



ESTUDOS DE CIÊNCIAS NATURAIS E MATEMÁTICA:

pesquisas de discentes do
Instituto de Formação de Educadores.

Organizadores:

Rochelande Felipe Rodrigues

José Luiz Cavalcante

Francineide Amorim Costa Santos

Jacqueline Cosmo Andrade

Letícia Caetano da Silva

Estudos de Ciências Naturais e Matemática: pesquisas de discentes do Instituto de Formação de Educadores

© 2023 Copyright by Rochelande Felipe Rodrigues, José Luiz Cavalcante, Francineide Amorim C. Santos, Jacqueline Cosmo Andrade, Leticia Caetano da Silva (Orgs.). Efetuado depósito legal na Câmara Brasileira do Livro (CBL)



**UNIVERSIDADE
FEDERAL DO CARIRI**

Av. Ten. Raimundo Rocha, 1639 - Cidade Universitária, Juazeiro do Norte - CE
CEP 63048-080 - Telefone: (88) 3221-9200

Comissões Editorial e Científica

Organizadores(as)

Rochelande Felipe Rodrigues
José Luiz Cavalcante
Francineide Amorim C. Santos
Jacqueline Cosmo Andrade
Leticia Caetano da Silva

Membros

Alice de Fátima Amaral
(Universidade Federal do Tocantins, TO, Brasil)
Alysson Espedito de Melo
(Instituto Federal do Rio Grande do Norte, RN, Brasil)
Anderson M. de Santana
(Universidade Federal de Pernambuco, PE, Brasil)
Ariana Costa da Silva
(Universidade Federal de Pernambuco, PE, Brasil)
Carlos A. da Silva Lopes
(Universidade Federal de Pernambuco, Brasil)
Luiz Alberto da Silva Junior
(Universidade Federal do Rio Grande do Norte, RN, Brasil)
Marcelo O. Santiago
(Universidade Federal do Cariri, CE, Brasil)
Marília L. Chaves da Costa
(Universidade Estadual da Paraíba, PB, Brasil)
Kaled Sulaiman Khidir
(Universidade Federal do Tocantins, TO, Brasil)
Vivian Oliveira Amorim
(Universidade Federal do Cariri, CE, Brasil)
Yedda M. Lobo Soares de Matos
(Universidade Regional do Cariri, CE, Brasil)
Francisco I. de Sousa
(Universidade Federal do Pará, PA, Brasil)
Romário Felinto Rafael
(Universidade Federal do Cariri, CE, Brasil)

Arte da capa

José Luiz Cavalcante

Diagramação e Projeto Gráfico

Bárbara L. Alexandre F. Mota

Normalização

Ana Lúcia Lucio Pinheiro

Revisão ortográfica

Natália Brito Bessa

Dados internacionais de Catalogação na Publicação
Universidade Federal do Cariri
Sistema de Bibliotecas

E82 Estudos de Ciências Naturais e Matemática : pesquisas de discentes do
Instituição de Formação de Educadores / organizado por Rochelande
Felipe Rodrigues ... [et al.]. - Juazeiro do Norte : Universidade Federal
do Cariri, 2023.

211 p.; il. color. PDF.

ISBN 978-65-88329-44-3

1. Ciências Naturais e Matemática. 2. Interdisciplinaridade. 3.
Formação de Professores. I. Rodrigues, Rochelande Felipe.

CDD 500

Bibliotecária: Glacínésia Leal Mendonça - CRB 3/925

Sumário

Proteínas bioativas de origem vegetal: uma revisão de escopo 8

Clarisse Almeida Alves
Micael Rodrigues de Lima
Francisco Nascimento Pereira Junior

**Potencial antimicrobiano de ziziphus joazeiro mart.:
da etnobiologia à comprovação científica 27**

Juliete Bezerra Soares
Camila Aparecida Pereira da Silva
Sheyla Henrique Morais Santana
Jacqueline Cosmo Andrade-Pinheiro

**Estratégias para curricularização da cultura
em aulas de ciências e química 48**

Neide Ervele Oliveira Henrique
Maria Heloisa Feliz da Silva
Willian Fernando Domingues Vilela

**Análise da correlação entre dados de qualidade do ar (partículas inaláveis) e
de pronto atendimento, hospitalar no município de Brejo Santo – CE 65**

Daniela Valentim Almeida Mota
Luiz Francisco Pires Guimarães Maia
Letícia Caetano da Silva

**Jogos de origem africana por meio da etnomatemática:
o fanorona no contexto do Ensino Remoto Emergencial (ERE) 85**

Edileusa Francisca da Silva
Anna Karla Silva do Nascimento
Paulo Gonçalo Farias Gonçalves

Resolução de problemas: uma proposta de metodologia para o ensino dos conceitos de máximos e mínimos da função polinomial do segundo grau **99**

Jose Werverton da Silva Santos
Wilter Freitas Ibiapina
Rochelande Felipe Rodrigues

Competências, habilidades e conteúdos de matemática: um olhar para as questões do ENEM 2009-2021 **121**

Larice Sena Santos Silva
Paulo Gonçalo Farias Gonçalves
Karine Symonir de Brito Pessoa

A utilização do geoespaço como recurso didático para o ensino de prismas e pirâmides **136**

Paulo Eugênio Filgueira de Sousa
Rochelande Felipe Rodrigues

Resolução de problemas como ferramenta para o estudo de Mínimo Múltiplo Comum (MMC) **154**

Maria Rosângela dos Santos Alves
Wilter Freitas Ibiapina

Teorema de Pick: o cálculo não convencional de áreas de polígonos como proposta de ensino em sala de aula **171**

Cícero Helton Pereira
Edicarlos Pereira de Sousa
José Weverton da Silva Santos
Luiz Eduardo da Silva Santos

Aprendizagem cooperativa no ensino de multiplicação e divisão: uma análise através da teoria antropológica do didático **186**

Talyta Sampaio Figueiredo
Rochelande Felipe Rodrigues
José Luiz Cavalcante

Informações sobre os Autores **204**

Apresentação

O Instituto de Formação de Educadores (IFE) da Universidade Federal do Cariri (UFCA) foi criado juntamente com o campus de Brejo Santo no ano de 2013. A Licenciatura Interdisciplinar em Ciências Naturais e Matemática (LICNM) foi seu primeiro curso. Dentre os seus objetivos, estava a interligação de conceitos e metodologias das áreas das Ciências da Natureza e Matemática, propondo uma formação de base interdisciplinar para os professores egressos do IFE.

