociedade Vegetariana Brasileira. 2020. Disponível em: <<https://www.svb.org.br/2604-a-historia-do-feijao-nosso-de-cada-dia>>. Acessado em: 05/03/2023.

UDOP - União Nacional da Bioenergia. “Serviços”. CENTRO-OESTE registra 16% de aumento na produção de grãos e volume deve chegar nesta safra a mais de 136,1 milhões de toneladas. 28 ago. Disponível em: < Centro-Oeste registra 16% de aumento na produção de grãos e volume deve chegar nesta safra a mais de 136,1 milhões de toneladas (udop.com.br)> Acesso em: 17 jul. 2023.

Correspondência:

Jatniel Ribeiro Ferreira Dos Santos

Orcid: <https://orcid.org/0000-0003-0753-0293>

Lattes: <http://lattes.cnpq.br/7189358870488721>

Licenciado em Ciências Naturais e Matemática hab. Matemática pela Universidade Federal de Mato Grosso (UFMT) Campus Sinop e Pós-Graduado em Ensino em Matemática e Física e Pós-Graduando em Docência do Ensino Superior e Metodologias Ativas de Aprendizado

Geslane Figueiredo Da Silva Santana

Orcid: <https://orcid.org/0000-0002-6281-8719>

Lattes: <http://lattes.cnpq.br/871326336084939>

Possui graduação em Matemática pela Universidade Federal de Mato Grosso do Sul - UFMS (2006), mestrado em Educação pela Universidade Federal de Mato Grosso - UFMT (2011) e doutorado em Educação em Ciências e Matemática pelo Programa de Pós Graduação em Educação em Ciências e Matemática- PPGECEM/ REAMEC (2019). Atualmente é professora adjunta da Universidade Federal de Mato Grosso do Instituto de Ciências Naturais, Humanas e Sociais (ICNHS) e membra do corpo docente permanente do Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências da Natureza e Matemática (PPGECEM) do Campus de Sinop/UFMT. Integra o Grupo de Estudos e Pesquisa em Educação Matemática (GRUEPEM) liderado pela Prof^a Dr^a Marta Maria Pontin Darsie na linha Linha de Pesquisa Abordagem Interpretativa Semiótica ao processo de aprendizagem, avaliação e ensinagem da Matemática na Educação Básica e Superior. Tem experiência na área de Matemática, com ênfase em Matemática, atuando principalmente nos seguintes temas: Filosofia da Matemática, História da Matemática, Educação Matemática, Semiótica Peirceana, Complementaridade e Epistemologia da Matemática. e-mail: geslanef@hotmail.com

MATEMÁTICA, PADRÃO E ESTRATÉGIAS: Uma atividade, múltiplas possibilidades

ANDREIA CRISTINA RODRIGUES TREVISAN¹, CAROLINE MADUREIRO SILVA UZINSKI²(in memoriam), CLAUDIA MARIA MORO³, DIONÍSIO CASSENOTE⁴, EDSON PEREIRA BARBOSA¹, HELENA BERTOLETI VERAS⁵, JEANCLEI LOURENÇO DE OLIVEIRA⁶, KATIA KARINA ELLIOTT DA COSTA⁷, LORENZO DELFINO MORETTO⁵, RAQUEL AUGUSTA BORGES RODRIGUES⁸

¹Universidade Federal de Mato Grosso

²Escola Estadual Olímpio João Pissinati Guerra

³Escola Estadual Manoel de Barros

⁴Escola Mun. Prof. Marcelino Espindola Dutra – Lucas do Rio Verde (MT)

⁵Escola Estadual Professor Djalma Guilherme

⁶Escola Estadual Militar Tiradentes Cabo Antonio Dilceu da Silva Amaral

⁷Escola Estadual José Alves Bezerra

⁸Escola Estadual Nilza de Oliveira Pipino

RESUMO

A Matemática está intrinsecamente ligada ao estudo de padrões, a organização de situações didáticas, nas quais o desenvolvimento de tarefas que estimulem a observação de modelos é relevante por dois motivos: aproxima o trabalho escolar do fazer matemático, permite a produção e compartilhamento de diferentes significados matemáticos para uma situação. No entanto, observamos, conforme Lins (2005), que para conduzir esse tipo situação didática demanda dos professores “a capacidade de ler a produção de conhecimento e a produção de sentido de seus alunos” e de “aceitar as diferenças na produção de significado”. Por isso, nos propomos a desenvolver, no âmbito da disciplina Didática e Instrumentação para o Ensino de Matemática, do Programa de Mestrado Profissional em Ensino de Ciências da Natureza e Matemática (PPGECM), da Universidade Federal de Mato Grosso, Câmpus Universitário de Sinop, como ação formativa docente um trabalho colaborativo com o intuito de identificar e analisar possíveis soluções para uma atividade, denominada “Sequência de Palitos”. Como resultado, neste texto multiautoral, apresentamos múltiplos olhares para a questão, de forma a indicar que é possível estabelecer um ambiente com potencial de estimular a criatividade no processo de ensino e aprendizagem de matemática. Além disso, buscamos fortalecer a ideia de que o estabelecimento de um amplo repertório docente é condição favorável para que o professor desenvolva a capacidade de ler e entender o que seu aluno está fazendo e de organizar ambientes de ensino e aprendizagem nos quais é possível a negociação de diferentes modos de produção de significados.

Palavras-chave: Formação de professores. Álgebra. Ensino de Matemática. Produção de significados.

INTRODUÇÃO

As atividades com intuito de desenvolver o pensamento matemático podem ser apresentadas como problemas, que despertem o interesse dos alunos, para que assim se engajem em um processo de organização de estratégias de resolução, construção de representações significativas e uma argumentação com embasamento nas propriedades matemáticas.

Para Dante (2007) é necessário que o aluno desenvolva aptidões para organizar, com os recursos disponíveis, de maneira inteligente e eficaz propondo boas soluções aos desafios que surgem. A sala de aula deve oferecer condições que propiciem que a criatividade do aluno surja e se desenvolva mediante formulação de resolução de problemas que requerem a criatividade do estudante, aumentando a probabilidade de emergir diferentes saídas para uma mesma situação problema. Assim, é relevante que o professor em formação tenha a oportunidade de vivenciar experiências nas quais tenha que lidar com novas situações, com autonomia para desenvolver a criatividade, a investigação e a exploração de diferentes meios que disponha e que possa surgir.

Podemos dizer que a Matemática é uma ciência que permite o desenvolvimento de visões diferenciadas para um mesmo problema que, por vezes, nem sempre podem ser observadas de uma maneira específica, é nesse sentido que padrões são estabelecidos, podendo assim, observar propriedades matemáticas nem sempre visíveis, estimulando o aluno a desenvolver suas formas de pensar, comunicar os diferentes entendimentos e resultados a respeito de uma mesma tarefa.

A utilização de padrões no ensino de matemática é fundamental uma vez que segundo Borralho e Barbosa (2009, p. 59) “[...] pode ajudar os alunos a aprender uma matemática significativa e/ou a envolver-se na sua aprendizagem facultando-lhes um ambiente que tenha algo a ver com a sua realidade e experiências”. Nesse sentido, reforça-se a importância de que na formação os professores tenham a oportunidade de usá-los como componente estratégico na resolução da atividade matemática, uma vez que sua procura é indispensável para conjecturar e generalizar regularidades.

Tendo em vista o exposto, foi proposto na disciplina Didática e Instrumentação para o Ensino de Matemática, do Programa de Mestrado Profissional em Ensino de Ciências da Natureza e Matemática (PPGECM), da Universidade Federal de Mato Grosso, Campus Universitário de Sinop, no semestre letivo 2023/1, aos professores em formação desenvolver um trabalho colaborativo, no intuito de identificar e analisar possíveis resoluções para uma atividade, denominada Sequência de Palitos, na qual buscou-se desencadear o estudo de objetos de conhecimentos matemáticos, a partir de diferentes possibilidades de abordagem, de forma a ampliar o repertório docente.

Aos professores em formação foi oportunizado um ambiente, no qual foram colocados como protagonistas da construção do seu conhecimento e propício para o desenvolvimento da capacidade autônoma de identificação e utilização da matemática para resolver problemas, aplicar conceitos e obter soluções, por meio da articulação de diferentes campos do conhecimento matemático - aritmética, álgebra e geometria -, possibilitando a dedução de algumas propriedades e suas validações.

Neste capítulo abordamos uma breve discussão teórica quanto a produção de significados e repertório docente a partir do Modelo dos Campos Semânticos baseado em Lins (1999, 2001, 2005, 2012, 2015). Enquanto metodologia traremos a resolução

de Problemas baseado em Onuchic e Allevato (2014). Posteriormente apresentamos, com base em Macali (2017) a atividade denominada Sequência de Palitos com algumas das possíveis resoluções, argumentações e diálogos apresentados pelo grupo de professores em formação que se propôs a produzir este material, como um trabalho colaborativo e reflexivo.

PRODUÇÕES DE SIGNIFICADO: UMA ANÁLISE DE PADRÕES ALGÉBRICOS A PARTIR DO MODELO DOS CAMPOS SEMÂNTICOS

Ao considerar a abordagem metodológica adotada pelo professor, podemos identificar diversos elementos que influenciam sua escolha por uma vertente específica de ideias e concepções sobre a construção do conhecimento e o processo de aprendizagem. Essa seleção revela muito sobre a linha de pensamento do educador, uma vez que está relacionada a suas concepções a respeito da produção e apropriação do conhecimento.

Quando refletimos sobre o papel do educador e sua função no ambiente escolar, devemos considerar que a abordagem metodológica adotada por ele auxiliará na condução de suas ações em sala de aula, tendo sua visão epistemológica como um pilar de sustentação para entender e conduzir sua interação com a turma.

As atividades apresentadas nos conduziram a uma abordagem baseada no Modelo dos Campos Semânticos Lins (1999, 2012), no qual conhecimento é uma crença-afirmação e justificação dessa crença; significado de algo é o que efetivamente se diz a respeito deste algo no interior de uma atividade; espaço comunicativo é um processo de interação no qual interlocutores são compartilhados; interlocutor é a direção na qual se produz a justificação.

No processo de produção do conhecimento e busca pela compreensão das justificações enunciadas ao construir as diferentes resoluções procuramos identificar (ler) as direções e legitimidades do sujeito da enunciação.

A condução do processo de produção de significado, como destacado por Lins (2005, p.2), exige a formação de professores com “capacidade de ler a produção de conhecimento e a produção de sentido do aluno”, e que seja capaz também de deixar claro para o aluno as legitimidades de sua justificação. No espaço comunicativo busca-se propiciar condições para que ambos acreditem que entenderam de onde partiram e aparentemente falando a mesma coisa e constituindo um mesmo objeto. Segundo Lins (2012) objeto é a respeito do que se fala. Portanto, a partir de um mesmo texto (enunciado de um problema) podem ser produzidas soluções a partir de diferentes modos de pensar, com base em legitimidades distintas, caracterizando a produção de significados outros.

A aceitação de apenas uma única solução aceitável como correta, ou classificada como superior, acaba por limitar a capacidade de desenvolver novas ideias. Assim, nesse exercício de formação continuada, primou-se por colocar os docentes em um ambiente no qual ocorreu a apresentação de diferentes caminhos e alternativas de solução para um mesmo problema.

Esse encaminhamento teve como propósito fazer os professores se depararem com a exigência de ler, negociar e aceitar diferentes modos de produção de significado,

chamando a atenção para a necessidade da ampliação do repertório docente dos envolvidos na ação formativa.

Em nosso entendimento, esse tipo de experiência é relevante, pois como destacado por Lins (2005, p. 118) na medida em que o ato de ensinar, a intenção de ensinar, não é posto como objeto de reflexão, constitui-se uma naturalidade perversa, que deixa pressupostos de todo tipo – por exemplo, o que seja “conhecimento” – no plano da ideologia, ao invés de trazê-los, como corretamente deveria ser, para o plano das decisões políticas.

E se considerarmos a importância de compreender a estruturação do pensamento de uma pessoa e o "porquê diz o que diz", podemos ir até onde ela está e ver de onde seu raciocínio está partindo, o que nos permite a partir disso, caminhar com esse aluno e juntos compartilhar o processo de construção de novos conhecimentos, o que por sua vez valida o que essa pessoa fez e constrói um objeto de conhecimento comum aos envolvidos na atividade.

A METODOLOGIA VIVENCIADA

A sala de aula é um dos espaços de descobertas e interações entre professor e aluno, possibilitando o desenvolvimento intelectual, cognitivo, interativo e a formação do ser protagonista, favorecendo a construção de um processo de ensino aprendizagem que propicie o uso de uma metodologia de ensino que venha ao encontro das necessidades pedagógicas do educador para sua prática docente. Nesse sentido, é importante o professor conhecer diversas metodologias para que possa incorporar em sua prática pedagógica.

Ao realizar a atividade sequência de palitos, os professores em formação tiveram a oportunidade de vivenciar uma experiência, baseada em alguns elementos da Metodologia de Ensino-Aprendizagem-Avaliação de Matemática através da Resolução de Problemas (MEAAMaRP). Essa metodologia tem como princípio dez etapas, sendo elas:

- (1) Proposição do problema;
- (2) Leitura individual;
- (3) Leitura em conjunto;
- (4) Resolução do problema;
- (5) Observar e incentivar;
- (6) Registro das resoluções na lousa;
- (7) Plenária;
- (8) Busca do consenso;
- (9) Formalização do conteúdo;
- (10) Proposição e resolução de novos problemas (ONUChic; ALLEVATO, 2014, p. 45).

A primeira etapa é dedicada a escolha da temática, a elaboração ou estrutura do problema gerador, que tem a missão de gerar discussões para a formalização de um conteúdo, não podendo ser algo muito amplo e aberto, para que não conduza o aluno a diferentes objetos de conhecimento, porém que proporcione aos estudantes descobrirem o objeto de conhecimento proposto pelo problema a ser resolvido. Assim, os professores

que ministram a disciplina selecionaram um problema gerador e apresentaram aos professores em formação.

Seguindo os passos da metodologia, os professores em formação receberam uma cópia impressa da atividade para leitura individual. Ressaltamos que não foi realizada a leitura coletiva do problema gerador, passando da leitura individual para a resolução do problema. Nessa fase, os formadores procuraram identificar as legitimidades e justificativas de cada docente e orientaram o docente em formação a persistir na execução e avaliação da estratégia adotada, a verificar ou validar o resultado.

Na quarta etapa que trata da resolução do problema, cada professor em formação desenvolveu uma estratégia na busca de solucionar o problema gerador, com o incentivo e observação dos professores da disciplina, empregando assim a quinta etapa, surgiram várias soluções para o problema.

No encontro seguinte, os professores em formação socializaram suas estratégias de resolução na lousa, para a discussão e análise, demarcando a sexta etapa da metodologia. Na plenária os professores em formação apresentaram seus argumentos, ideias e concepções esclarecendo as dúvidas, e os professores da disciplina incentivaram a participação ativa e efetiva de todos.

Na experiência vivenciada não havia a intenção de uma busca pelo consenso do grupo de professores, assim como é estabelecido na oitava etapa da metodologia de Onuchic e Allevato (2014), tendo em vista que não estávamos preocupados com uma solução considerada a melhor para o problema. A ideia era possibilitar ampliar horizontes quanto as possibilidades de resolução da atividade, indicando que, muitas vezes existem vários caminhos e que o professor pode valorizar essa multiplicidade de possibilidades em sala de aula, enriquecendo dessa forma o processo de ensino.

Em relação ao processo de formalização do conteúdo, a etapa nona da metodologia, consideramos que a formalização foi contemplada com a sistematização para a produção deste texto, relatando e refletindo sobre o processo de estarmos envolvidos nessa experiência.

A décima etapa foi contemplada com a identificação de como os professores poderiam explorar o problema gerador em suas práticas pedagógicas bem como quais os impactos dessa experiência em suas vivências profissionais.