Durante o período de consolidação do IFE outros cursos de licenciatura, foram criados: Biologia, Física, Química, Matemática e Pedagogia. O egresso, ao concluir a LICNM, recebe o grau de professor interdisciplinar em Ciências Naturais e Matemática, finalizando o primeiro ciclo de formação de professores. Com a conclusão do primeiro ciclo, o egresso da LICNM pode iniciar o segundo ciclo em uma das Licenciaturas do IFE, exceto o da Pedagogia. O tempo de conclusão em ambos os ciclos é no mínimo de 9 (nove semestres), 6 (seis) no primeiro ciclo e 3 (três) no segundo.

Partindo deste cenário, pode-se dizer que o caráter interdisciplinar sempre esteve presente nas ações acadêmicas do campus de Brejo Santo, fortalecendo o conceito de uma visão plural da formação de professores que reflete nas iniciativas ligadas ao ensino, pesquisa, extensão e cultura da UFCA.

Diante das diversas ações acadêmicas realizadas no IFE iremos destacar brevemente duas delas, que são consequências das ações conjuntas entre os docentes e discentes do IFE. A primeira foi a criação do Grupo de Estudos das Ciências da Natureza e Matemática (GEECIM), que constitui um grupo de professores e discentes da UFCA e da Universidade Estadual da Paraíba (UEPB) do campus de Monteiro-PB. Os integrantes do GEECIM discutem temas relacionados às áreas das Ciências Naturais e Matemática e tem como objetivo desenvolver estudos sobre ensino, currículo e formação inicial e continuada de professores da Educação Básica, proporcionando discussões entre a comunidade acadêmica e professores dos diferentes níveis e modalidades de ensino.

Uma das primeiras ações do GEECIM foi a organização do presente e-book,

convidando professores das áreas da Biologia, Física, Química e Matemática para fazer parte da organização, constituindo-se na segunda ação acadêmica que queremos destacar. O e-book teve o apoio de setores da UFCA, como o da Pró-reitoria de Pesquisa e Inovação (PRPI), do Laboratório de Educação Matemática e Tecnológica (LABMATEC) e do Laboratório de Microbiologia Aplicada (LAMAP). Também contou com o apoio de grupos de estudos que possuem vínculos com a UFCA e com outras instituições de ensino superior, tais como: o Grupo de Estudos da Atmosfera e Metodologias Analíticas (GEAMA); a Rede Educação Matemática Nordeste (REM-NO); e a Reunião de Estudos em Didática da Matemática (REDE). A tentativa de integrar áreas de diferentes conhecimentos do IFE com a participação de outras instituições é um dos principais princípios da criação deste e-book, que busca, dentre outros objetivos, fortalecer uma visão interdisciplinar e cooperativa entre docentes e discentes.

Outro objetivo elencado foi incentivar a divulgação da produção acadêmica dos discentes, técnicos e docentes do IFE, buscando possibilitar mais um meio de publicação das produções científicas. As produções apresentam temas interdisciplinares das Ciências Naturais, da Biologia, da Química e da Matemática, abordando diversas discussões, como: competências, habilidades e conteúdo de matemática; a análise da utilização de jogos e materiais concretos para o ensino da matemática; a resolução de problemas matemáticos como proposta metodológica; a utilização de estratégias para curricularização da cultura em aulas de Ciências e Química; a análise da relação da qualidade do ar com o pronto atendimento hospitalar; análise do potencial antimicrobiano de *Ziziphus joazeiro*; o estudo das proteínas bioativas de origem vegetal; e o estudo das praxeologias matemáticas no ensino da matemática.

Nesta primeira edição, o E-book possui 11 capítulos abordando conteúdos das disciplinas de Ciências, Biologia, Química e Matemática, que não estão diretamente interligados pelos conceitos, mas, observando de forma conjunta, os capítulos estão interligados pela proposta interdisciplinar e pela união de docentes e discente do IFE e de outras instituições que fortalecem a integração de ideias e pessoas para a construção cooperativa dos conceitos científicos. Portanto, desejamos uma excelente leitura e reflexões, como também, em qualquer área do conhecimento, estamos abertos a críticas, sugestões e elogios.

Organizadores do e-Book

Proteínas bioativas de origem vegetal: uma revisão de escopo

Clarisse Almeida Alves¹

Micael Rodrigues de Lima²

Francisco Nascimento Pereira Junior³

Introdução

As pesquisas básicas desenvolvidas no campo da biologia celular e molecular, bem como da bioquímica, têm contribuído significativamente para o progresso da ciência. A esse respeito, pode-se afirmar que um dos achados mais relevantes dessas áreas foi a descoberta de que tanto o metabolismo como a homeostase das células são fundamentados e baseados na interação entre proteínas (KURIYAN; EISENBERG, 2007).

As proteínas correspondem às macromoléculas mais abundantes entre os seres vivos, ocorrendo em todas as células e suas respectivas partes. Tais macromoléculas existem em grande variedade nos mais diversos reinos, variando em tamanho, desde peptídeos relativamente pequenos a grandes polímeros. Além disso, trata-se de moléculas detentoras de grande diversidade de funções biológicas (NELSON; COX, 2004).

Uma das principais características da grande maioria das proteínas é a habilidade que essas moléculas possuem de se combinarem específica e reversivelmente a tantas outras moléculas. Nesse contexto, não se deve deixar de mencionar as lectinas, um grupo de proteínas que se liga aos carboidratos de maneira específica e reversível, desencadeando uma série de respostas biológicas (SHARON; LIS, 2004).

¹ Discente do Curso de Licenciatura em Biologia do Instituto de Formação de Educadores da Universidade Federal do Cariri (IFE/UFCA). E-mail: clarisse.almeida@aluno.ufca.edu.br.

² Discente do Curso de Licenciatura em Biologia do Instituto de Formação de Educadores da Universidade Federal do Cariri (IFE/UFCA). E-mail: micael.pereira@aluno.ufca.edu.br.

³ Professor Adjunto da Universidade Federal do Cariri. E-mail: francisco.pereira@ufca.edu.br.

As lectinas são proteínas ou glicoproteínas que reconhecem carboidratos livres ou glicoconjugados na superfície das células e, ao fazê-lo, podem disparar respostas celulares, como a indução de morte celular em células tumorais, como já foi documentado para diversas lectinas (BHUTIA *et al.*, 2019).

Muitas funções têm sido propostas para as lectinas, tais como proteção contra patógenos e insetos, transporte e armazenamento de carboidratos, reconhecimento celular (dentro da célula, entre células ou entre organismos), proteínas de reserva ou reguladores de crescimento (PUSZTAI, 1991).

Nos vegetais as lectinas têm sido encontradas em organismos mais simples como musgos até os mais complexos como gimnospermas e angiospermas. De todos esses grupos, as angiospermas têm sido as mais investigadas, sendo que algumas centenas de lectinas já foram isoladas e caracterizadas de plantas pertencentes a diferentes famílias dessa divisão (MOLINA; VINCENTE, 1995; HAN *et al.*, 2005; KAUR *et al.*, 2005).

Embora as lectinas apresentem a propriedade comum de se ligar, reversivelmente, a carboidratos específicos, elas apresentam características próprias, principalmente no que diz respeito a aplicações biológicas. Isto faz com que, geralmente, cada lectina tenha as suas potencialidades de aplicação, o que justifica que cada uma delas, por mais semelhante que possa parecer com outra lectina estruturalmente, mereça ser estudada separadamente.

Fica evidente, então, que a descoberta, o isolamento e a caracterização química, físico-química e biológica de novas lectinas se revestem de grande importância, na medida em que novas lectinas com diferentes aplicabilidades podem ser encontradas. A descoberta de novas lectinas com especificidades diferentes torna-se atrativa, uma vez que podem servir como novos modelos para o entendimento destes processos dinâmicos de comunicação célula-molécula, célula-célula e célula-microrganismo, ou mesmo sua utilização como ferramentas biotecnológicas.

Nesse sentido, o presente trabalho tem como principal objetivo realizar uma revisão bibliográfica de trabalhos publicados em revistas especializadas sobre os estudos de caracterização de proteínas de origem vegetal, com ênfase nas lectinas, identificando as principais atividades biológicas avaliadas para estas proteínas.

Fundamentação teórica

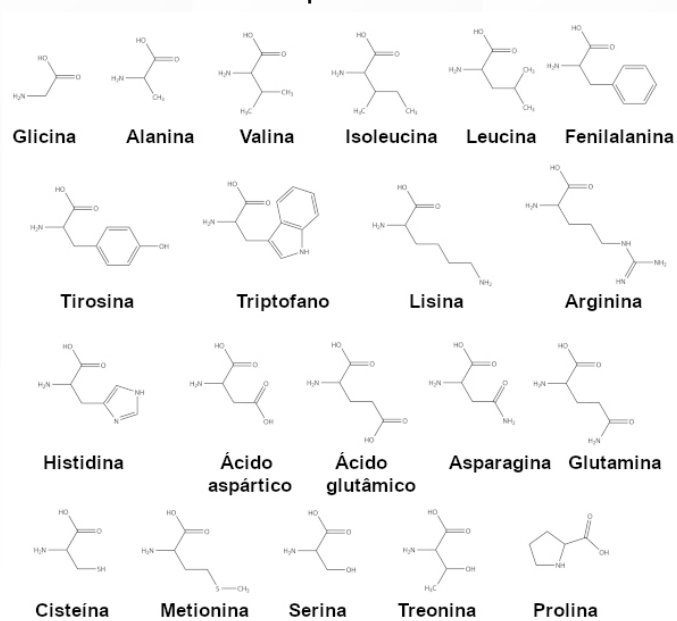
AS PROTEÍNAS

As proteínas correspondem às macromoléculas mais versáteis nos sistemas vivos; elas têm funções cruciais em essencialmente todos os processos biológicos. Podem interagir uma com as outras e com outras macromoléculas biológicas para formar complexos proteicos (BERG *et al.* 2014).

A compreensão da estrutura e função de proteínas pelos bioquímicos derivou de estudos de muitas proteínas individuais. Para estudar em detalhe cada proteína, o pesquisador deve ser capaz de separá-la de outras proteínas na forma pura e deve dominar as técnicas para determinar suas propriedades. Os métodos necessários vêm da química de proteínas, disciplina tão antiga quanto a própria bioquímica e que mantêm uma posição central na pesquisa bioquímica (NELSON; COX, 2014).

Todas as proteínas, independentemente de sua função ou espécie de origem, são formadas a partir de um conjunto básico de vinte aminoácidos, arranjados em várias sequências específicas (PASQUIER,1999 *apud.* Coelho, 2008), conforme exposto na figura 1.

Figura 1 – Representação dos vinte aminoácidos que participam da formação das proteínas



Fonte: Mundo Educação ([20-]).

A molécula de proteína pode ser formada por um simples filamento ou por vários filamentos ligados em si, chegando a apresentar até muitos milhares de aminoácidos. Essas moléculas diferem entre si pelo tipo e número de aminoácidos e, principalmente, pela sequência em que eles se apresentam na cadeia. Portanto, com vinte tipos de aminoácidos podemos ter um número praticamente infinito de proteínas diferentes – assim como, com vinte letras de um alfabeto, é possível criar um número praticamente infinito de palavras. Cada espécie de ser vivo tem sua coleção proteica característica (LINHARES; GEWANDSZNAJDER, 2003).