Este trabalho possibilitou ao grupo de professores em formação apresentar diversas estratégias de resolução para a atividade proposta, propiciando o desenvolvimento de suas habilidades mediante aos objetos de conhecimento a serem desenvolvidos em suas práticas docentes. Os professores que ministram a disciplina foram mediadores deste processo de construção da aprendizagem, prezando pela autonomia dos participantes na busca dos passos necessários para articular os conhecimentos prévios que estão relacionados com a atividade proposta e a formulação de padrões algébricos.

PRODUZINDO DIFERENTES SIGNIFICADOS PARA UMA MESMA ATIVIDADE

Apresentamos a seguir a atividade proposta, baseada em Maccali (2017), denominada Sequência de Palitos, e as possibilidades de resolução apresentadas pelo grupo de professores em formação.

Figura 1. Tarefa Sequência de Palitos

Observe a sequência:



Figura 1

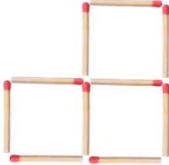


Figura 2

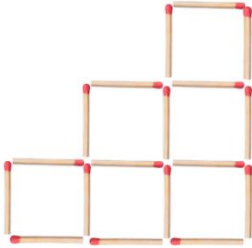


Figura 3

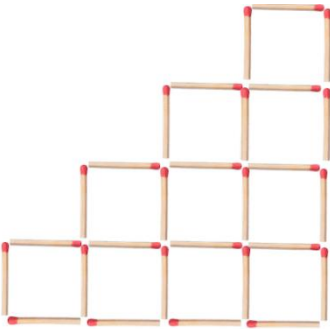


Figura 4

a) Como você vê o padrão crescer?

b) Sem construir a próxima figura, você consegue escrever quantos palitos serão utilizados? Como você fez isso?

c) Você é capaz de dizer quantos palitos serão necessários para construir a figura 20? Explique a estratégia que você utilizou?

d) E quanto a enésima figura, você consegue elaborar uma expressão ou fórmula que determine quantos palitos serão necessários para construí-las? Explique como você respondeu esta questão.

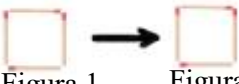
Fonte. Elaborado pelos autores baseados em Maccali (2017)

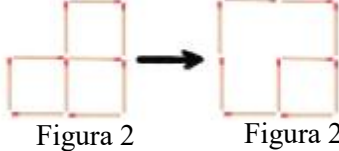
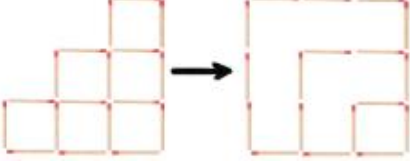
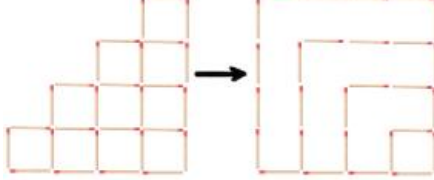
Como apresentado na metodologia, os dados foram produzidos a partir das resoluções da atividade denominada Sequência de Palitos, apresentadas pelo grupo de professores em formação. A seguir apresentamos as 5 (cinco) diferentes estratégias de resolução da atividade, que oportunizou abordar diferentes objetos de conhecimento, criando ambientes investigativos para o ensino e aprendizagem da matemática.

Solução 01- Solução geométrica

Na resolução da atividade a seguir buscamos na geometria um padrão algébrico por representação figural, apresentando a construção de cada figura por um padrão geométrico, de modo que a nova figura mantivesse a quantidade de palitos e fosse, na leitura do resolvidor, uma forma de justificar o padrão observado e atender o enunciado da atividade, observe o quadro abaixo:

Quadro 1. Solução geométrica

Representação Figural	Representação Discursiva/Numérica / Algébrica
 Figura 1 Figura 1a	A Figura 1 e 1a é formada por um quadrilátero, cuja unidade de medida do lado é um palito e para sua formação foram necessários 4 palitos. Cujas contagem pode ser realizada a partir da seguinte expressão: $F_1 = 4.1 = 4$

 Figura 2 Figura 2a	A Figura 2a é formada por dois quadrados, de lados 2 e 1, respectivamente, com um vértice e dois lados comuns. O quadrado maior, de lado 2, formado por 8 palitos. Dentro dessa figura tem um quadrado de lado a, formado por 4 palitos, com dois destes comuns com o quadrado externo. Assim, a contagem dos palitos da figura pode ser feita da seguinte forma: $F_2 = 4 \cdot 2 + 2 \cdot 1 = 8 + 2 = 10.$
 Figura 3 Figura 3a	Na Figura 3a tem-se três quadrados de lados 3, 2 e 1 e dois lados comuns. E a contagem dos palitos foi realizada a partir da seguinte expressão: $F_3 = 4 \cdot 3 + 2 \cdot 2 + 2 \cdot 1 = 12 + 4 + 2 = 18$
 Figura 4 Figura 4a	A Figura 4a é formada por quatro quadrados de lados 4, 3, 2 e 1, respectivamente, com um vértice e dois lados comuns. E a quantidade de palitos foi determinada da seguinte forma: $F_4 = 4 \cdot 4 + 2 \cdot 3 + 2 \cdot 2 + 2 \cdot 1 = 16 + 6 + 4 + 2 = 28$
Com base na construção realizada, observou-se que a quantidade de palitos do lado do quadrado da figura correspondia ao número da posição da figura, n. Assim foi conjecturado que a contagem dos palitos, para um n qualquer, pode ser realizada a partir da seguinte expressão: $F_n = 4 \cdot n + 2 \cdot 0 + 2 \cdot 1 + 2 \cdot 2 + 2 \cdot 3 + \dots + 2(n-1)$ ao colocar o 2 em evidência obteve-se: $F_n = 4n + 2(0 + 1 + 2 + 3 + \dots + (n-1))_{\text{com } S_n = 0 + 1 + 2 + 3 + \dots + (n-1)}$ Nesse caso, temos a necessidade de determinar a soma dos termos de uma Progressão Aritmética de razão $r = 1$, primeiro termo, $a_1 = 0$ e $a_n = n - 1$. A qual é determinada por: $S_n = \frac{(a_1 + a_n)n}{2}$ Fazendo a substituição dos termos da P.A na fórmula, obtém-se: $S_n = \frac{(a_1 + a_n)n}{2}$ $S_n = \frac{(0 + (n-1))n}{2}$ $S_n = \frac{n^2 - n}{2}$ Substituindo S_n na expressão de contagem dos palitos, F_n, tem-se: $F_n = 4n + 2 \cdot S_n$ Fazendo a substituição obtém-se:	

$$F_n = 4n + 2\left(\frac{n^2 - n}{2}\right)$$

$$F_n = n^2 + 3n$$

Fonte. Elaborado pelos autores

Ao finalizar esta resolução podemos destacar a possibilidade de transitar pela Geometria, recorrendo a Progressão Aritmética, utilizando-se da equação dos termos da soma de uma P.A. para generalizar uma possível solução desta atividade na Figura n que teve início sua resolução como perímetro de uma figura geométrica.

Solução 02 - Partição de um número e generalização algébrica

Segundo Mucelin (2011), no século XVIII o matemático suíço Leonhard Euler (1707-1783) realizou suas primeiras contribuições para a teoria de partições de um número inteiro, o que tornou a mesma mais conhecida, ressaltamos que alguns matemáticos como Ramanujan (1887–1920), Jacobi (1804–1951), Dyson (1923–2020) e Anderson (1905–1991) possuem inúmeras produções de abordagem da Teoria da Partição de Número.

Considerando a decomposição de um número inteiro positivo n, chama-se de partição ordenada uma maneira de representá-lo como soma de inteiros positivos onde a ordem das parcelas importa.

Com base em princípios da Teoria da Partição de Número seguido de generalizações algébricas foi apresentada a solução a seguir. Para essa solução inicialmente observa-se a partir dos quatro primeiros termos da sequência (Quadro 02) a relação entre o número da figura e a quantidade de palitos, a qual pode ser representada por pares ordenados da seguinte forma:

$$A = \{(1, 4), (2, 10), (3, 18), (4, 28)\}$$

A partir dessa construção, pode-se representar a quantidade de palitos como uma soma em que uma das parcelas era sempre igual a 4. Como representada pelo conjunto

$$B = \{(1, (0 + 4)), (2, (6 + 4)), (3, (14 + 4)), (4, (24 + 4))\}$$

Quadro 2. Solução por partição

F_1	F_2	F_3	F_4	...	F_{20}
4	10	18	28	...	460
$0 + 4$	$6 + 4$	$14 + 4$	$24 + 4$	...	$456 + 4$
$0 \cdot 5 + 4$	$1 \cdot 6 + 4$	$2 \cdot 7 + 4$	$3 \cdot 8 + 4$	...	$19 \cdot 24 + 4$
$(n-1)(n+4) + 4$	$(n-1)(n+4) + 4$	$(n-1)(n+4) + 4$	$(n-1)(n+4) + 4$	...	$(20-1)(20+4) + 4$

Fonte. Elaborado pelos autores

A partir de B observou-se que a primeira parcela poderia ser representada como um produto de dois números inteiros, estabelecendo assim, outra representação equivalente para a relação entre o número da figura e a quantidade de palitos necessários para formá-la, a qual pode ser representada pelo seguinte conjunto

$$C = \{(1, (0 \cdot 5 + 4)), (2, (1 \cdot 6 + 4)), (3, (2 \cdot 7 + 4)), (4, (3 \cdot 8 + 4))\}$$

Com base na relação expressa em C, constatamos que o produto que forma a primeira parcela da soma da quantidade de palitos pode ser escrita na forma $(n - 1)(n + 4)$, em que n é o número da figura. Assim foi conjecturado que a quantidade de palitos pode ser obtida a partir da seguinte expressão:

$$F_n = (n - 1) \cdot (n + 4) + 4 = n^2 + 4n - n - 4 + 4 = n^2 + 3n$$

Para verificação a expressão foi testada para $n = 20$, como solicitado pela questão c) do enunciado do problema. Com isso foi aceito pela assembleia que o número de palitos para uma figura qualquer poderia ser obtido a partir da seguinte fórmula:

$$F_n = n^2 + 3n, \text{ onde } n \text{ é o número da figura.}$$

Com esta solução o grupo exercitou a produção de significados no campo da teoria dos números e (re)conheceram o conceito de partição de um número inteiro. Buscou identificar e justificar um padrão para a sequência numérica recursiva, para um problema que a princípio, fora classificado como do campo algébrico.

Solução 03 e 04 - Processo multiplicativo

Apresenta-se o raciocínio inicial para as soluções 3 e 4. Essas soluções foram dispostas juntas pois apresentaram análises e construções iniciais semelhantes. O que se observa nestas resoluções é a relação da geometria com a sequência numérica e a álgebra, destacando os elementos base e altura de cada figura como relevante para determinar a quantidade de palitos, tais análises propiciaram chegar ao padrão algébrico de duas formas parecidas, conforme descrito a seguir.

Ao organizar um modo de determinar a quantidade de palitos para formar uma figura, foi observado que a partir da segunda figura, precisava-se adicionar a quantidade de palitos usados na figura a quantidade adicionada anteriormente mais dois.

$$\begin{aligned} F_1 &= 4 \text{ palitos} \\ F_2 &= 4 + 6 = 10 \text{ palitos} \\ F_3 &= 10 + 8 = 18 \text{ palitos} \\ F_4 &= 18 + 10 = 28 \text{ palitos} \end{aligned}$$

Observamos, ainda, que a base e a altura da figura possuem a mesma quantidade de palitos e correspondia ao número, posição da figura. Por exemplo, na Figura 4, são

apresentados 4 quadrados na base e 4 na altura, portanto, na quinta figura seriam 5 quadrados na base e 5 na altura, e como a quantidade de palitos aumentados na figura 4 foram 10, então na quinta figura o aumento no número de palitos seriam 12, pois eles estavam aumentando 2 palitos a mais do que havia aumentado na figura anterior, portanto se na figura anterior havia 28 palitos e agora com o aumento de 12 palitos teremos 40 palitos.

Em busca de um termo geral que relacionasse a sequência da figura com a quantidade de palitos necessários para formá-la, dividimos a quantidade de palitos pelo número da figura. Em seguida, obtivemos um registro no qual a quantidade de palitos fosse representada por um produto de dois números naturais:

$$\begin{aligned}F_1 &= 4 \cdot 1 = (1 + 3) \cdot 1 = 4 \\F_2 &= 5 \cdot 2 = (2 + 3) \cdot 2 = 10 \\F_3 &= 6 \cdot 3 = (3 + 3) \cdot 3 = 18 \\F_4 &= 7 \cdot 4 = (4 + 3) \cdot 4 = 28\end{aligned}$$

E, a partir disso, observamos que para determinar a quantidade de palitos podemos utilizar a expressão:

$$F(n) = (n + 3)n = n^2 + 3n$$

Solução 04 – Solução por tentativa e erro

Outra solução ocorreu após várias tentativas sem sucesso de encontrar um padrão onde fosse possível elaborar uma expressão adicionando sempre 2 unidades à razão anterior de crescimento, somadas as unidades anteriores, decidiu-se analisar a figura novamente em busca de um novo padrão. Então percebeu-se que somando o quadrado da base mais 3 vezes a quantidade de palitos da base dava o valor exato dos palitos, a partir deste padrão foi possível construir a seguinte análise:

$$F_n = n \cdot n + n \cdot 3$$

$$F_n = n^2 + 3n$$

Onde F_n é a quantidade de palitos e, n é o número da figura.

Após alguns testes para confirmar se realmente poderia utilizar esse padrão constatou-se que esse padrão correspondia aos resultados obtidos nas figuras. Com isso, foi possível responder a questão c) do problema e concluímos que a expressão é válida para qualquer valor n .

Solução 5 – Solução por recorrência

A quinta estratégia de solução, por recorrência, foi desenvolvida de forma independente por dois docentes/autores, as quais depois das apresentações a assembleia, em acordo com os autores das soluções, decidiram que ambas as soluções seriam revisadas e sistematizadas como uma solução. A qual pode ser sintetizada da seguinte forma:

Recorrência é uma repetição ou retorno de algo em intervalos regulares. É usado em matemática para descrever sequências em que cada termo é definido em relação aos termos anteriores. Na solução a seguir é possível observar a recorrência do número de palitos em cada Figura (F). Notamos que, a quantidade de palitos é dada pela soma dos termos do padrão destacado, onde o primeiro termo do padrão é $a_1 = 4$ e a razão entre os termos é 2.

$$\begin{aligned}F_1 &= 4 \\F_2 &= 4 + 6 \\F_3 &= 4 + 6 + 8 \\F_4 &= 4 + 6 + 8 + 10\end{aligned}$$

Na Figura 5, a soma dos 5 primeiros termos do padrão resultam em 40 palitos.

$$F_5 = 4 + 6 + 8 + 10 + 12$$

Para calcular a soma dos 20 primeiros termos do padrão $(4, 6, 8, \dots, a_{20})$, primeiro utilizamos a recorrência a seguir para determinar o vigésimo termo da sequência (a_{20}) :

$$\begin{aligned}a_1 &= 4 \\a_2 &= a_1 + 2 \\a_3 &= a_2 + 2 \\&\vdots \\a_{20} &= a_{19} + 2\end{aligned}$$

Somando os termos:

$$a_1 + a_2 + \dots + a_{20} = 4 + (a_1 + 2) + \dots + (a_{19} + 2)$$

Cancelando termos iguais em lados opostos obtemos:

$$\begin{aligned}a_{20} &= 4 + (2 + 2 + \dots + 2)_{19 \text{ vezes}} \\&\Downarrow \\a_{20} &= 4 + 2 \cdot 19 = 42\end{aligned}$$

logo o vigésimo termo da sequência é 42.

Observamos que a soma de dois termos equidistantes é sempre igual, $4 + 42 = 6 + 40 = 8 + 38$ e assim por diante. Ou seja,

$$\begin{aligned}F_{20} &= 4 + 6 + 8 + \dots + 42 \\F_{20} &= 42 + 40 + 38 + \dots + 4 \\2F_{20} &= 46 + 46 + 46 + \dots + 46_{20 \text{ vezes}}\end{aligned}$$

$$\Downarrow$$

$$2F_{20} = 46 \cdot 20 \Rightarrow F_{20} = 460$$

Portanto a soma dos 20 primeiros termos é 460.