DEFINIÇÃO E GENERALIDADE DE LECTINAS

No final do século XIX, várias evidências indicavam a existência na natureza de proteínas com a capacidade de aglutinar eritrócitos. Essas proteínas foram denominadas inicialmente de hemaglutininas, ou fitoaglutininas, por terem sido originalmente encontradas em plantas (SHARON; LIS, 2004).

Em 1919, James Summer isolou a partir das sementes de *Cannavalia ensiformes* (figuras 2 e 3), utilizando a técnica de cristalização, uma proteína que ele próprio nomeou de *concanavalina A* (ConA) e obteve dessa forma a primeira lectina pura.

Figura 2 – Sementes de *Cannavalia ensiformes* (feijão-de-porco)



Fonte: Geoatelier ([20-]).

Figura 3 – *Cannavalia ensiformes* (feijão-de-porco)



Fonte: Geotelier ([20-]).

Contudo, somente em 1936, Sumner e Howell demonstraram que a concanavalina A aglutinava células tais como eritrócitos e também precipitava glicogênio de soluções. Eles demonstraram também que a hemaglutinação era inibida pela sacarose da cana-de-açúcar, demonstrando pela primeira vez a especificidade das lectinas por açúcar. Mas só em 1952 é que foi demonstrado que as propriedades hemaglutinantes de lectinas eram baseadas em uma atividade específica de ligação a carboidratos (SHARON; LIS, 2004).

Outro marco importante na história das lectinas vegetais foi a descoberta realizada por Renkonen em 1948, e Boyd e Reguera em 1949, de que algumas hemaglutininas exibem uma clara preferência a eritrócitos de um grupo particular de tipo sanguíneo dentro do sistema ABO (VAN DAMME *et al.*, 1998). A habilidade das aglutininas de plantas em distinguir eritrócitos de diferentes tipos sanguíneos levou Boyd e Shapleigh a propor em 1954 o termo “lectina” (do latim *legere*, que significa selecionar ou escolher) para nomear essas proteínas (SHARON; LIS, 2004).

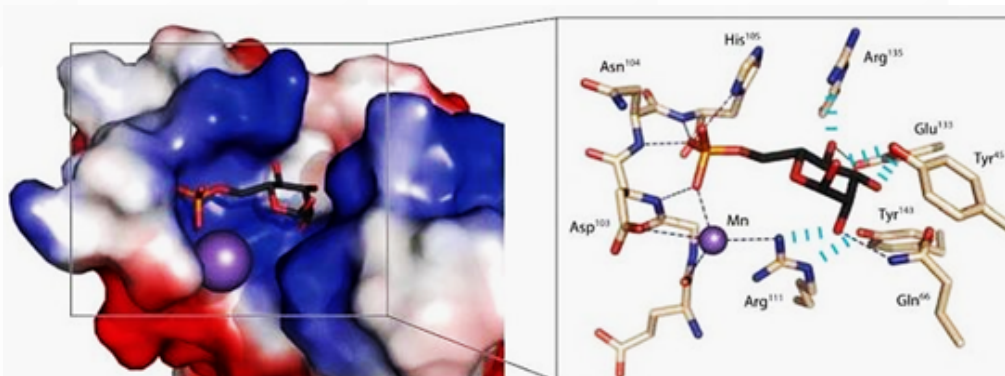
Com o avanço do conhecimento, as definições referentes às lectinas foram ampliadas, ressaltando aspectos de sua atuação em sistemas biológicos, pois são proteínas capazes de reconhecer e de se ligarem reversivelmente a carboidratos ou glicoconjugados. Deve ser observado que as lectinas se diferenciam de enzimas ligadoras de carboidratos como as glicosidases, as glucanases e as quitinases, porque não modificam a estrutura do carboidrato ao qual se ligam, o que ocorre em processos enzimáticos, apesar de haver lectinas

que, além do sítio de ligação lectínico, possuem um sítio enzimático. Também deve ser observado que a origem não imune destas proteínas vegetais as distingue de anticorpos, os quais possuem carboidratos como antígenos, agindo como aglutininas (LORIS, 2002; SINGH *et al.*, 1999; CUMMINGS, 1997).

Ao serem reconhecidas como proteínas ligantes de carboidratos, as lectinas puderam ser distinguidas de outras proteínas com base em um critério funcional bem definido. Goldstein *et al.* (1980) conceituou lectinas como sendo proteínas ou glicoproteínas de origem não-imune ligantes a carboidratos que são capazes de aglutinar células e/ou precipitar polissacarídeos ou glicoconjugados.

Uma das mais recentes e aceitas definições de lectinas de plantas, foi apresentada por Peumans e Van Damme (1995), que define lectinas como sendo proteínas de origem não imune, que aglutinam células e glicoconjugados e são capazes de se ligar reversível e especificamente a carboidratos e substâncias que contenham açúcar, sem alterar a estrutura covalente de nenhum ligante glicídico (Figura 4).

Figura 4 – Interação Lectina-Carboidratos



Fonte: Nelson; Cox (2014).

GENERALIDADE SOBRE LECTINAS DE PLANTAS

As lectinas apresentam um grupo heterogêneo de proteínas oligoméricas variando em tamanho, estrutura, organização molecular e entre os sítios de ligação a carboidratos. Em relação às cadeias polipeptídicas, as lectinas vegetais são caracteristicamente ricas em aminoácidos ácidos e hidroxilados, e encontram-se associadas por interações hidrofóbicas, pontes de hidrogênio e em alguns casos pontes de dissulfetos (KENNEDY *et al.*, 1995; RÜDIGER; GABIUS, 2000).

Lectinas estão amplamente distribuídas em plantas, vírus, bactérias e animais (GERLACH *et al.*, 2005). Dentre estes grupos, as lectinas de plantas podem ser definidas como sendo proteínas de origem não imune, que aglutinam células e glicoconjugados e são capazes de se ligar reversível e especificamente a carboidratos, sem alterar a estrutura covalente de nenhum ligante glicídico (PEUMANS; VAN DAMME, 1995).