Generalizando o raciocínio para enésima Figura. Determinamos o termo geral do padrão $(4, 6, 8, \dots, a_n)$ de forma análoga ao anterior.

$$\begin{aligned} a_1 &= 4 \\ a_2 &= a_1 + 2 \\ a_3 &= a_2 + 2 \\ &\vdots \\ a_n &= a_{n-1} + 2 \end{aligned}$$

Somando e cancelando termos iguais em lados opostos obtemos:

$$\begin{aligned} a_n &= 4 + (2 + 2 + \dots + 2)_{\text{em } (n-1) \text{ vezes}} \\ &\Downarrow \\ a_n &= 4 + 2 \cdot (n - 1) \Leftrightarrow a_n = 2n + 2 \end{aligned}$$

Assim, o enésimo termo do padrão é dado pela equação $a_n = 2n + 2$.

Enfim, a soma dos n primeiros termos do padrão, pode ser determinada através da soma dos termos equidistantes da sequência:

$$\begin{aligned} F_n &= 4 + 6 + 8 + \dots + a_n \\ &= a_n + a_{n-1} + a_{n-2} + \dots \\ &\quad + 4 \end{aligned}$$

$$2F_n = (4 + a_n) + (6 + a_{n-1}) + (8 + a_{n-2}) + \dots + (a_n + 4)$$

Note que, $2n + 6 = 4 + a_n = 6 + a_{n-1} = \dots = a_n + 4$. Isso implica que:

$$\begin{aligned} 2F_n &= (2n + 6) + (2n + 6) + (2n + 6) + \dots + (2n + 6)_{\text{em } n \text{ vezes}} \\ &\Downarrow \\ 2F_n &= (2n + 6) \cdot n \Leftrightarrow F_n = n^2 + 3n. \end{aligned}$$

Portanto o número de palitos da enésima Figura é dado pela equação: $F_n = n^2 + 3n$.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

No decorrer das observações dos colegas e acompanhando como cada um conseguiu resolver os desafios a partir das figuras, percebemos o quão rico é esse momento de socialização, já que diante do mesmo problema, cada um teve uma leitura/análise sobre o assunto, relacionando com equações ou conhecimentos adquiridos anteriormente ou não, porém todos conseguiram alcançar os mesmos resultados por diversos meios.

Também conseguimos observar o quão diverso é o raciocínio, e quanto o professor acaba desestimulando esse raciocínio ao trazer fórmulas prontas. Esperamos,

com a apresentação deste texto, que os docentes ao observarem essas soluções reflitam sobre como é relevante valorizar a produção de cada discente. Destacamos que a experiência de compreender o que o outro está produzindo de significado é importante para o processo de ensino e aprendizagem.

O exercício de observar, entender e estimular os diferentes tipos de pensamento é exatamente o que vivenciamos nessa experiência, que pode ser vista a luz do referencial dos campos semânticos. Esse modelo epistemológico em Educação matemática foi produzido pelo educador brasileiro Romulo Campos Lins (1955-2017). Nesse modelo é muito forte a prática de se esforçar a fim de compreender por que um educando diz o que diz e faz o que faz, na sua produção de significados nos problemas/exercícios. Ou seja, cada um mostra aquilo que lhe é familiar na hora de resolver um problema; e quando isso é externalizado com outros interlocutores, a discussão dinamiza e propicia a construção de novos conhecimentos.

Com a experiência vivenciada ficou destacado a importância de se trabalhar com padrões e generalizações com estudantes, porque além de desenvolver um trabalho investigativo, promove a colaboração entre os pares, e possibilita o surgimento de diversas formas de se apresentar uma solução. E essa maneira de aprender com o outro, trocar informações se configura como uma oportunidade ímpar no amadurecimento do pensamento matemático, superando a ideia de que o professor é o único capaz de ensinar algo.

Outro ponto que destacamos é a percepção de que devemos nos atentar à importância de proporcionar aos estudantes essa experiência desde os primeiros anos da escolarização, pois pode auxiliar em uma melhor compreensão dos conceitos matemáticos durante a passagem dos ciclos escolares.

Em suma, com essa atividade foi possível observar que, a partir do mesmo problema, podemos produzir distintas argumentações e soluções. Na formulação de uma resolução há vários caminhos/pensamentos e para compreendê-los, devemos fazer o exercício de ir até onde o outro está, ou seja, entender como o aluno chegou naquele raciocínio.

Enfim, com essa experiência, conclui-se que o estudo dos padrões e generalizações pode propiciar a investigação matemática e oportunizar o desenvolvimento das habilidades de conjecturar, generalizar, testar e validar as conjecturas realizadas.

Com este olhar, os professores que ministraram a disciplina tiveram a sensibilidade em propiciar aos professores em formação, a experiência de resolver problemas, e se atentaram para o fato de que os erros fazem parte do processo, pois eles nos dão a oportunidade de dialogar com os alunos, requerendo apenas sugestões de aperfeiçoamento e novos caminhos, resultando em, muitas vezes, contribuições valiosas.

A proposta de resolução de problemas da forma disposta tem como lição principal que a eficiência não precisa sacrificar a criatividade dos alunos, mas sim, caminhar de mãos dadas.

A experiência de desenvolver um trabalho colaborativo foi de grande aprendizado, considerando que quando nos expomos a problemas simples ou desafiadores com uma certa frequência, aprendemos a lidar com diversas possibilidades de resoluções, desenvolvendo assim várias habilidades matemáticas.

Ressaltamos ainda que tão importante quanto a apresentação adequada dos problemas matemáticos é o acompanhamento do raciocínio de quem os resolve. Para definir uma linha de pensamento e estratégia a fim de chegar a um resultado satisfatório é necessário um conjunto de saberes e conhecimentos prévios construídos ao longo de nossas experiências. O momento vivenciado pelos professores em formação auxilia na compreensão de como os estudantes podem movimentar-se intelectualmente para solucionar problemas.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BORRALHO, A; BARBOSA, E. Exploração de padrões e pensamento algébrico. In: VALE, I; BARBOSA A. (org.). Múltiplas Perspectivas e Contextos em Educação Matemática. Escola Superior de Educação do Instituto Politécnico de Viana do Castelo, 2009.

DANTE, L. R. Didática da Resolução de Problemas de Matemática. São Paulo: Editora Ática, 2007.

LINS, R. C. Por que discutir teoria do conhecimento é relevante para a Educação Matemática. In: BICUDO, M. A. V. (org.). Pesquisa em Educação Matemática: concepções e perspectivas. São Paulo: Editora UNESP, 1999. p. 75-94.

_____, R. C. The production of meaning for Algebra: a perspective based on a Theoretical Model of Semantic Fields. In: SUTHERLAND, R. et al. Perspectives on School Algebra. Netherlands: Kluwer Academic Publishers, 2001.

_____, R. C. A formação pedagógica em disciplinas de conteúdo matemático nas licenciaturas em Matemática. Revista de Educação PUC- Campinas, n. 18, p. 117 – 123, jun. 2005. Disponível em <https://periodicos.puc-campinas.edu.br/reeducacao/article/view/267>. Acesso em 15 jun. 2023.

_____, R. C. O Modelo dos Campos Semânticos: estabelecimentos e notas de teorizações. In: ANGELO, Claudia L. et al. (org.). Modelo dos Campos Semânticos e Educação Matemática: 20 anos de história. São Paulo: Midiograf, 2012. p. 11-30.

_____, R. C. Categories of everyday life as elements organising mathematics teacher education and development projects. In: 15th ICMI Study 'The professional education and development of teachers of mathematics: contributed papers, worksessions and demonstrations'. SP, 2015. Disponível em http://stwww.weizmann.ac.il/G-math/ICMI/Lins_Romulo_ICMI15_prop.doc. Acesso em 16 jun. 2023.

MACCALI, L. Atividades Investigativas para o Ensino da Álgebra em Turmas de 7º ano e 9º ano do Ensino Fundamental. Dissertação de Mestrado. Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências Exatas, do Centro Universitário UNIVATES. Lajeado (RS), 2017. Disponível em

<https://www.univates.br/bduserver/api/core/bitstreams/fe170976-974b-4c83-908b-85c3621dd491/content>. Acesso em 09 jul. 2023.

MUCELIN, C. Demonstrações bijetivas em partições. 2011. 55 f. Dissertação de (Mestrado). Universidade Estadual de Campinas, Instituto de Matemática, Estatística e Computação Científica, 2011. Disponível em <https://www.ime.unicamp.br/pos-graduacao/demonstracoes-bijetivas-particoes>. Acesso em 03 jun. 2023.

ONUCHIC, L. de L. R.; ALLEVATO, N. S. G. Ensino-Aprendizagem-Avaliação de Matemática: por que Através da Resolução de Problemas? In: ONUCHIC, L. de L. R.; ALLEVATO, N. S. G.; NOGUTI, F. C. H.; JUSTULIN, A. M. (org.). Resolução de Problemas: Teoria & Prática. Jundiaí: Paco Editorial, 2014.

Correspondência:

Andreia Cristina Rodrigues Trevisan.

Orcid: <https://orcid.org/0000-0003-0848-759X>.

Lattes: <http://lattes.cnpq.br/2714924410732736>.

Doutora em Educação em Ciências e Matemática pela Rede Amazônica de Educação em Ciências e Matemática (REAMEC). Professora da Universidade Federal de Mato Grosso (UFMT), do Instituto de Ciências Naturais, Humanas e Sociais (ICNHS), no Curso de Licenciatura em Ciências Naturais e Matemática e no Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências da Natureza e Matemática (PPGECM). Sinop, Mato Grosso, Brasil. e-mail: andreia.trevisan@ufmt.br.

Caroline Madureiro Silva Uzinski(in memoriam).

Lattes: <http://lattes.cnpq.br/0933223520729919>.

Mestranda do Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências da Natureza e Matemática da Universidade Federal de Mato Grosso (UFMT), Campus Universitário de Sinop. Professora da Secretaria de Estado de Educação de Mato Grosso (SEDUC). Sinop, Mato Grosso, Brasil. e-mail: carolmadureiro@gmail.com.

Claudia Maria Moro.

Orcid: <<https://orcid.org/0000-0001-9035-0060>>.

Lattes: <<https://lattes.cnpq.br/6851292541572551>>.

Especialista em Educação Inclusiva pela Universidade Estadual do Mato Grosso (UNEMAT/Sinop), Graduada em Licenciatura Plena em Matemática pela Universidade Paranaense (UNIPAR/Paraná). Mestranda do Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências da Natureza e Matemática da Universidade Federal de Mato Grosso (UFMT), Campus Universitário de Sinop. Professora da Secretaria de Estado de Educação de Mato Grosso (SEDUC). Lucas do Rio Verde, Mato Grosso, Brasil. e-mail: claudiamoro33@gmail.com.

Dionísio Cassenote.

Orcid: <<https://orcid.org/0009-0002-5996-7796>>

Lattes: <<http://lattes.cnpq.br/1224933163036218>>.

Especialização Lato Sensu (UNICID/SP). Licenciado em Matemática (UNEMAT/Sinop). Licenciado em Física (UNEMAT/Sorriso). Professor da Secretaria Municipal de Educação de Lucas do Rio Verde, Mato Grosso, Brasil. e-mail: diocassenote@gmail.com.

Edson Pereira Barbosa.

Orcid: <<https://orcid.org/0000-0002-5418-009X>>.

Lattes: <<http://lattes.cnpq.br/3184651096945519>>.

Doutor em Educação Matemática (UNESP/ Rio Claro). Professor da Universidade Federal de Mato Grosso (UFMT), do Instituto de Ciências Naturais, Humanas e Sociais (ICNHS), no Curso de Licenciatura em Ciências Naturais e Matemática e no Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências da Natureza e Matemática (PPGECM). Sinop, Mato Grosso, Brasil. e-mail: edson.barbosa@ufmt.br.

Helena Bertoleti Veras.

Orcid: <<https://orcid.org/0000-0001-6231-6228>>.

Lattes: <<http://lattes.cnpq.br/0596466756481487>>.

Graduada em Matemática pela Universidade Estadual do Mato Grosso (UNEMAT/Sinop), especialista em Educação de Jovens e Adultos pela Universidade Estadual do Mato Grosso (UNEMAT/Sinop), Mestranda do Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências da Natureza e Matemática da Universidade Federal de Mato Grosso (UFMT), Campus Universitário de Sinop, professora da rede Estadual de Ensino do Mato Grosso na cidade de Sinop-MT. Sinop, Mato Grosso, Brasil. e-mail: helenabertoletiv@hotmail.com.

Jeanlei Lourenço de Oliveira.

Lattes: <http://lattes.cnpq.br/2571935342491155>,

Professor da Secretaria de Estado de Educação de Mato Grosso (SEDUC). Sorriso, Mato Grosso, Brasil. e-mail: jean.oliveira.03@hotmail.com.

Katia Karina Elliott da Costa.

Orcid: <<https://orcid.org/0000-0001-5333-4491>>.

Lattes: <<https://lattes.cnpq.br/3398739424793016>>.

Graduada em Licenciatura Plena em Pedagogia pela Universidade do Estado de Mato Grosso (UNEMAT), Mestranda do Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências da Natureza e Matemática da Universidade do Estado de Mato Grosso (UFMT), campus

de Sinop. Professora da Secretaria de Estado de Educação de Mato Grosso (SEDUC). Porto dos Gaúchos, Mato Grosso, Brasil. e-mail: katia.costa@edu.mt.gov.br.

Lorenzo Delfino Moretto.

Orcid: <https://orcid.org/0009-0003-6608-7815>.

Lattes: <http://lattes.cnpq.br/4027999729757058>.

Graduado em Matemática pela Universidade Norte do Paraná (UNOPAR). Mestrando do Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências da Natureza e Matemática da Universidade do Estado de Mato Grosso (UFMT), campus de Sinop. Funcionário da Secretaria de Estado de Educação de Mato Grosso (SEDUC). Sinop, Mato Grosso, Brasil. e-mail: lorenzokamigawa@gmail.com.

Raquel Augusta Borges Rodrigues.

Orcid: [<https://orcid.org/0000-0002-4832-6304>](https://orcid.org/0000-0002-4832-6304).

Lattes: [<https://lattes.cnpq.br/5716143374684571>](https://lattes.cnpq.br/5716143374684571).

Graduada em Matemática pela Universidade Estadual do Mato Grosso (UNEMAT/Sinop), Especialista em Ensino de Matemática pela União Brasileira de Faculdades (UniBF). Mestranda do Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências da Natureza e Matemática da Universidade Federal de Mato Grosso (UFMT). Professora da Secretaria de Estado de Educação de Mato Grosso (SEDUC). Sinop, Mato Grosso, Brasil. E-mail: raquelborg@outlook.com.

Ensino de Química



ENSINO DE QUÍMICA E DEFICIÊNCIA VISUAL: uso dos sentidos

AMANDA HIONTON SILVA¹, ROSELI ADRIANA BLÜMKE FEISTEL¹

¹Universidade Federal de Mato Grosso

RESUMO

No ambiente escolar, dentre a diversidade de alunos, encontra-se alguns com determinadas limitações e deficiências, o que gera uma certa preocupação por parte dos docentes que buscam métodos de ensino que contribuam no processo de ensino e aprendizagem. Quando se trata do ensino de Química para alunos deficientes visuais torna-se algo muito mais desafiador, pelo fato de que a presente área de estudo necessita, em grande parte, da percepção visual dos alunos. O ensino de Química para alunos com deficiência visual implica no desenvolvimento de metodologias alternativas, materiais didáticos adaptados e profissionais capacitados a fim de diminuir os obstáculos que estes enfrentam no processo de construção de conhecimentos. O presente estudo objetiva apresentar, por meio de revisão bibliográfica, uma análise de metodologias que contribuem para o ensino de Química para alunos deficientes visuais através do uso dos sentidos. As produções científicas selecionadas e analisadas foram obtidas por meio de plataformas digitais, como o Google Acadêmico e Scientific Electronic Library Online (SCIELO), envolvendo os últimos cinco anos. Verifica-se que as discussões apresentadas nos trabalhos discorrem acerca de metodologias e objetos didáticos capazes de auxiliarem na construção de conhecimentos dos alunos com deficiência visual contribuindo significativamente para a aprendizagem.

Palavras-chave: Deficiência Visual. Educação Especial. Ensino de Química. Sentidos.

INTRODUÇÃO

Quando se trata de Educação Especial ou Educação Inclusiva percebe-se que existem inúmeras dificuldades que permeiam esse caminho, o qual envolve despreparação profissional, preconceito, falta de escolas estruturalmente adaptadas, entre outros aspectos. Autores como Silva e Damasceno (2015) destacam que a Educação Especial, ao longo dos anos, trilha um caminho árduo com muitos obstáculos e enfrentamentos para o seu desenvolvimento no contexto educacional.

Nos dias atuais, nota-se cada vez mais a importância da inclusão social no âmbito escolar o qual exige uma adaptação curricular por parte do docente, além de outros elementos (FELCKILCKER; TREVISOL, 2023). Nesse contexto, destaca-se que a preparação, adaptação e capacitação de docentes para o desenvolvimento de metodologias inclusivas é extremamente relevante para que efetivamente exista a inclusão na sala de aula.

Ao longo do tempo, alguns movimentos surgiram com o objetivo de promover a inclusão, entre os quais se destacam, a Declaração de Salamanca em 1994, a Convenção

da Guatemala em 1999 e a Convenção sobre Direito das Pessoas com Deficiência em 2006, visando a construção de uma sociedade inclusiva. Diante disso, vale ressaltar a Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional (LDBEN) n.º 9.394 (BRASIL, 1996), que prevê o direito a uma educação de qualidade a todos os brasileiros.

A Lei Brasileira de Inclusão (LBI) n.º 13.146 (BRASIL, 2015), assegura a educação como um direito da pessoa com deficiência, remetendo a necessidade de um sistema educacional inclusivo. Portanto, é dever do Estado, da família, da comunidade escolar e sociedade como um todo garantir educação de qualidade à pessoa com deficiência, protegendo-a contra a violência, negligência e discriminação.

O ensino de Química em si, já é considerado difícil por grande parte dos alunos, e torna-se ainda mais complexo para os alunos com deficiência visual e cegos, pois não conseguem visualizar o que de fato é o conteúdo, seja uma molécula ou um átomo. Também observa-se que, na maioria das vezes, o professor apenas apresenta os conteúdos que já vêm ilustrados nos livros didáticos, o que acaba se tornando um grande problema para aqueles que não conseguem visualizar o livro. De fato, a Educação Especial enfrenta muitas dificuldades para romper com a exclusão e estabelecer os mesmos direitos a educação, promovendo a equidade entre todos os alunos.

Nessa direção, Silva e Silva (2013) apontam que, além da insuficiente formação, há uma ausência de professores que atuam na área inclusiva, bem como a falta de materiais pedagógicos adaptados e/ou adequados para serem trabalhados no contexto de ensino.

De acordo com a Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura (UNESCO) (1994, p. 2) “[...] as crianças e jovens com necessidades educativas especiais devem ter acesso às escolas regulares, que a elas se devem adequar através duma pedagogia centrada na criança, capaz de ir ao encontro destas necessidades”. No entendimento de Field’s et al. (2012, p. 8), um dos maiores entraves para a educação dos alunos que possuem deficiência visual diz respeito às propostas educacionais sobre a educação inclusiva que têm como base o “referencial perceptual da visão”. Nessa ótica, ainda defendem que é necessário romper a limitação de ter que enxergar para poder aprender.

Autores como Fernandes, Hussein e Domingues (2017) mencionam que a interação do aluno com deficiência visual é suma importância e, complementam, afirmando que é imprescindível que tenham uma educação completa e que proporcione diferentes possibilidades de aprendizagem de forma igualitária a fim de construir um conhecimento significativo.

Frente a isso, há pesquisadores que vêm buscando alternativas para trabalhar os conteúdos de Química para pessoas com deficiência visual, fazendo o uso de sentidos, como o tato e a audição de modo possibilitar um ensino de qualidade.

Dessa forma, a presente pesquisa, por meio de uma revisão bibliográfica, busca apresentar e discutir produções científicas que discorrem acerca da importância de uma educação de qualidade e metodologias inclusivas no âmbito escolar, com foco no uso dos sentidos no ensino de Química para alunos deficientes visuais com o intuito de potencializar abordagens inclusivas.

ENCAMINHAMENTOS METODOLÓGICOS

Para a presente investigação buscou-se, por meio de revisão bibliográfica, apresentar e discutir produções científicas relacionadas à Educação Inclusiva que envolve alunos com deficiência visual bem como o uso dos sentidos como objeto metodológico.

A pesquisa quanto a sua abordagem caracteriza-se como qualitativa, de natureza bibliográfica (LÜDKE; ANDRÉ, 1986; FONSECA, 2002). Na compreensão de Fonseca (2002, p. 32), esse tipo de pesquisa “permite ao pesquisador conhecer o que já se estudou sobre o assunto”.

Para a realização da revisão bibliográfica, voltada à temática “uso dos sentidos no ensino de Química”, foram selecionados estudos por meio de pesquisa eletrônica. A busca pelas produções científicas se deu em plataformas digitais, a saber Google Acadêmico e Scientific Electronic Library Online (SCIELO), envolvendo os últimos cinco anos (2018 a 2022).

Na seleção dos estudos, foram consideradas as palavras-chave “Ensino de Química”, “Ensino Médio”, “Uso dos sentidos”, “Educação Inclusiva” e “Deficiência visual” no título, no resumo e nas palavras-chave de cada trabalho a fim de selecionar estudos relativos à temática em discussão.

O trabalho se justifica em razão da busca de metodologias inclusivas a serem desenvolvidas em sala de aula, dada a relevância do professor buscar meios alternativos que proporcionem ao aluno com deficiência visual um ambiente de estudo prazeroso e que atenda suas necessidades. Assim, a pesquisa, de cunho bibliográfico, visa apresentar metodologias que abordam sobre o uso dos sentidos no ensino de Química para alunos deficientes visuais.

No que concerne à metodologia de análise dos dados e a obtenção das categorias de análise, foi utilizada a Análise de Conteúdo (MORAES, 1999) para a descrição e interpretação dos dados resultantes a partir do levantamento bibliográfico. Para Moraes (1999), a Análise de Conteúdo conduz descrições sistemáticas qualitativas, auxiliando na reinterpretação das mensagens e no entendimento de seus significados.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Considerando o levantamento bibliográfico acerca da temática “uso dos sentidos no ensino de Química para alunos deficientes visuais”, foram encontrados 05 (cinco) artigos e 01 (uma) monografia no recorte temporal de 2018 a 2022 que atendiam os critérios da respectiva pesquisa.

As produções científicas selecionadas para análise estão apresentadas no Quadro 1.

Quadro 1. Relação de trabalhos relacionados com a temática da pesquisa

Título	Autor(es)/Ano	Forma(s) de abordagem
Construção de uma Tabela Periódica interativa com recurso de áudio adaptada para o ensino de Química a	GOMES, M. F. (2018)	Metodologia inclusiva para o ensino de Química para alunos com deficiência visual

estudantes com deficiência visual		
Possibilidades para o fazer docente junto ao aprendiz cego em aulas de Química: uma interface com a história da Tabela Periódica	FERNANDES, J. M.; FRANCO-PATROCÍNIO, S.; FREITAS-REIS, I. (2018)	Metodologias alternativas para alunos deficientes visuais dentro da sala de aula
Ensino de Química e a deficiência visual: análise dos inventários descritivos sobre materiais didáticos	NASCIMENTO, T. S.; MACHADO, S. M. F.; COSTA, E. S. (2020)	Ensino de Química para alunos com deficiência visual
O ensino de Química para estudantes com deficiência visual: desafios e possibilidades	FRANÇA, M. O.; ARAÚJO, S. A.; ROCHA, M. E. (2020)	
Ensino de Química para pessoas com deficiência visual: mapeamento e investigação de produções no Brasil	DUARTE, C. C. C.; ROSSI, A. V. (2021)	
Elaboração de modelo molecular para ensino inclusivo de Química: um foco na deficiência visual	SANTOS, J. C. (2021)	Deficientes visuais e inclusão escolar

Fonte. Elaborado pelas autoras

Importa destacar que não foram encontradas produções científicas voltadas à temática em questão no ano de 2022. Levando em consideração a revisão bibliográfica realizada acerca de trabalhos que têm como foco a Educação Especial com relação a alunos com deficiência visual e o uso dos sentidos no ensino de Química, evidencia-se sobremaneira a relevância da utilização de metodologias que oportunizam discussões acerca do processo de ensino e aprendizagem de alunos deficientes visuais nas aulas de Química.

Educação Especial no ensino de Química

A Educação Especial é um assunto muito presente no âmbito escolar, causando certa apreensão por parte de muitos docentes que buscam constantemente meios metodológicos alternativos para suprir as necessidades educacionais de seus alunos especiais.

Um professor preparado para tais circunstâncias, é um professor que se preocupa com seu aluno e visa alcançar uma forma para ampará-lo e proporcioná-lo um ensino eficaz e alternativo para o desenvolvimento de sua aprendizagem (FERNANDES; HUSSEIM; DOMINGUES, 2017).

[...] a inclusão ultrapassa a legitimidade de direito, ao exigir não apenas a matrícula escolar, mas o

prosseguimento dos estudos até níveis elevados da criação artística, da produção científica, da tecnologia. Há de se reconhecer as peculiaridades dos alunos, isto é, suas diferenças. Nesse sentido, é preciso mostrá-las, porém sem discriminá-las nem inferiorizá-las (MANTOAN; PRIETO, 2006, p. 80).

Para Capellini e Fonseca (2017, p. 120), é necessário que “[...] a equipe escolar cultive em seu cotidiano, a cultura inclusiva, ou seja, práticas fundamentadas na ética, no respeito às diferenças, na solidariedade, no compromisso de professores, pais, diretores, dirigentes, secretários de educação e comunidade com a aprendizagem dos alunos”.

Na compreensão de Ramos e Silva (2022, p. 3), o aluno com deficiência, de um modo geral, como sujeito da construção de seu conhecimento, tem muito a dizer sobre o seu processo de escolarização, ou seja, “[...] suas histórias de vida evidenciam com maior nitidez as propostas conteudistas da escola que se ocultam por detrás dos discursos que fundamentam os currículos escolares oficiais e, até mesmo, as práticas realizadas no cotidiano escolar”.

Nesse sentido, a inserção no contexto escolar nem sempre é garantia de permanência e conclusão dos estudos, podendo resultar em mais uma experiência excludente no que se refere a uma escola que se afirma inclusiva.

A Política Nacional de Educação Especial busca criar condições, estruturas e espaços no que se refere à inclusão e permanência de alunos com deficiência no contexto escolar (BRASIL, 2008). Na ótica de Felckilcker e Trevisol (2023, p. 7), “estudos focam que os obstáculos relacionados à inclusão vão desde recursos materiais e pedagógicos, formação docente e a necessidade de políticas públicas efetivas”.

Ainda existe um grande abismo entre os deficientes visuais e o conhecimento de disciplinas abordadas no Ensino Médio, a exemplo da Química. São encontradas muitas dificuldades de aprendizagem no que concerne ao ensino de Química para alunos deficientes visuais visto que, em geral, a disciplina traz um conteúdo complexo onde necessita da utilização de metáforas ou de analogias visuais para apresentar o conteúdo. A maioria dos conteúdos curriculares da disciplina acaba tornando-se visual, pois necessita que os alunos visualizem figuras ilustrativas para uma melhor compreensão (FIELD’S et al., 2012).

Neste sentido, cabe ressaltar a importância de buscar metodologias adaptativas e/ou adequadas que contribuam para alunos deficientes visuais dentro das condições que possam favorecer seus aprendizados. Nessa perspectiva, Fernandes, Hussein e Domingues (2017) enfatizam a necessidade de uma verdadeira inclusão, contudo a falta de formação dos professores e da estrutura escolar são aspectos preocupantes e que interferem significativamente no processo de ensino e aprendizagem.

Na sequência, são discutidas as produções científicas que abordam a deficiência visual e o uso dos sentidos no ensino de Química.

Ensino de Química e a deficiência visual: uso dos sentidos

Para a construção de um aprendizado eficaz durante as aulas de Química com alunos cegos ou deficientes visuais é importante que os professores desenvolvam meios alternativos e inclusivos em suas aulas. Uma forma de contribuir para o aprendizado destes alunos é a utilização de sentidos, como o tato, a audição, o paladar e o olfato.

O trabalho de Gomes (2018) destaca a abordagem de áudio adaptada no ensino de Química para alunos com deficiência visual a partir de uma metodologia tecnológica. Para o autor, “o trabalho surgiu da necessidade de se adotar uma abordagem alternativa de ensino de Química com enfoque no conteúdo de Tabela Periódica ministrado para alunos com deficiência visual” (GOMES, 18, p. 24).

No estudo realizado por Gomes (2018), nota-se uma abordagem diferente, em que através das Tecnologias da Informação e Comunicação (TIC), utilizou-se de forma dinâmica a Tabela Periódica para alunos com deficiência visual. Também, o autor retrata que foi criado um software para reproduzir áudios sobre cada elemento químico e um teclado com os símbolos dos elementos químicos transcrito na linguagem Braille. Em síntese, o estudo apresenta que a cada tecla de elementos químicos havia um áudio descrevendo suas características.

É relevante analisar que a criatividade ao pensar na criação de uma Tabela Periódica de áudio adaptada como um recurso didático é excelente e pode proporcionar uma ferramenta de ensino muito eficaz. Para Gomes (2018), o aluno escolhido para testar o recurso era do 8º ano do Ensino Fundamental, devido à falta de alunos com deficiência visual no Ensino Médio. No decorrer do teste, o autor menciona que o aluno demonstrou um grande interesse acerca do recurso pedagógico, pois com os elementos descritos em Braille nas teclas era possível identificar e o recurso áudio adaptado possibilitou também uma compreensão significativa sobre as informações dos elementos.

O trabalho de Nascimento, Machado e Costa (2020) aborda a construção de materiais pedagógicos que auxiliem no ensino de alunos com deficiência visual. Neste estudo, os autores abordam como o uso de objetos bidimensionais e tridimensionais em alto-relevo podem beneficiar o ensino de Química para aluno com deficiência visual.

Na compreensão de Nascimento, Machado e Costa (2020) é possível criar materiais táteis para a explicação dos conteúdos de modelo atômico, utilizando esferas de isopor, massa de modelar, bexigas e miçangas para auxiliar na compreensão dos conteúdos. Já para os conteúdos de Química Orgânica, é possível fazer uso de esfera de isopor para a representação de moléculas.

Os autores ainda destacam o uso de outros tipos de recursos pedagógicos.

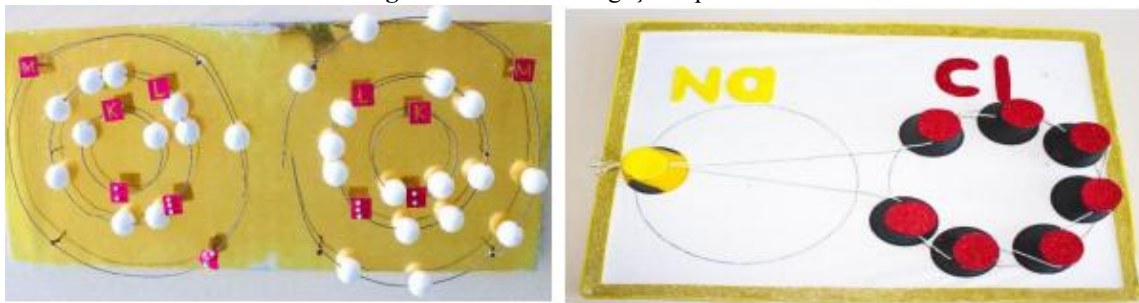
Identificamos ainda dois trabalhos que utilizam software como um recurso didático de acessibilidade, um deles informa a respeito de uma tecnologia assistiva (TA) brasileira chamada de Mecdaisy o qual disponibiliza sintetizador de voz (narração) fazendo a combinação de texto, áudio e imagens para representar conteúdos de livros e artigos por exemplo) (NASCIMENTO; MACHADO; COSTA, 2020, p. 362).