Por serem moléculas capazes de “decifrar glicocódigos” codificados na estrutura dos glicoconjugados que compõem as membranas celulares, as lectinas desempenham um papel fundamental em muitos processos biológicos, tais como comunicação celular, resposta imunológica, fertilização, desenvolvimento de infecções parasitárias e metástase de tumores (GABIUS; GABIUS, 1997).

Muitas funções têm sido propostas para as lectinas, tais como proteção contra patógenos e insetos, transporte e armazenamento de carboidratos, reconhecimento celular (dentro da célula, entre células ou entre organismos), proteínas de reserva ou reguladores de crescimento (PUSZTAI, 1991).

Dessa forma, as lectinas têm sido consideradas como ferramentas fundamentais para diversas áreas, tendo em vista suas várias propriedades, tais como: atividade anti-inflamatória e pró-inflamatória (FREIRE *et al.*, 2003), atividade inseticida (BENETEAU *et al.*, 2010; NAGHDI; BANDANI, 2012), efeito tóxico para moluscos hospedeiros de *Schistosoma mansoni* (SANTOS *et al.*, 2010), agentes em *drug delivery* (MAKHLOF *et al.*, 2010), efeito vasodilatador (ASSEREUY *et al.*, 2009), e indução do fenômeno de apoptose (BARBOSA *et al.*, 2001).

LECTINAS DE PLANTAS

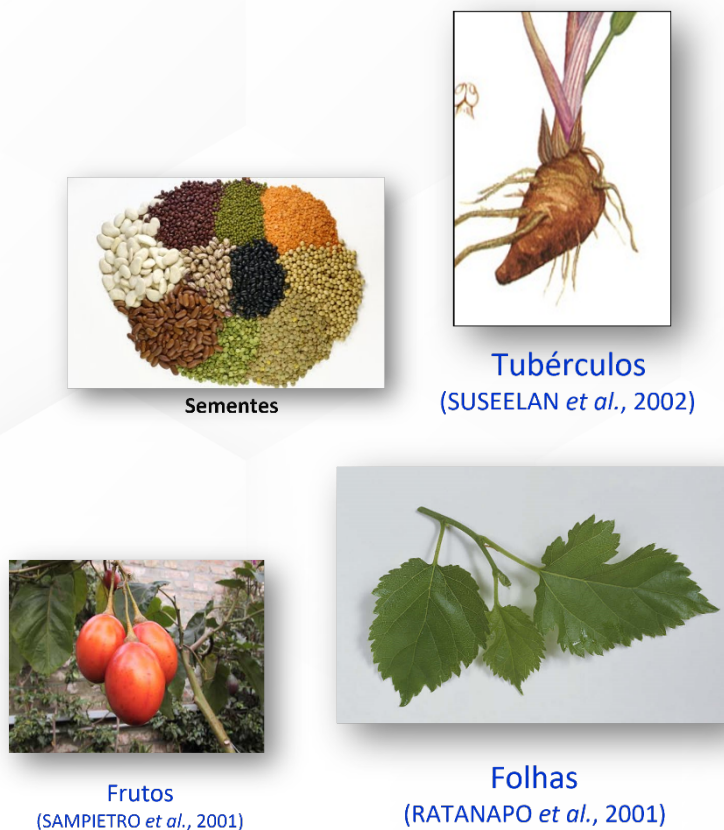
Consideradas um grupo de proteínas muito heterogêneas e amplamente distribuídas na natureza, durante o processo evolutivo, as lectinas conservaram uma característica em comum que as distingue de todas as outras proteínas por um critério funcional bem definido, que consiste na sua habilidade para reconhecer e ligar-se de forma reversível a carboidratos específicos sem alterar estruturalmente os mesmos (PEUMANS; VAN DAMME, 1995).

Nos vegetais, as lectinas foram detectadas em centenas de espécies, sendo que a maioria das lectinas vegetais estudadas foi obtida de sementes,

principalmente em leguminosas, onde são acumuladas no período de maturação e desaparecem após a germinação. As lectinas constituem cerca de 10% das proteínas totais de semente, porém a quantidade isolada é pequena: varia entre 0,1-1% deste total (LORIS, 2002; SHARON; LIS, 2004).

Apesar de as lectinas serem amplamente distribuídas no reino vegetal, abrangendo principalmente as famílias Leguminosae, Gramineae, Euphorbiaceae, entre outras, a família Leguminosae é a que apresenta o maior número de lectinas isoladas e destas destacam-se principalmente as de sementes (LORIS *et al.*, 1998; PRAKASHKUMAR *et al.*, 1998; SHARON, 1993), embora possam ser encontradas também em outras partes das plantas, como folhas (RATANAPO *et al.*, 2001), frutos (SAMPIETRO *et al.*, 2001), raízes de algumas convolvulaceae (PEUMANS *et al.*, 1997; VAN DAMME *et al.*, 1997) e tubérculos (SUSEELAN *et al.*, 2002). (Figura 5).

Figura 5 – Parte das plantas em que tem mais ocorrência de lectinas



Fonte: adaptado de Pereira Junior (2014).

Metodologia

O levantamento bibliográfico do estudo foi realizado nas bases de dados eletrônicas de *Wiley Online Library*, *SciELO (Scientific Electronic Library Online)*, *ScienceDirect*, *Scopus®* e *ISI Web of Knowledge*, e em sites de busca de literatura acadêmica, como o Google Acadêmico. Como referência, foram utilizados os 30 trabalhos científicos publicados no período de cinco anos.

Como descritores para a pesquisa dos trabalhos científicos, foram utilizados os seguintes termos: proteínas de plantas, proteínas vegetais, lectinas, lectinas de plantas, lectinas vegetais, *lectin*, *plant lectin*.

A inclusão e exclusão dos trabalhos eram feitas a partir dos títulos dos artigos encontrados. Foram excluídos aqueles que não estavam relacionados ao assunto, e os resumos dos estudos restantes foram lidos. Após essa etapa, foram selecionadas as publicações que apresentaram as seguintes informações: ano de publicação do artigo; periódico em que o artigo foi publicado; tipo de documento publicado (experimental ou revisão); tipo de organismo estudado e em cada organismo os principais interesses de estudo. Aqueles que não tratavam de purificação de lectinas vegetais, ou que não destacavam sua atividade biológica, eram excluídos da pesquisa.