Recursos pedagógicos com áudio descrição citado por Nascimento, Machado e Costa (2020) permitem traduzir imagens e textos em áudios para que pessoas cegas ou com deficiência visual possam compreender conteúdos presentes em livros.

Os métodos abordados no estudo de França, Araújo e Rocha (2020) versam sobre o ensino de ligações químicas através de protótipos construídos de isopor, tampas de garrafas e barbante, a fim de apresentar um modelo tátil onde os alunos podem segurá-lo e imaginar por meio do protótipo como seriam as ligações.

A Figura 1 apresenta o modelo apresentado pelos autores.

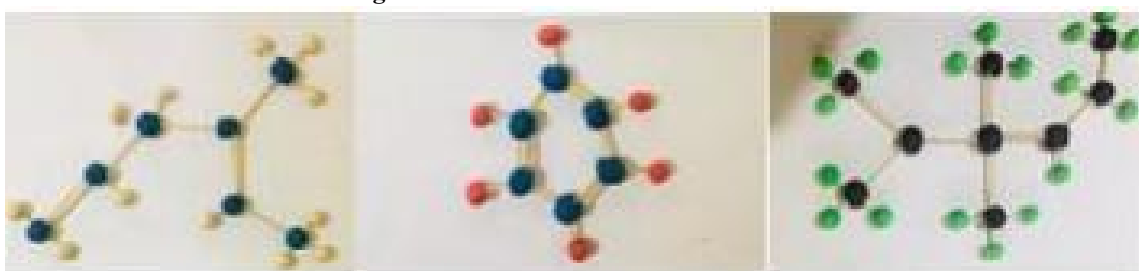
Figura 1. Modelo de ligações químicas



Fonte. <https://www.brazilianjournals.com>

Outro recurso utilizado para o estudo dos hidrocarbonetos, segundo França, Araújo e Rocha (2020), foram bolas de isopor, palitos de churrasco e massa de modelar, como é possível observar na Figura 2.

Figura 2. Modelo tátil de hidrocarboneto



Fonte. <https://www.brazilianjournals.com>

Os recursos pedagógicos apresentados por França, Araújo e Rocha (2020) foram modelos táteis que, de acordo com os autores, podem possibilitar aos alunos sentir e imaginar como seriam as moléculas e as ligações químicas.

A investigação de Duarte e Rossi (2021) aborda o mesmo método descrito anteriormente sobre a Tabela Periódica evidenciado por Gomes (2018). Para os autores, um recurso tátil que pode ser explorado é a construção de uma Tabela Periódica em Braille a fim de facilitar o aprendizado de alunos com deficiência visual. Nessa direção, Duarte e Rossi (2021, p. 406) ressaltam “a importância de materiais didáticos, como as tabelas periódicas inclusivas, passarem por um processo de validação, sendo testadas com estudantes com deficiência visual, para avaliar sua viabilidade de uso em sala de aula”.

Para as autoras, além da construção do objeto de ensino, eles precisam ser testados por pessoas com deficiência visual para que, de certa forma, possam saber se o recurso pode ser válido ou não para o ensino de Química. Nessa perspectiva, percebe-se

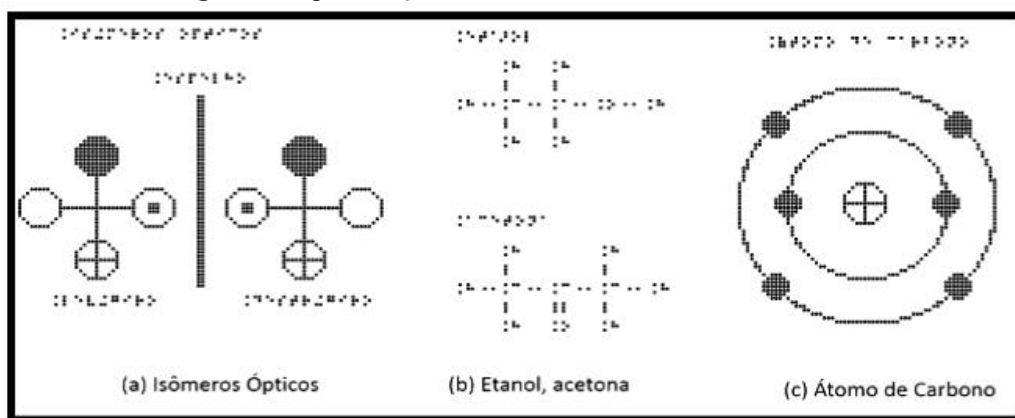
certa preocupação com o real aprendizado dos alunos deficientes visuais, onde demonstram que o objeto precisa ser testado e ser útil para quem precisa.

Na ótica de Duarte e Rossi (2021), o Braille nem sempre é suficiente para suprir as necessidades educacionais do aluno. É preciso que o professor busque outros modelos diferenciados, como maquetes, gráficos em alto relevo e experimentos adaptados para que, além do tato, outros sentidos possam ser utilizados para contribuir no processo de ensino e aprendizagem.

O trabalho de Fernandes, Franco-Patrocínio e Reis (2018) destaca o uso do Braille como recurso pedagógico para o ensino e aprendizagem de conteúdos de Química. No entendimento das autoras, “para atender às especificidades da linguagem química foi produzida pelo MEC a Grafia Química Braille para uso no Brasil em sua versão preliminar em 2002 e depois a segunda edição aprimorada em 2011” (FERNANDES; FRANCO-PATROCÍNIO; REIS, 2018, p. 193).

Para Fernandes, Franco-Patrocínio e Reis (2018), é possível ensinar conteúdos de Química através da linguagem Braille, sendo possível por meio desta grafia representar moléculas e equações químicas. A Figura 3 explicita o modelo apresentado pelas autoras.

Figura 3. Representações usuais de Química descritas no Braille



Fonte. <https://revistas.pucsp.br>

Ainda, segundo Fernandes, Franco-Patrocínio e Reis (2018, p. 194):

Atualmente, a grafia Química Braille permite perfeitamente a representação dos números de átomos de um composto químicos, os estados físicos das matérias, níveis de energia, tipos de ligações, estrutura dos grupos funcionais e uma infinidade de normas seguidas pela Química (FERNANDES; FRANCO-PATROCÍNIO; REIS, 2018, p. 194).

Nota-se que as autoras defendem a utilização da grafia Braille para ministrar os conteúdos de Química, e assinalam que com esta grafia é possível representar desde números de átomos até os tipos de ligações. Portanto, com o recurso pedagógico oferecido através do Braille, torna-se plausível o aprendizado de muitos conteúdos de Química para alunos deficientes visuais.

A produção científica de Santos (2021) aborda como recurso didático a construção de um modelo molecular que pode contribuir no ensino de Química para alunos deficientes visuais.

Diante da proposta da confecção de modelo molecular tátil, uma das opções foi utilizar diferentes tipos de tecidos, levando em consideração as suas texturas, ponto importante a ser observado, uma vez que, ao manusear os modelos, o aluno DV pudesse diferenciá-los com facilidade (SANTOS, 2021, p. 36).

A autora construiu um modelo molecular tátil com diferentes texturas e de tamanhos diferenciados, a fim de levar o aluno a notar as pequenas características diferenciadas que cada modelo molecular possui. Santos (2021) enfatiza que também construiu um modelo molecular feito de biscoito, para que os alunos pudessem manipulá-los e participar de forma efetiva durante as aulas de Química.

Dessa forma, evidencia-se nos trabalhos analisados, a existência de diversos recursos pedagógicos que utilizam os sentidos dos alunos com deficiência visual para contribuir para o processo de ensino e aprendizagem. Portanto, cabe ressaltar a importância do professor estar atento as necessidades de seus alunos a fim de proporcionar no ambiente escolar um lugar acolhedor, que proporcione equidade e respeito e aprendizagens significativas.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Considerando o estudo e análise das produções científicas, observa-se que existem diferentes meios didáticos que podem proporcionar ao aluno com deficiência visual um ensino de qualidade, em particular, o ensino de Química. Constata-se possibilidades de apresentar a Tabela Periódica aos alunos a partir do Braille como alternativa de compreender as características dos elementos químicos; também, verifica-se a produção de modelos tridimensionais para os temas sobre estrutura da matéria e ligações químicas.

Nessa direção, vale ressaltar a necessidade de ter profissionais preparados para auxiliarem os alunos com deficiência visual no âmbito escolar bem como uma estrutura física com materiais que atendam a demanda que atualmente se apresenta. Em outras palavras, o ensino de Química para alunos com deficiência visual implica no desenvolvimento de metodologias alternativas, materiais didáticos adaptados e profissionais capacitados a fim de diminuir os obstáculos que estes enfrentam no processo de construção de conhecimentos.

Em síntese, por meio da revisão, foi possível evidenciar a importância da busca pela inclusão social no meio escolar com o intuito de proporcionar aos alunos com deficiência visual o mesmo direito de aprendizagem que os demais colegas possuem. Em razão da análise das produções científicas encontradas, verifica-se que ainda existem lacunas no que diz respeito ao ensino de Química para alunos com deficiência visual em uma perspectiva inclusiva. Assim, diante da escassez de produções científicas voltadas à essa perspectiva, considera-se pertinente a realização de pesquisas, reflexões e socializações que possam contribuir ainda mais para o ensino de Química inclusivo.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BRASIL. Conselho Nacional de Educação. Ministério da Educação. Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional n.º 9.394, de 20 de dezembro de 1996. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/19394.htm. Acesso em: 19 nov. 2022.

BRASIL. Conselho Nacional de Educação. Ministério da Educação. Política Nacional de Educação Especial na perspectiva da educação inclusiva. Brasília, MEC, 2008. Disponível em: <<http://portal.mec.gov.br/arquivos/pdf/politicaeducacional.pdf>>. Acesso em: 18 fev. 2023.

BRASIL. Conselho Nacional de Educação. Ministério da Educação. Lei Brasileira de Inclusão n.º 13.146, de 06 de julho de 2015. Institui a Lei Brasileira de Inclusão da Pessoa com Deficiência (Estatuto da Pessoa com Deficiência). Disponível em: <http://www.punf.uff.br/inclusao/images/leis/lei_13146.pdf>. Acesso em: 11 fev. 2023.

CAPELLINI, V. L. M. F.; FONSECA, K. A. A escola inclusiva: seus pressupostos e movimentos. Dixa: Revista Brasileira de Psicologia e Educação, v. 19, n. 1, p. 107-127, jan./jun. 2017. Disponível em: <<https://periodicos.fclar.unesp.br/dixa/article/view/10824>>. Acesso em: 11 dez. 2022.

DUARTE, C. C. C.; ROSSI, A. V. Ensino de Química para pessoas com deficiência visual: mapeamento e investigação de produções no Brasil. Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias, v. 20, n. 3, p. 396-421, 2021. Disponível em: <http://reec.uvigo.es/volumenes/volumen20/REEC_20_3_4_ex1867_628.pdf>. Acesso em: 26 ago. 2022.

FELCKILCKER; J. B.; TREVISOL, M. T. C. Questões atuais da Educação Especial: mapeamento de literatura. Revista Diálogos e Perspectivas em Educação Especial, v. 10, n. 1, p. 187-202, jan./jun., 2023. Disponível em: <<https://revistas.marilia.unesp.br/index.php/dialogoseperspectivas/article/view/13622/10922>>. Acesso em: 22 jul. 2023.

FERNANDES, T. C.; HUSSEIN, F.R. G. S.; DOMINGUES, R. C. P. R. Ensino de Química para deficientes visuais: a importância da experimentação num enfoque multissensorial. Química Nova na Escola, v. 39, n. 2, 195-203, 2017. Disponível em: <http://qnesc.sbq.org.br/online/qnesc39_2/12-EQF-113-15.pdf>. Acesso em: 20 ago. 2022.

FERNANDES, J. M.; FRANCO-PATROCÍNIO, S.; FREITAS-REIS, I. Possibilidades para o fazer docente junto ao aprendiz cego em aulas de Química: uma interface com a história da Tabela Periódica. História da Ciência e Ensino: construindo interfaces, v. 18, p. 181-199, 2018. Pontifical Catholic University of Sao Paulo (PUC-SP). Disponível em: <<https://www.ufjf.br/nehc/files/2015/10/Possibilidades-para-o-fazer-docente-junto-ao-aprendiz-cego-em-aulas-de-Qu%c3%admica-uma-interface-com-a-hist%c3%b3ria-da-Tabela-Peri%c3%b3dica.pdf>>. Acesso em: 14 ago. 2022.

FIELD'S, K.; CAVALCANTE, K.; MORAIS, W.; BENITE, C.; BENITE, A. M. Ensino de Química para deficientes visuais: sobre intervenção pedagógica em Instituição de Apoio. In. ENCONTRO NACIONAL DE ENSINO DE QUÍMICA, 16., 2012, Salvador. Anais eletrônicos... Salvador, 2012. Disponível em: <<file:///C:/Users/Desktop-1->

Casa/Downloads/7530-Texto%20do%20Artigo-21430-1-10-20130511.pdf>. Acesso em: 11 set. 2022.

FONSECA, J. J. S. Metodologia de Pesquisa Científica. Fortaleza: UECE, 2002. Disponível em: <<http://www.ia.ufrj.br/ppgea/conteudo/conteudo-2012-1/1SF/Sandra/apostilaMetodologia.pdf>>. Acesso em: 04 jun. 2022.

FRANÇA, M. O.; ARAÚJO, S. A. de; ROCHA, M. E. O ensino de Química para estudantes com deficiência visual: desafios e possibilidades. Brazilian Journal of Development, v. 6, n. 8, p. 57156-57177, ago. 2020. Disponível em: <<https://brazilianjournals.com/ojs/index.php/BRJD/article/view/14826>>. Acesso em: 10 ago. 2022.

GOMES, M. F. Construção de uma Tabela Periódica interativa com recurso de áudio adaptada para o ensino de Química a estudantes com deficiência visual. Multi-Science Journal, v. 1, n. 12, p. 23-30, 2018. Disponível em: <<https://periodicos.ifgoiano.edu.br/index.php/multiscience/article/view/586>>. Acesso em: 18 ago. 2022.

LÜDKE, M.; ANDRÉ, M. Pesquisa em Educação: abordagens qualitativas. São Paulo: EPU, 1986.

MANTOAN, M. T. E.; PRIETO, R. G. Inclusão escolar. São Paulo: Summus, 2006. (Coleção Pontos e Contrapontos).

MORAES, R. Análise de Conteúdo. Revista Educação, v. 22, n. 37, p. 7-32, 1999. Disponível em: <https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/4125089/mod_resource/content/1/Roque-Moraes_Analise%20de%20conteudo-1999.pdf>. Acesso em: 10 ago. 2022.

NASCIMENTO, T.; MACHADO, S. M. F.; COSTA, E. da S. Ensino de Química e a deficiência visual: análise dos inventários descritivos sobre materiais didáticos. Revista de Ensino de Ciências e Matemática, v. 11, n. 6, p. 350-371, 2020. Disponível em: <<https://revistapos.cruzeirodosul.edu.br/index.php/rencima/article/view/2545>>. Acesso em: 11 ago. 2022.

RAMOS, J. R.; SILVA, C. A. Trajetórias formativas na escolarização de dois estudantes com deficiência visual. Revista Diálogos e Perspectivas em Educação Especial, v. 9, n. 2, p. 25-38, jul./dez., 2022. Disponível em: <<https://revistas.marilia.unesp.br/index.php/dialogoseperspectivas/article/view/13746/10006>>. Acesso em: 10 abr. 2023.