Os resultados encontrados foram analisados e organizados de acordo com as características e atividades biológicas apresentadas pelas proteínas em estudo, sendo organizados em uma tabela.

Resultados e discussões

A habilidade para o reconhecimento e ligação a carboidratos específicos distinguem as lectinas de todas as outras proteínas de plantas. Elas são classicamente consideradas um grupo heterogêneo de proteínas, pois apresentam propriedades bioquímicas e atividades biológicas acentuadamente diferentes, distintas estruturas moleculares e especificidades (PEUMANS; VAN DAMME, 1995).

Atualmente, estas proteínas têm mostrado aplicabilidades em diversas áreas científicas, abrangendo aplicações que vão da medicina à agricultura, sendo muitas destas proteínas consideradas como ferramentas básicas para

áreas de ponta como a biotecnologia.

Na tabela 1 podemos observar as publicações sobre lectinas de plantas, num período de 04 anos, segundo o autor, ano de publicação, título do artigo, nome do periódico e atividade biológica.

Tabela 1 – Levantamento das atividades biológicas desempenhadas por lectinas vegetais

		physiology of the Mediterranean flour larvae, <i>Anagasta kuehniella</i>	Physiology
Atividade antitumoral	KABIR et al., 2013.	Jacalin: a jackfruit (<i>Artocarpus heterophyllus</i>) seed-derived lectin of versatile applications in immunobiological research.	Journal of Immunological Methods
	SWIERZKO et al., 2013.	Mannan-binding lectin in malignancy	Molecular Immunology
	EL-AASSAR et al., 2014.	Microencapsulation of lectin anti-cancer agent and controlled release by alginate beads, biosafety approach	International Journal of Biological Macromolecules
	SILVA et al., 2014.	<i>Bauhinia forficata</i> lectin (BfL) induces cell death and inhibits integrin-mediated adhesion on MCF7 human breast cancer cells	Biochimica et Biophysica Acta (BBA)
	PANDA et al., 2014.	Antitumor effect of soybean lectin mediated through reactive oxygen species-dependent pathway.	Life Science
	CHAN; XIA; NG, 2016.	White kidney bean lectin exerts anti-proliferative and apoptotic effects on cancer cells.	International Journal of Biological Macromolecules
	BHUTIA et al., 2016.	<i>Abrus</i> agglutinin is a potent anti-proliferative and anti-angiogenic agent in human breast cancer	International Journal of Cancer Volume
	SYED et al., 2016.	Role of lectin microarrays in cancer diagnosis	Proteomics
	SINHA et al., 2017.	<i>Abrus</i> agglutinin promotes irreparable DNA damage by triggering ROS generation followed by ATM-p73 mediated apoptosis in oral squamous cell carcinoma	Molecular Carcinogenesis
Atividade antiviral	HOPPER et al., 2017.	The Tetrameric Plant Lectin BanLec Neutralizes HIV through Bidentate Binding to Specific Viral Glycans	Structure
Atividade antibacteriana	BATISTA et al., 2017.	Plant lectins ConBr and CFL modulate expression toll-like receptors, pro-inflammatory cytokines and reduce the	Phytomedicine

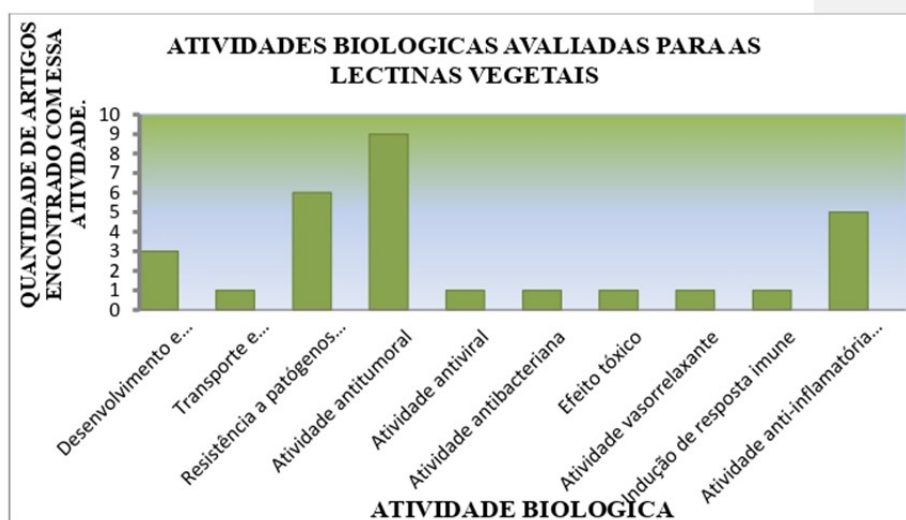
ATIVIDADE BIOLÓGICA	AUTORES/ANO	TÍTULO	PERIÓDICO
Desenvolvimento e respostas ao estresse em plantas.	VAID; MACOVEI; TUTEJA, 2013.	Knights in Action: Lectin Receptor-Like Kinases in Plant Development and Stress Responses	Molecular Plant
	SUN et al., 2013.	GsSRK, a G-type lectin S-receptor-like serine/threonine protein kinase, is a positive regulator of plant tolerance to salt stress	Journal of Plant Physiology
Transporte e armazenamento de hormônios vegetais.	DELATORRE et al., 2013.	Interactions between indole-3-acetic acid (IAA) with a lectin from <i>Canavalia maritima</i> seeds reveal a new function for lectins in plant physiology	Biochimie
Resistência a patógenos e/ou pragas	GUO et al., 2013.	Expression of soybean lectin in transgenic tobacco results in enhanced resistance to pathogens and pests	Plant Science
	ATALAH; AGGHE; VAN DAMME, 2014.	Oryzata, a jacalin-related lectin from rice, could protect plants against biting-chewing and piercing-sucking insects	Plant Science
	KIM et al., 2015.	The pepper GNA-related lectin and PAN domain protein gene, CaGLP1, is required for plant cell death and defense signaling during bacterial infection	Plant Science
	OLIVEIRA et al., 2015.	Entomotoxic properties of <i>Dioclea violacea</i> lectin and its effects on digestive enzymes of <i>Anagasta kuehniella</i> (Lepidoptera)	Journal of Insect Physiology
	LACERDA et al., 2017.	New insights into lectin from <i>Abelmoschus esculentus</i> seeds as a Kunitz-type inhibitor and its toxic effects on <i>Ceratitis capitata</i> and root-knot nematodes <i>Meloidogyne</i> spp.	Process Biochemistry
	OLIVEIRA et al., 2017.	A chitin-binding lectin from <i>Moringa oleifera</i> seeds (WSMoL) impairs the digestive	Pesticide Biochemistry and