SANTOS, J. C. dos. Elaboração de modelo molecular para ensino inclusivo de Química: um foco na deficiência visual. 2021. 58 f. Monografia (Graduação em Química) – Instituto de Ciências Exatas e Biológicas. Universidade Federal de Ouro Preto. Ouro Preto, 2021. Disponível em: 280

<https://monografias.ufop.br/bitstream/35400000/3097/6/MONOGRAFIA_Elabora%3%a7%3%a3oModeloMolecular.pdf>. Acesso em: 25 ago. 2022.

SILVA, W. D. A.; SILVA, N. M. R. A Tabela Periódica e o ensino de Química para deficientes visuais. In: FREITAS, L. P. T. (Org.). Educação Inclusiva: Ensaio. Fortaleza: CAPES/IFCE, 2013.

SILVA, W. D. A.; DAMASCENO, M. M. S. A Química no contexto da Educação Especial: o professor, o ensino e a deficiência visual. Revista Debates em ensino de Química, v. 1, n. 1, p. 20-28, 2015. Disponível em: <<http://www.journals.ufrpe.br/index.php/REDEQUIM/article/view/1261>>. Acesso em: 15 ago. 2022.

UNESCO. Declaração de Salamanca. Sobre princípios, políticas e práticas na área das necessidades educativas especiais. Salamanca, 1994. Disponível em: <<http://portal.mec.gov.br/seesp/arquivos/pdf/salamanca.pdf>>. Acesso em: 15 mar. 2023.

Correspondência:

Amanda Hionton Silva

Graduanda do Curso de Ciências Naturais e Matemática - Química da Universidade Federal de Mato Grosso (UFMT), Câmpus Universitário de Sinop (CUS), Instituto de Ciências Naturais, Humanas e Sociais (ICNHS). Sinop, Mato Grosso, Brasil. e-mail: amanda_hionton@hotmail.com.

Roseli Adriana Blümke Feistel

Orcid: <https://orcid.org/0000-0002-8696-2221>.

Lattes: <http://lattes.cnpq.br/8516673002046226>.

Licenciada em Física e Mestre em Educação nas Ciências pela Universidade Regional do Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul (UNIJUÍ) e Doutora em Educação Científica e Tecnológica pela Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC). Docente Associada da Universidade Federal de Mato Grosso (UFMT), Câmpus Universitário de Sinop (CUS), Instituto de Ciências Naturais, Humanas e Sociais (ICNHS), Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências da Natureza e Matemática (PPGECM), Curso de Licenciatura em Ciências Naturais e Matemática. Pesquisadora do Núcleo Interdisciplinar de Pesquisa em Ensino de Ciências e Matemática (NIPECeM) e do Grupo de Pesquisa em Ensino de Ciências de Sinop (GPECS), com pesquisas na área de Educação, Ensino de Ciências, Ensino de Física, atuando, principalmente, nos seguintes temas: Ensino de Ciências/Física, Formação de Professores, Currículo, Interdisciplinaridade, Abordagem Temática, Ensino-aprendizagem. Membro do Conselho Municipal de Educação e do Fórum Permanente de Educação do município de Sinop-MT. Sinop, Mato Grosso, Brasil. e-mail: roseli.feistel@ufmt.br.

ENSINO DE QUÍMICA PARA SURDOS: um olhar acerca de produções científicas

GIOVANA DE SOUZA MANTOVANI¹, ROSELI ADRIANA BLÜMKE FEISTEL¹

¹Universidade Federal de Mato Grosso

RESUMO

No contexto educacional, diversas são as dificuldades enfrentadas pelos sujeitos surdos na tentativa de suas formações educacionais, sejam elas a nível básico, tecnólogo ou superior. O presente estudo buscou evidenciar, a partir de uma revisão bibliográfica, produções científicas acerca do ensino de Química para estudantes surdos, com o intuito de delinear um cenário das mais recentes pesquisas na área e suas principais tendências. Para a construção do corpus de dados foram analisados artigos científicos publicados nas Bases de Dados Scientific Electronic Library Online (SCIELO) e Periódicos da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), no período de 2017 a 2022. Por meio da análise dos dados obtidos, foram definidos enfoques temáticos os quais apresentam as tendências e os desafios presentes na área. Os resultados salientam que os estudos nesse segmento são recentes, porém encontra-se em eminente crescimento. Além disso, o panorama observado no estudo demonstrou que ainda há muito a ser realizado para que a comunidade surda seja efetivamente incluída no meio educacional.

Palavras-chave: Educação Especial. Educação Inclusiva. Ensino de Química. Surdos.

INTRODUÇÃO

Discussões relacionadas à surdez em contextos de ensino têm aumentado significativamente nos últimos anos (FELCKILCKER; TREVISOL, 2023). Sob o panorama clínico-terapêutico, Skliar (2000) menciona que a surdez é denominada um déficit e seus portadores caracterizam-se como deficientes auditivos, fazendo-se essencial a utilização de oralização como alternativa de terapia, demonstrando essa ser uma concepção oralista que baseia-se na necessidade de desenvolvimento da língua oral. No entanto, segundo Luz (2016), tal idealização patológica, a qual a surdez encontra-se associada, conduz a segregação e exclusão dos surdos, privando-os da inclusão social, política, econômica, educacional e cultural, impedindo-os de executarem suas funções como cidadãos e forçando-os a subordinarem-se as imposições da parcela da sociedade considerada ouvinte.

Além da concepção oralista da surdez há, também, segundo Skliar (2000), a faceta bilíngue que configura a surdez sob um ponto de vista sociantropológico, onde o indivíduo portador da surdez é entendido como diferente do sujeito ouvinte em razão de sua construção intelectual, bem como sua forma de comunicação ser baseada em visualização e gestos (visogestual), corroborando com a inserção da língua materna da população surda - Língua de Sinais. Logo, percebe-se que a perspectiva

sociantropológica contrapõem a oralista, posto que a ideologia de portar a surdez como sendo uma deficiência posiciona o indivíduo surdo em desvantagem quando comparada com os ouvintes.

Assim sendo, desconstruindo a ideologia de surdez como uma patologia, surge a concepção designada Pedagogia Surda ou Pedagogia da Diferença, que pauta-se no estudo da surdez através da perspectiva antropológica (SKLIAR, 2000).

De acordo com Behares (1991), antropológicamente o sujeito surdo é entendido como aquele que dispõe um déficit de audição e que por isso demonstra uma diferença respeitando ao padrão aguardado. Dessa forma, é preciso realizar a construção de sua identidade a partir de tal diferença para que assim, seja possível inserir-se na sociedade tal como na cultura que é nascido.

Sob esse viés, os surdos, ao se inserirem no âmbito escolar, encontram-se em desvantagem em relação aos sujeitos ouvintes, dado que no que se refere a aprendizagem da língua, os ouvintes possuem um maior contato com sua língua materna, sendo essa desde o nascimento. É sabido que os surdos, por direito, não devem sofrer exclusão no ambiente escolar, entretanto, na prática tal fato ainda não é uma realidade:

Percebemos que os sujeitos surdos devem estar inseridos nas escolas; no entanto, o acesso à educação regular ainda continua limitado, pois apesar das leis vigentes alegarem uma educação de fato inclusiva, que o tão aclamado “todos são iguais perante a lei” da Constituição Brasileira ainda é, neste caso, uma realidade distante (LUZ, 2016, p. 14).

Assim sendo, a literatura especializada evidencia aos estudantes surdos o direito à educação inclusiva (BRASIL, 2015), garantindo ao mesmo o acesso à aprendizagem por meio da Língua Brasileira de Sinais (LIBRAS), considerada sua primeira língua. No entanto, a língua portuguesa não é negligenciada, mas o seu ensino é configurado como uma segunda língua.

A temática abordada no presente estudo refere-se ao ensino de Química para surdos, tendo como objetivo a realização de um levantamento bibliográfico acerca do assunto. Conforme Fernandes e Salvi (2017), uma pesquisa bibliográfica não deve apenas realizar um levantamento de produções científicas publicadas em um determinado período de tempo, mas junto a isto realizar uma análise e discussão acerca dos materiais buscados, categorizando-os e abordando diferentes enfoques.

Nesse sentido, um total de 4 (quatro) diferentes enfoques temáticos foram definidos para discussão na presente pesquisa, a saber: (1) Formação educacional de surdos no Brasil: políticas públicas e desafios; (2) Ensino-aprendizagem de surdos: dificuldades no processo de formação de professores; (3) Dificuldades no processo de ensino e aprendizagem de alunos surdos em aulas de Química; e (4) Práticas e ações no processo de inclusão de surdos em aulas de Química.

DELINEAMENTO METODOLÓGICO

A pesquisa, de abordagem qualitativa, caracteriza-se como bibliográfica, pois, de acordo com Fonseca (2002, p. 32), esse tipo de pesquisa “permite ao pesquisador conhecer o que já se estudou sobre o assunto”. Ao desenvolver uma pesquisa bibliográfica, tem-se a intenção de buscar informações ou conhecimentos relacionados ao tema em estudo que servirão de base para localizar e construir a investigação a ser

desenvolvida podendo, até mesmo, “encontrar novas ‘lentes’, um novo referencial teórico para embasar a pesquisa” (BORBA; ALMEIDA; GRACIAS, 2019, p. 79).

Segundo Fernandes e Salvi (2017), os estudos obtidos por meio de revisão bibliográfica contribuem para o entendimento da produção científica e são capazes de auxiliarem no encontro de direções para mudanças e/ou inovações referentes a temática estudada, bem como indicarem perspectivas e potencialidades para estudos posteriores.

Investigações sob esses viés envolvem questionamentos como: “O que tem-se produzido a respeito de determinado segmento de pesquisa?”; “Quais são as temáticas mais abordadas?”; e “De todos os materiais visualizados, quais os assuntos não possuem visibilidades nas produções acadêmicas?”. Logo, para evidenciar respostas para tais interrogações se fez necessário não apenas investigações referentes ao segmento de interesse, mas, também, compreender a resposta das seguintes questões referentes as produções acadêmicas: “Quando?”; “Onde?”; “Quem?”; “O que?”; e “Como?”.

Assim, o presente estudo pautou-se na realização de uma revisão bibliográfica em Bases de Dados como o Scientific Electronic Library Online (SCIELO) e Periódicos da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), sendo consideradas as produções científicas publicadas no período de 2017 a 2022.

Na seleção dos estudos, foram consideradas as palavras-chave “Ensino de Química”, “Educação Inclusiva”, “Deficiência Auditiva” e “Surdos” no título, no resumo e nas palavras-chave de cada trabalho a fim de selecionar estudos relativos à temática em discussão.

Para a análise das produções científicas, foi utilizada a metodologia da Análise de Conteúdo (MORAES, 1999), uma vez que auxilia na descrição e interpretação dos dados obtidos.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Considerando a pesquisa realizada, obteve-se ao todo 4 (quatro) diferentes enfoques temáticos, sendo eles: (1) Formação educacional de surdos no Brasil: políticas públicas e desafios; (2) Ensino-aprendizagem de surdos: dificuldades no processo de formação de professores; (3) Dificuldades no processo de ensino e aprendizagem de alunos surdos em aulas de Química; e (4) Práticas e ações no processo de inclusão de surdos em aulas de Química.

Na sequência, discute-se os diferentes enfoques temáticos alusivos à investigação realizada.

(1) Formação educacional de surdos no Brasil: políticas públicas e desafios

Com base na análise das produções científicas, foram encontradas 5 (cinco) estudos que discutem as políticas públicas responsáveis pela formação educacional dos surdos no Brasil.

Verifica-se que o maior número de produções científicas ocorreu, respectivamente, nos anos de 2017 (02 publicações) e 2019 (02 publicações), conforme apresenta o Quadro 1.

Quadro 1. Estudos relacionados às políticas públicas voltadas à formação educacional dos surdos no Brasil

Título	Autor(es)/Ano	Objetivos
Os direitos linguísticos no ensino de surdos no Brasil: uma valorização de línguas?	RODRIGUES, V. de O. L. (2017)	Avaliação de políticas públicas que induzem (ou não) a valorização da Língua Brasileira de Sinais (LIBRAS)
Materiais do Ministério de Educação do Brasil: das concepções de linguagem às políticas linguísticas para o ensino de surdos	BENTES, J. A. de O.; BENTES, R. de N. S. (2019)	Analisar as políticas linguísticas existentes nos materiais didático pedagógicos direcionados a formação de professores
Desafios para a formação educacional de surdos no Brasil sob a ótica de participantes do Exame Nacional do Ensino Médio (ENEM 2017)	ROMÁRIO, L.; DORZIAT, A.; CARVALHO, M. E.; ANDRADE, F. C. (2019)	Analisar os principais desafios para a formação educacional de pessoas surdas
O perfil das pesquisas sobre o ensino de Física para surdos no Brasil entre os anos de 2002 e 2017	ALVES, F. de S.; SOUZA, L. M. da S.; ROSSINI, S. M. (2017)	Analisar a existência de estudos que orientem as políticas públicas para o Ensino de Física
A educação das pessoas com deficiência no Brasil e na Rede Federal de Ensino com enfoque no aluno surdo: uma abordagem sobre os aspectos legais e históricos do processo de inclusão escolar	FREITAS, C. R. de; SILVA, C. C. da (2020)	Abordar aspectos legais da educação dos surdos até o momento inclusivo

Fonte. Elaborado pelas autoras

Ademais, nota-se que a preocupação central das 5 (cinco) produções científicas encontradas referente aos estudos relacionados as políticas públicas responsáveis pela formação educacional dos surdos no Brasil volta-se às políticas públicas que regem o sistema educacional, com ênfase nas diretrizes que tratam a respeito dos surdos. Evidenciou-se, em todas elas, discussões concernentes à falta de políticas públicas e o cumprimento destas, de forma prática, no contexto da Educação Especial.

(2) Ensino-aprendizagem de surdos: dificuldades no processo de formação de professores

Em razão da análise das investigações, também foram encontradas 5 (cinco) trabalhos na literatura que versam sobre a formação docente no processo de ensino e aprendizagem de alunos surdos.

Observa-se que o maior número de produções científicas ocorreu nos anos de 2017 com 03 (três) publicações e 2019 com 02 (duas) publicações.

Quadro 2. Estudos sobre formação de professores que atuam no processo de ensino e aprendizagem de alunos surdos

Título	Autor(es)/Ano	Objetivos
Investigação sobre o conhecimento de professores do Ensino Fundamental frente ao processo de ensino/aprendizagem do aluno surdo	GARCIA, C. de O.; CARMO, C. de F. do (2019)	Analisar se os professores possuem o preparo necessário para oferecer, na prática, a inserção dos surdos
A educação de surdos: formação de professores na Língua Brasileira de Sinais (LIBRAS)	ARAÚJO, A. S.; MENEZES, A. M. de C.; ARAÚJO, A. C. S. (2017)	Evidenciar as principais dificuldades encontradas na formação dos professores
A constituição de uma educação bilíngue e a formação dos professores de surdos	VIEIRA-MACHADO, L. M. C.; LOPES, M. C. (2017)	Realizar a discussão da elaboração de uma educação bilíngue através da formação educacional de professores para alunos surdos
Formação de professores e educação de surdos: revisão sistemática de teses e dissertações	MUTTÃO, M. D. R.; LODI, A. C. B. (2018)	Compreender como se dá a formação acadêmica dos professores para a educação dos surdos
O papel da formação continuada no trabalho dos professores de Química com alunos surdos	FERNANDES, J. M.; REIS, I. de F. (2019)	Salientar a importância da educação continuada, que deu-se através de um minicurso, para a capacitação de professores que sentem-se despreparados para o processo de ensino e aprendizagem de alunos surdos

Fonte. Elaborado pelas autoras

Verifica-se nas produções científicas selecionadas e analisadas a ausência de suporte bem como de capacitação na formação acadêmica dos professores que atuam na Educação Especial de surdos. Ainda, na maioria dos estudos, notou-se que a formação do professor em Educação Especial, no Ensino Superior, resume-se a disciplina de LIBRAS, no entanto, a referida formação não é suficiente para suprir as necessidades de qualificação/preparação dos docentes.