		bacterial burden in macrophages infected with <i>Salmonella enterica</i> serovar Typhimurium	
Efeito tóxico	ALBUQUERQUE et al., 2014.	Toxic effects of <i>Microgramma vacciniifolia</i> rhizome lectin on <i>Artemia salina</i> , human cells, and the schistosomiasis vector <i>Biomphalaria glabrata</i>	Acta Tropica
Atividade vasorrelaxante	ALVES et al., 2015.	A novel vasorelaxant lectin purified from seeds of <i>Clathrotropis nitida</i> : partial characterization and immobilization in chitosan beads	Archives of Biochemistry and Biophysics
Indução de resposta imune	PRASANNA; VENKATESH, 2015	Characterization of onion lectin (<i>Allium cepa</i> agglutinin) as an immunomodulatory protein inducing Th1-type immune response in vitro	International Immunopharmacology
Atividade inflamatória ou anti-inflamatória	NASCIMENTO et al., 2015.	Purification of a thermostable antinociceptive lectin isolated from <i>Andira anthelmia</i>	Journal of Molecular Recognition
	CAMPOS et al., 2016.	Anti-inflammatory and antinociceptive activities of <i>Bauhinia monandra</i> leaf lectin	Biochimie
	ALMEIDA et al., 2016.	Structural analysis of <i>Centrolobium tomentosum</i> seed lectin with inflammatory activity	Archives of Biochemistry and Biophysics
	MARINKOVIĆ et al., 2016.	Recombinantly produced banana lectin isoform promotes balanced pro-inflammatory response in the colon	Journal of Functional Foods
	LOSSIO et al., 2017.	Lectin from <i>Canavalia villosa</i> seeds: A glucose/mannose-specific protein and a new tool for inflammation studies	International Journal of Biological Macromolecules

Fonte: elaborado pela autora (2023).

Os trabalhos publicados em revistas especializadas nos últimos anos sobre os estudos de caracterização de lectinas de origem vegetal apresentam as mais variadas atividades biológicas, o que evidencia a importância de se aprofundar os estudos deste grupo de proteínas, bem como desenvolver possíveis atividades biotecnológicas para elas, como foi evidenciado pelos numerosos trabalhos encontrados, tais como respostas ao estresse em plantas (VAID; MACOVEI; TUTEJA, 2013), resistência a patógenos (KIM et al., 2015; LACERDA et al., 2017), atividade antitumoral (SILVA et al., 2014; CHAN; XIA; NG, 2016; SINHA et al., 2017), atividade antiviral (HOPPER et al., 2017), atividade em processos anti ou pró-inflamatórios (NASCIMENTO et al., 2015; CAMPOS et al., 2016; LOSSIO et al., 2017), entre outras atividades (Figura 06).

Figura 6 – Atividades biológicas identificadas



Fonte: elaborado pela autora (2023).

Alguns artigos de revisões apresentam descrições de lectinas e diferentes aspectos já foram relatados. Por exemplo, há vários artigos na literatura focados no resumo das propriedades das lectinas produzidas por um determinado grupo de organismos, como as revisões sobre lectinas microbianas (HASSAN *et al.*, 2015; KOBAYASHI *et al.*, 2014; VARROT *et al.*, 2013; SINGH; WALIA, 2014) e de plantas (LANNO; VAN DAMME, 2014; RUDIGER; GABIUS, 2001).

Outras revisões podem enfatizar a demonstração da relação entre a expressão de lectinas e o desenvolvimento de algumas doenças (OLIVEIRA *et al.*, 2015; THAN *et al.*, 2015) ou a aplicação de lectinas na pesquisa e tratamento do câncer (JIANG *et al.*, 2015; YAU *et al.*, 2015).

Conclusão

As lectinas apresentam características próprias, principalmente no que diz respeito a aplicações biológicas. Assim, mesmo lectinas que apresentem homologia de sequências entre si, mostram-se diferentes quanto às várias propriedades biológicas. Isto faz com que, via de regra, cada lectina tenha as suas potencialidades de aplicação, o que justifica que cada uma delas, por mais semelhante que possa

parecer com outra lectina, mereça ser estudada isoladamente.

Os estudos de novas lectinas servem como ferramentas para a compreensão do reconhecimento celular entre carboidratos da membrana celular e proteínas e para o entendimento de sua importância em diversos processos fisiológicos. Diante do exposto, este trabalho é de grande importância, visto que o levantamento bibliográfico dos trabalhos recentes com estas proteínas fornece um conhecimento mais aprofundado sobre suas atividades biológicas e suas potencialidades.

Referências

ALBUQUERQUE, L. P. *et al.* Toxic effects of *Microgramma vacciniifolia* rhizome lectin on *Artemia salina*, human cells, and the schistosomiasis vector *Biomphalaria glabrata*. **Acta Tropica**, [s. l.], v. 138, p. 23-27, Oct. 2014.

ALMEIDA, A. C. *et al.* Structural analysis of *Centrolobium tomentosum* seed lectin with inflammatory activity. **Archives of Biochemistry and Biophysics**, [s. l.], v. 596, p. 73-83, 2016.