Ademais, uma das publicações intitulada “O papel da formação continuada no trabalho dos professores de Química com alunos surdos” destaca que uma grande

parcela de professores busca a realização de formação continuada como alternativa de diminuir seu despreparo frente a formação educacional de alunos surdos.

(3) Dificuldades no processo de ensino e aprendizagem de alunos surdos em aulas de Química

Frente à investigação realizada nas Bases de Dados, foram selecionados e analisados 04 (quatro) estudos que abordam as principais dificuldades no processo de ensino e aprendizagem de alunos surdos no ensino de Química.

O Quadro 3 evidencia as produções científicas encontradas ressaltando os principais objetivos de cada uma delas.

Quadro 3. Produções científicas acerca de dificuldades no processo de ensino e aprendizagem de alunos surdos em aulas de Química

Título	Autor(es)/Ano	Objetivos
O desenvolvimento dos alunos surdos abordando as dificuldades no processo de ensino e aprendizagem de Química: os desafios da inclusão	CAVALCANTE, V. G.; SAMPAIO, C. de G.; VASCONCELOS, A. K.; BARROSO M. C. da S.; NASCIMENTO FILHO, V. T. (2021)	Mencionar as principais dificuldades encontradas pelos professores de Química durante o processo de inclusão
Estudo de caso sobre as dificuldades de aprendizagem de alunos surdos na disciplina de Química	SCHUINDT, C. C.; MATOS, C. F. de; SILVA, C. S. da (2017)	Revelar as principais dificuldades encontradas pelos alunos nas aulas de Química
As dificuldades de inclusão dos deficientes auditivos no ensino da Química	BARROS, S. C. D. de; ALVES, B. L.; VIEIRA, K. M.; CORRÊA, S. F. (2020)	Abordar as dificuldades existentes para que seja efetivada a inclusão do surdo em meio educacional
Inclusão de surdos no Ensino Superior: as práticas pedagógicas sob o olhar de estudantes surdos	BARBOZA, P.; DORZIAT, A. (2019)	Descrever o modo como as próprias práticas pedagógicas negligenciam as características linguístico-culturais dos surdos

Fonte. Elaborado pelas autoras

Por meio da revisão das publicações foi possível visualizar que o maior obstáculo de aprendizagem nas aulas de Química por parte dos surdos é a divergência linguística, bem como a ausência de conhecimento na língua materna dos surdos pelo professor.

Além disso, considerou-se como um grande empecilho no desenvolvimento educacional dos surdos a dificuldade de compreensão dos sinais e/ou terminologias químicas usadas que, consoante as produções científicas analisadas, encontram-se fora

de contexto, sendo urgente a necessidade de criação de novos sinais para o entendimento da Química.

Outrossim, também citou-se como obstáculos a não formação acadêmica específica dos sujeitos que atuam como intérpretes e a falta de materiais didáticos, especificamente, baseados na Língua de Sinais que contenham metodologias inclusivas, como o uso de recursos visuais ou práticos, ou seja, que se adequem a realidade dos alunos surdos e não desconsiderem suas características linguístico-culturais.

(4) Práticas e ações no processo de inclusão de surdos em aulas de Química

Considerando a pesquisa realizada, identificou-se 08 (oito) produções científicas com enfoque na discussão de práticas e ações que favorecem de alguma maneira o processo de inclusão dos surdos em aulas de Química. Verifica-se que o maior número de produções científicas, concernentes ao assunto em discussão, ocorreu no ano de 2020 com 04 (quatro) publicações.

O Quadro 4 explana os estudos encontrados e selecionados para análise tendo em vista os objetivos principais de cada um.

Quadro 4. Produções científicas sobre práticas e ações no processo de inclusão de surdos em aulas de Química

Título	Autor(es)/Ano	Objetivos
Análise das produções científicas acerca de recursos pedagógicos acessíveis da tabela periódica utilizados no processo de ensino e aprendizagem de alunos surdos	DANTAS, L. M.; BARWALDT, R.; BASTOS, A. R. B. de; ARAGÃO, F. V. F. (2020)	Análise do ensino da temática tabela periódica em aulas de Química para alunos surdos
O aprendiz surdo e a Química	LIANDA, R. L. P.; COSTA, O. M. de R.; SILVEIRA, B. A. de A.; SANTOS, I. A.; FERNANDES, K. G.; SILVA, I. N. P. (2020)	Elaborar e aplicar um minicurso para surdos para que os mesmos compreendam processos químicos em sua forma teórica bem como laboratorial, com o intuito de contribuir com a formação e vida cotidiana dos indivíduos surdos
Química com sinais: o ensino virtual da Química para alunos surdos por meio de um website	FERREIRA, L. M. V. L.; BARROSO, M. C. da S.; SAMPAIO, C. de G. (2020)	Elaboração de uma ferramenta (website chamado Química com Sinais) para contribuir no aprendizado de alunos surdos
A importância da LIBRAS: um olhar sobre o ensino de Química a	NOGUEIRA, E. P.; BARROSO, M. C. da S.;	Analisar a importância e o real significado dos sinais para os surdos, demonstrando para os

surdos	SAMPAIO, C. de G. (2018)	mesmos a importância de compreenderem a Química
LIBRAS: um jogo educacional para estimular alunos surdos à aprendizagem de Química	ROCHA, K. N.; ALMEIDA, N. M.; SOARES, C. R. G.; SILVA, L. F. M. S. (2019)	Elaboração de um jogo para celulares baseado em temáticas químicas para o auxílio e assimilação dos conteúdos escolares de forma atrativa, bem como interativa
Aplicação didática inclusiva no ensino de Química para um aluno surdo	FREITAS, R. de C. R. Q.; PAZ, M. S. de O. (2021)	Potencializar a assimilação da identificação das funções inorgânicas utilizando estratégias didáticas empregando materiais simples presentes no cotidiano escolar
Estratégia didática inclusiva a alunos surdos para o ensino dos conceitos de balanceamento de equações químicas e de estequiometria para o Ensino Médio	FERNANDES, J.; REIS, I. F. (2017)	Construção e aplicação de sequências didáticas inclusivas para alunos surdos
A importância da aula experimental no processo de ensino-aprendizagem para alunos surdos: um relato de experiência na Educação Profissional e Tecnológica (EPT)	RODRIGUES, R. P.; CORDEIRO, S. P. R. L.; SARETTO, T. M. (2020)	Evidenciar a importância de aulas experimentais associadas a teoria para a construção do conhecimento para um surdo

Fonte. Elaborado pelas autoras

Menciona-se na maioria das publicações, apresentadas no Quadro 4, a emergência na proposição de novos sinais para muitos dos conceitos químicos existentes, uma vez que a não existência de sinais impossibilita a compreensão da Química por parte dos surdos e torna-se uma barreira no processo de ensino e aprendizagem.

Outrossim, o estudo intitulado “A importância da aula experimental no processo de ensino-aprendizagem para alunos surdos: um relato de experiência na Educação Profissional e Tecnológica (EPT)” evidencia a importância de aulas experimentais, ou seja, da experiência visual para a construção de conhecimentos, bem como assimilação do conteúdo teórico por um surdo.

À guisa de síntese

Concernente aos estudos relacionados às políticas públicas responsáveis pela formação educacional dos surdos no Brasil verificou-se a ausência na efetivação das

políticas públicas referentes aos alunos surdos existindo, teoricamente, uma vasta quantidade das tais, no entanto, com pouca efetivação na prática.

No que se refere aos estudos relacionados à formação/preparação recebida pelos professores para atuarem no processo de ensino e aprendizagem de alunos surdos, identificou-se a falta de preparo que as instituições acadêmicas oferecem aos seus alunos quando o assunto abordado é a Educação Especial.

Em relação às principais dificuldades encontradas no processo de ensino e aprendizagem de alunos surdos em aulas de Química, os estudos apresentaram perspectivas desfavoráveis sob o ponto de vista dos alunos surdos que afirmaram sentirem-se excluídos pelas próprias metodologias que dizem ser “inclusivas”, mas que na realidade desconsideram as características linguístico-culturais da comunidade surda. E, por fim, no que tange às práticas e ações para o favorecimento do processo de inclusão dos surdos nas aulas de Química, as produções científicas mencionaram diversos projetos educacionais interessantes e inclusivos para surdos, que não excluem suas realidades e que consideram suas particularidades, com o intuito de melhorar a prática docente e contribuir para o desenvolvimento educacional.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Por meio da investigação realizada foi possível conhecer, em parte, o panorama referente a formação educacional dos surdos no Brasil. Percebeu-se que são diversas as dificuldades e obstáculos enfrentados pelos sujeitos surdos na tentativa de suas formações educacionais, sejam elas a nível básico, tecnológico ou superior, visto que nas publicações esses três níveis de ensino estavam presentes.

Em síntese, é notório que há, ainda, muito a ser otimizado e realizado no contexto educacional, político e cultural para que os alunos surdos sejam efetivamente incluídos, a iniciar pela execução das leis já existentes, bem como o desenvolvimento de novas. Além disso, a construção de novos sinais relacionados ao segmento químico, o investimento na formação e capacitação dos profissionais (professores e intérpretes) que atuam no processo de ensino e aprendizagem dos surdos, e a reformulação de metodologias “inclusivas”.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALVES, F. de S.; SOUZA, L. M. da S.; ROSSINI, S. M. O perfil das pesquisas sobre o ensino de Física para surdos no Brasil entre os anos de 2002 e 2017. *Ensenanza de las Ciencias - Revista de Investigación y Experiencias Didácticas*, n. extra, pp. 2551-2558, 2017. Disponível em: <<https://raco.cat/index.php/Ensenanza/article/view/339210/430168>>. Acesso em: 15 mar. 2023.

ARAÚJO, A. S.; MENEZES, A. M. de C.; ARAÚJO, A. C. S. A educação de surdos: formação de professores na Língua Brasileira de Sinais (LIBRAS). *Revista Multidisciplinar e de Psicologia*, v. 11, n. 38, 2017. Disponível em: <<https://idonline.emnuvens.com.br/id/article/view/892>>. Acesso em: 22 mar. 2023.

BARBOZA, P.; DORZIAT, A. Inclusão de surdos no Ensino Superior: as práticas pedagógicas sob o olhar de estudantes surdos. *Comunicações*, v. 26, n. 2, 2019. Disponível em: <<https://www.metodista.br/revistas/revistas-unimep/index.php/comunicacoes/article/view/4081>>. Acesso em: 12 mar. 2023.

BARROS, S. C. D. de; ALVES, B. L.; VIEIRA, K. M.; CORRÊA, S. F. As dificuldades de inclusão dos deficientes auditivos no ensino da Química. *Research, Society and Development*, v. 9, n. 7, 2020. Disponível em: <https://www.repositorio.ufop.br/bitstream/123456789/14574/1/ARTIGO_DifficultiesInclusionHearing.pdf>. Acesso em: 18 mar. 2023.

BEHARES, L. E. Novas correntes na educação de surdos: dos enfoques clínicos aos culturais, 1991. (Mimeo). Traduzido por Eleny Gianini.

BENTES, J. A. de O.; BENTES, R. de N. S. Materiais do Ministério de Educação do Brasil: das concepções de linguagem às políticas linguísticas para o ensino de surdos. *Revista Educação Especial*, v. 32, 2019. Disponível em: <<https://periodicos.ufsm.br/educacaoespecial/article/view/38402>>. Acesso em: 11 mar. 2023.

BORBA, M. C.; ALMEIDA, H. R. F. L.; GRACIAS, T. A. S. Pesquisa em ensino e sala de aula: diferentes vozes em uma investigação. 2. ed. Belo Horizonte: Autêntica, 2019

BRASIL. Conselho Nacional de Educação. Ministério da Educação. Lei Brasileira de Inclusão n.º 13.146, de 06 de julho de 2015. Institui a Lei Brasileira de Inclusão da Pessoa com Deficiência (Estatuto da Pessoa com Deficiência). Disponível em: <http://www.punf.uff.br/inclusao/images/leis/lei_13146.pdf>. Acesso em: 11 fev. 2023.

CAVALCANTE, V. G.; SAMPAIO, C. de G.; VASCONCELOS, A. K.; BARROSO M. C. da S.;

NASCIMENTO FILHO, V. T. do. O desenvolvimento dos alunos surdos abordando as dificuldades no processo de ensino e aprendizagem de Química: os desafios da inclusão. *Research, Society and Development*, v. 10, n. 6, 2021. Disponível em: <<https://rsdjournal.org/index.php/rsd/article/view/15796>>. Acesso em: 05 mar. 2023.

DANTAS, L. M.; BARWALDT, R.; BASTOS, A. R. B. de; ARAGÃO, F. V. F. Análise das produções científicas acerca de recursos pedagógicos acessíveis da tabela periódica utilizados no processo de ensino e aprendizagem de alunos surdos. *Revista Educação Especial*, v. 33, 2020. Disponível em: <<https://periodicos.ufsm.br/educacaoespecial/article/view/48149>>. Acesso em: 25 fev. 2023.

FELCKILCKER; J. B.; TREVISOL, M. T. C. Questões atuais da Educação Especial: mapeamento de literatura. *Revista Diálogos e Perspectivas em Educação Especial*, v. 10, n. 1, p. 187-202, jan./jun., 2023. Disponível em:

<<https://revistas.marilia.unesp.br/index.php/dialogoseperspectivas/article/view/13622/10922>>. Acesso em: 22 jul. 2023.

FERNANDES, J.; REIS, I. F. Estratégia didática inclusiva a alunos surdos para o ensino dos conceitos de balanceamento de equações químicas e de estequiometria para o Ensino Médio. Química Nova na Escola, v. 39, n. 32, 2017. Disponível em: <http://qnesc.sbq.org.br/online/qnesc39_2/11-EQF-08-16.pdf>. Acesso em: 22 fev. 2023.

FERNANDES, J. M.; REIS, I. de F. O papel da formação continuada no trabalho dos professores de Química com alunos surdos. Revista Educação Especial, v. 32, 2019. Disponível em: <<https://periodicos.ufsm.br/educacaoespecial/article/view/27300>>. Acesso em: 20 fev. 2023.

FERNANDES, R. K.; SALVI, R. F. Estado da Arte da Educação Matemática Inclusiva: uma análise a respeito da produção científica. Revista de Ensino, Educação e Ciências Humanas, v. 18, n. 2, 2017. Disponível em: <<https://revistaensinoeeducacao.pgskroton.com.br/article/view/4609>>. Acesso em: 18 fev. 2023.

FERREIRA, L. M. V. L.; BARROSO, M. C. da S.; SAMPAIO, C. de G. Química com sinais: o ensino virtual da Química para alunos surdos por meio de um website. Góndola, Enseñanza y Aprendizaje de las Ciencias, v. 15, n. 3, 2020. Disponível em: <<https://revistas.udistrital.edu.co/index.php/GDLA/article/view/13778>>. Acesso em: 20 fev. 2023.

FONSECA, J. J. S. Metodologia de Pesquisa Científica. Fortaleza: 2002. Disponível em: <<http://www.ia.ufrj.br/ppgea/conteudo/conteudo-2012-1/1SF/Sandra/apostilaMetodologia.pdf>>. Acesso em: 04 abr. 2023.

FREITAS, R. de C. R. Q. de; PAZ, M. S. de O. Aplicação didática inclusiva no ensino de Química para um aluno surdo. Research, Society and Development, v. 10, n. 7, 2021. Disponível em: <<https://rsdjournal.org/index.php/rsd/article/view/16525>>. Acesso em: 15 fev. 2023.

FREITAS, C. R. de; SILVA, C. C. da. A educação das pessoas com deficiência no Brasil e na Rede Federal de Ensino com enfoque no aluno surdo: uma abordagem sobre os aspectos legais e históricos do processo de inclusão escolar. Revista Brasileira da Educação Profissional e Tecnológica, v. 1, n. 18, 2020. Disponível em: <<https://www2.ifrn.edu.br/ojs/index.php/RBEPT/article/view/7975>>. Acesso em: 17 fev. 2023.

GARCIA, C. de O.; CARMO, C. de F. do. Investigação sobre o conhecimento de professores do Ensino Fundamental frente ao processo de ensino/aprendizagem do aluno surdo. Revista Interdisciplinar Pensamento Científico, v. 5, n. 1, 2019. Disponível em: <<http://reinpec.cc/index.php/reinpec/article/view/258>>. Acesso em: 18 fev. 2023.

LIANDA, R. L. P.; COSTA, O. M. de R.; SILVEIRA, B. A. de A.; SANTOS, I. A.; FERNANDES, K. G.; SILVA, I. N. P. O aprendiz surdo e a Química. *Holos*, v. 5, 2020. Disponível em: <<https://www2.ifrn.edu.br/ojs/index.php/HOLOS/article/view/8303>>. Acesso em: 12 abr. 2023.

LUZ, E. R. O ensino de Química para surdos: uma análise a partir da triangulação de dados. 2016. 60f. Trabalho de Conclusão do Curso (Licenciatura em Química) – Instituto Federal de Goiás, Anápolis, 2016. Disponível em: <<https://www.ifg.edu.br/attachments/article/1704/TCC%20-%20Eloisa%20Rodrigues%20da%20Luz.pdf>>. Acesso em: 05 mar. 2023.

MORAES, R. Análise de Conteúdo. *Revista Educação*, v. 22, n. 37, p. 7-32, 1999. Disponível em: <https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/4125089/mod_resource/content/1/Roque-Moraes_Analise%20de%20conteudo-1999.pdf>. Acesso em: 10 ago. 2022.

MUTTÃO, M. D. R.; LODI, A. C. B. Formação de professores e educação de surdos: revisão sistemática de teses e dissertações. *Revista Psicologia Escolar e Educacional*, n. especial, 2018. Disponível em: <<https://www.scielo.br/j/pee/a/YTSHs8G4rBGhssBgDqCPkTc/abstract/?lang=pt>>. Acesso em: 25 mar. 2023.

NOGUEIRA, E. P.; BARROSO, M. C. da S.; SAMPAIO, C. de G. A importância da LIBRAS: um olhar sobre o ensino de Química a surdos. *Investigações em Ensino de Ciências*, v. 23, n. 2, 2018. Disponível em: <<https://ienci.if.ufrgs.br/index.php/ienci/article/view/861#:~:text=Por%20meio%20dela%20os%20surdos,Sinais%20%C3%A9%20uma%20%C3%ADngua%20verdadeira>>. Acesso em: 23 abr. 2023.

ROCHA, K. N.; ALMEIDA, N. M.; SOARES, C. R. G.; SILVA, L. F. M. S. Q-LIBRAS: um jogo educacional para estimular alunos surdos à aprendizagem de Química. *Revista Educação Especial*, v. 32, 2019. Disponível em: <<https://periodicos.ufsm.br/educacaoespecial/article/view/32977>>. Acesso em: 15 mar. 2023.

RODRIGUES, V. de O. L. Os direitos linguísticos no ensino de surdos no Brasil: uma valorização de línguas? *Cadernos de Letras da UFF - Dossiê: Línguas e culturas em contato*, n. 53, 2017. Disponível em: <<file:///C:/Users/Desktop-1-Casa/Downloads/43622-Texto%20do%20Artigo-147016-1-10-20170114.pdf>>. Acesso em: 22 mar. 2023.

RODRIGUES, R. P.; CORDEIRO, S. P. R. L.; SARETTO, T. M. A importância da aula experimental no processo de ensino-aprendizagem para alunos surdos: um relato de experiência na Educação Profissional e Tecnológica (EPT). *Research, Society and Development*, v. 9, n. 5, 2020. Disponível em: <<https://rsdjournal.org/index.php/rsd/article/view/3068>>. Acesso em: 25 abr. 2023.

ROMÁRIO, L.; DORZIAT, A.; CARVALHO, M. E. ; ANDRADE, F. C. Desafios para a formação educacional de surdos no Brasil” sob a ótica de participantes do Exame Nacional do Ensino Médio (ENEM 2017). Revista Brasileira de Estudos Pedagógicos, v. 99, n. 253, 2019. Disponível em: <<https://www.scielo.br/j/rbeped/a/VjRpV8LfHx4kHBtn5s57DDp/>>. Acesso em: 13 mar. 2023.

SCHUINDT, C. C.; MATOS, C. F. de; SILVA, C. S. da. Estudo de caso sobre as dificuldades de aprendizagem de alunos surdos na disciplina de Química. ACTIO - Docência em Ciências, v. 2, n.1, 2017. Disponível em: <<https://periodicos.utfpr.edu.br/actio/article/view/6773>>. Acesso em: 09 mar. 2023.

SKLIAR, C. B. A formação de professores (surdos e ouvintes) desde a perspectiva da diferença. Rio de Janeiro: UERJ, 2000.

VIEIRA-MACHADO, L. M. da C.; LOPES, M. C. A constituição de uma educação bilíngue e a formação dos professores de surdos. Revista Educação e Realidade, v. 41, n. 3, 2017. Disponível em: <<https://www.scielo.br/j/edreal/a/vWtNJcm73rhy3Q8Mj9Gb4R/?lang=pt>>. Acesso em: 29 mar. 2023.

Correspondência:

Giovana de Souza Mantovani

Lattes: <http://lattes.cnpq.br/9251961324216032>.

Licenciada em Ciências Naturais e Matemática - Química pela Universidade Federal de Mato Grosso (UFMT), Câmpus Universitário de Sinop (CUS), Instituto de Ciências Naturais, Humanas e Sociais (ICNHS). Sinop, Mato Grosso, Brasil. e-mail: giovanamantovani3@gmail.com.

Roseli Adriana Blümke Feistel

Orcid: <https://orcid.org/0000-0002-8696-2221>.

Lattes: <http://lattes.cnpq.br/8516673002046226>.

Licenciada em Física e Mestre em Educação nas Ciências pela Universidade Regional do Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul (UNIJUÍ) e Doutora em Educação Científica e Tecnológica pela Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC). Docente Associada da Universidade Federal de Mato Grosso (UFMT), Câmpus Universitário de Sinop (CUS), Instituto de Ciências Naturais, Humanas e Sociais (ICNHS), Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências da Natureza e Matemática (PPGECM), Curso de Licenciatura em Ciências Naturais e Matemática. Pesquisadora do Núcleo Interdisciplinar de Pesquisa em Ensino de Ciências e Matemática (NIPECeM) e do

Grupo de Pesquisa em Ensino de Ciências de Sinop (GPECS), com pesquisas na área de Educação, Ensino de Ciências, Ensino de Física, atuando, principalmente, nos seguintes temas: Ensino de Ciências/Física, Formação de Professores, Currículo, Interdisciplinaridade, Abordagem Temática, Ensino-aprendizagem. Membro do Conselho Municipal de Educação e do Fórum Permanente de Educação do município de Sinop-MT. Sinop, Mato Grosso, Brasil. e-mail: roseli.feistel@ufmt.br.

Sobre os Organizadores

Fabiana de Fátima Ferreira: Graduada em Ciências Biológicas pela Universidade Federal do Paraná (2000), mestre em Biologia Celular e Molecular pela Universidade Federal do Paraná (2003) e doutora em Biologia Celular e do Desenvolvimento pela Universidade Federal de Santa Catarina (2015). Atualmente atua como professora associada II da Universidade Federal de Mato Grosso, campus Sinop. Tem experiência na área de Morfologia: Biologia Celular, Histologia e Embriologia, com mais de 18 anos de experiência em ensino superior. Na área de pesquisa têm experiência em Biologia Celular e Molecular (Ciências Biológicas II) nas linhas de pesquisa: diferenciação células de crista neural e neurotoxicidade causada por metilmercúrio (MeHg) em embriões de ave.

Geslane Figueiredo da Silva Santana: Possui graduação em Matemática pela Universidade Federal de Mato Grosso do Sul - UFMS (2006), mestrado em Educação pela Universidade Federal de Mato Grosso - UFMT (2011) e doutorado em Educação em Ciências e Matemática pelo Programa de Pós Graduação em Educação em Ciências e Matemática- PPGECEM/ REAMEC (2019). Atualmente é professor adjunta da Universidade Federal de Mato Grosso do Instituto de Ciências Naturais, Humanas e Sociais (ICNHS) e membra do corpo docente permanente do Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências da Natureza e Matemática (PPGECM) do Campus de Sinop/UFMT. Integra o Grupo de Estudos e Pesquisa em Educação Matemática (GRUEPEM) liderado pela Prof^a Dr^a Marta Maria Pontin Darsie na linha Linha de Pesquisa Abordagem Interpretativa Semiótica ao processo de aprendizagem, avaliação e ensinagem da Matemática na Educação Básica e Superior. Tem experiência na área de Matemática, com ênfase em Matemática, atuando principalmente nos seguintes temas: Filosofia da Matemática, História da Matemática, Educação Matemática, Semiótica Peirceana, Complementaridade e Epistemologia da Matemática.

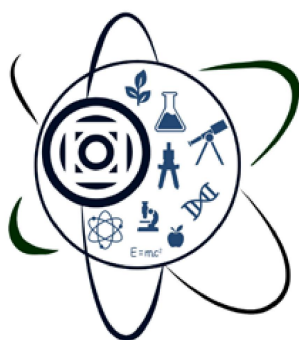
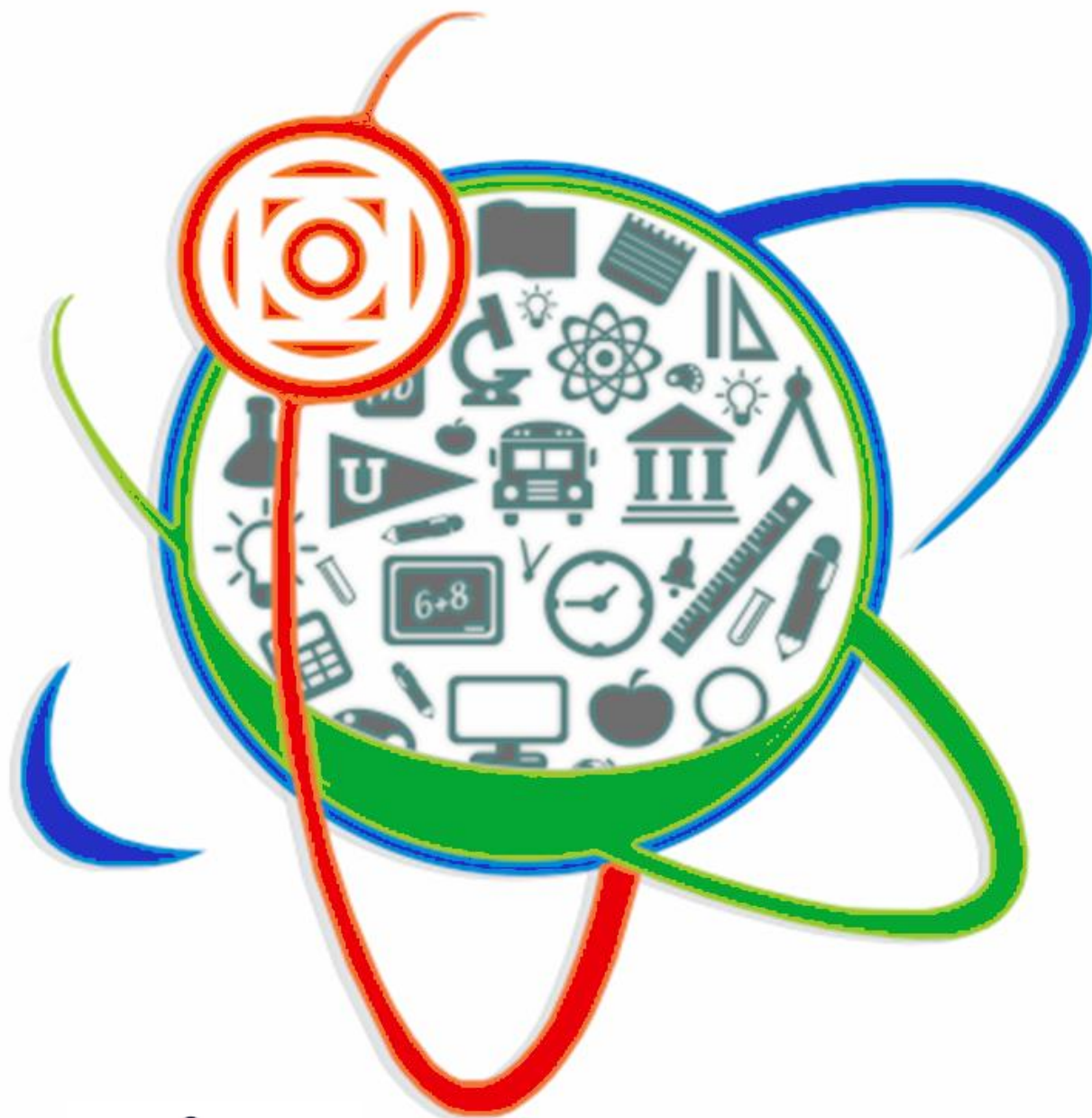
Mauro André Dresch: Possui graduação em Licenciatura Plena em Química pela Universidade Federal de Mato Grosso (2007), mestrado em Tecnologia Nuclear pelo Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares (2009) e doutorado em Tecnologia Nuclear pelo Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares (2014) com estágio sanduíche no Jülich Forcforshungszentrum (Alemanha). Atualmente é professor adjunto da Universidade Federal de Mato Grosso - Campus Universitário de Sinop, ministra aula nos Cursos de Ciências Naturais e Matemática - Química (Licenciatura), Farmácia (Bacharelado) e no Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências da Natureza e Matemática (Mestrado Profissional). Atual coordenador do Comitê de Ética em Pesquisas com Seres Humanos do Câmpus de Sinop da Universidade Federal de Mato Grosso (CEP/Sinop). Tem experiência na área de Química, com ênfase em Físico-Química e Ensino de Ciências, atuando principalmente nos seguintes temas: Nanotecnologia, Ensino de Química e Ciências em Ambientes Formal e Não Formal.

Yuri Alexandrovish Barbosa: Possui graduação em Física pela Universidade de São Paulo (1995), mestrado em Física pela Universidade de São Paulo (1999) e doutorado em Física pela Universidade de São Paulo (2004). Foi professor substituto no Departamento de Matemática da Universidade Federal de São Carlos de 2004 a 2006 e

professor contratado pela coordenação de Física da Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul de 2007 a 2008. Atualmente é professor efetivo em regime de dedicação exclusiva pela Universidade Federal de Mato Grosso - Câmpus Universitário de Sinop. Lotado pelo Instituto de Ciências Naturais e Matemática (ICNHS), ocupou o cargo de Coordenador do do Curso de Licenciatura em Ciências Naturais e Matemática - habilitação em Física de novembro de 2012 à novembro de 2016. Tem experiência em Ótica Quântica e Física Atômica e Molecular. Atualmente desenvolve projetos de extensão na área de divulgação científica de Astronomia.

Prefácio

Geison Jader Mello: Possui Licenciatura Plena em Ciências Naturais e Matemática - Habilitação em Física (2008), Mestrado (2010) e Doutorado (2013) ambos pelo Programa de Pós-Graduação Física Ambiental (PGFA), Universidade Federal de Mato Grosso (UFMT), na área de Concentração Análise e Modelagem da Interação Biosfera - Atmosfera. Atualmente é professor de Física no Campus Cuiabá "Octayde" do Instituto Federal de Mato Grosso (CBA IFMT). Atua nos níveis do Ensino Médio Integrado, Técnico Subsequente, Ensino Superior e Pós-Graduação. Docente Permanente do Programa de Pós-Graduação em Ensino - Mestrado Acadêmico (PPGEEn IFMT) e Coordenador do Programa de Pós-Graduação em Educação Profissional e Tecnológica - Mestrado Profissional (ProfEPT IFMT), desenvolve pesquisas nas temáticas do Ensino de Ciências e Matemática, Metodologias Ativas, Abordagem STEAM (Ciências, Tecnologia, Engenharia, Artes e Matemática) e Educação Profissional e Tecnológica.



PPGECM



UFMT



PPGCAM

ISBN: 978-65-5203-045-0