ALVES, A. C. *et al.* A novel vasorelaxant lectin purified from seeds of *Clathrotropis nitida*: partial characterization and immobilization in chitosan beads. **Archives of Biochemistry and Biophysics**, [s. l.], v. 588, p. 33-40, 2015.

ASSREUY, A. M. S. *et al.* Vasodilator effects of Diocleinae lectins from the *Canavalia* genus. **Naunyn Schmiedebergs Arch Pharmacol**, [s. l.], v. 380, p. 509-521, 2009.

ATALAH, B. A.; SMAGGHE, G.; VAN DAMME, E. J. M. Oryzata, a jacalin-related lectin from rice, could protect plants against biting-chewing and piercing-sucking insects. **Plant Science**, [s. l.], v. 221, p. 21-28, 2014.

BARBOSA, T. *et al.* In Vivo Lymphocyte Activation and Apoptosis by lectins of the Diocleinae Subtribe. **Memórias do Instituto Oswaldo Cruz**, [s. l.], v. 96, n. 5, p. 673-678, 2001.

BATISTA, J. *et al.* Plant lectins ConBr and CFL modulate expression toll-like receptors, pro-inflammatory cytokines and reduce the bacterial burden in macrophages infected with *Salmonella enterica* serovar Typhimurium, **Phytomedicine**, [s. l.], 2017.

BENETEAU, J. *et al.* Binding properties of the N-acetylglucosamine and high mannose N-glycan PP2-A1 phloem lectin in *Arabidopsis*. **Plant Physiol**, [s. l.], v.

153, n. 3, p. 1345-61, 2010.

BERG *et al.* **Bioquímica**. 7. ed. Rio de Janeiro, RJ: Gen/Guanabara-Koogan 2014.

BHUTIA, S. K. *et al.* Abrus agglutinin is a potent anti-proliferative and anti-angiogenic agent in human breast cancer. **Int J Cancer**, [s. l.], 2016.

BHUTIA, Sujit K. *et al.* Plant lectins in cancer therapeutics: Targeting apoptosis and autophagy-dependent cell death. **Pharmacological Research**, [s. l.], v. 144, n. January, p. 8–18, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.phrs.2019.04.001>. Acesso em: 30 mar. 2023.

COELHO, T. A. **Classificação de proteínas com redes neurais artificiais**. 2008. 85 p. Monografia (Graduação em Ciência da Computação) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2008. Disponível em: <http://repositoriohttp://repositorio.ufla.br/handle/1/5305>. Acesso em: 30 mar. 2023.

CAMPOS, J. K. L. *et al.* Anti-inflammatory and antinociceptive activities of Bauhinia monandra leaf lectin. **Biochimie Open**, [s. l.], v. 2, p. 62-68, 2016.

CHAN, Y. S.; XIA, L.; NG, T. B. White kidney bean lectin exerts anti-proliferative and apoptotic effects on cancer cells. **International Journal of Biological Macromolecules**, [s. l.], v. 85, p. 335-345, 2016.

CUNMMINGS, R. D. **Lectins as tools for glycoconjugate purification and characterization**. Glyco-science, status and perspectives. Ed. Gabius, S. Capítulo 10. Champman e Hall GmbH, Weinheim, Germany, p. 191-199, 1997.

DELATORRE, P. *et al.* Interactions between indole-3-acetic acid (IAA) with a lectin from *Canavalia maritima* seeds reveal new function for lectins in plant physiology. **Biochimie**, [s. l.], 2013.

El-Aassar, M. R. *et al.* Microencapsulation of lectin anti-cancer agent and controlled release by alginate beads, biosafety approach. **International Journal of Biological Macromolecules**, [s. l.], v. 69, p. 88-94, 2014.

GABIUS, H. J. Biological information transfer beyond the genetic code: the sugar code. **Naturwissenschaften**, [s. l.], v. 87, p. 108–121, 2000.

GABIUS, H. J.; GABIUS, S. **Glycoscience: Status and Perspectives**. Chapman & Hall: Weinheim, Germany. 1997.

GEOATELIER. **Feijão-de-porco é adubo verde**. [20–]. Disponível em: <https://geoatelier.blogspot.com/p/quem.html>. Acesso em: 30 mar. 2023.

GERLACH, D. *et al.* N-acetyl-Dgalactosamine/N-acetyl-D-glucosamine–

recognizing lectin from the snail *Cepaea hortensis*: purification, chemical characterization, cloning and expression in *E. coli*. **Immunol Med Microbiol**, [s. l.], v. 43, p. 223-232, 2005.

GOLDSTEIN, I. J. *et al.* What should be called a lectin? **Nature**, [s. l.], v. 285, n. 66, 1980.

GUO, P. *et al.* Expression of soybean lectin in transgenic tobacco results in enhanced resistance to pathogens and pests. **Plant Science**, [s. l.], v. 211, p. 17-22, 2013.

HASSAN, M. A.; ROUF, R.; TIRALONGO, E.; MAY, T. W.; TIRALONGO, J. Mushroom lectins: specificity, structure and bioactivity relevant to human disease. **Int J Mol Sci**, [s. l.], v. 16, n. 4, p. 7802–7838, 2015.

HOPPER *et al.* The Tetrameric Plant Lectin BanLec Neutralizes HIV through Bidentate Binding to Specific Viral Glycans. **Structure**, [s. l.], 2017.

JIANG, QL. *et al.* Plant lectins, from ancient sugar-binding proteins to emerging anti-cancer drugs in apoptosis and autophagy. **Cell Prolif**, [s. l.], v. 48, n. 1, p.17–28, 2015.

KABIR, S. R. *et al.* Pea lectin inhibits growth of Ehrlich ascites carcinoma cells by inducing apoptosis and G2/M cell cycle arrest in vivo in mice. **Phytomedicine**, [s. l.], v. 20, n. 14, p. 1288-1296, 2013.

KENNEDY, J. F. *et al.* Lectins, versatile proteins of recognition: a review. **Carbohydrate Polymers**, [s. l.], v. 26, p. 219-230, 1995.

IM, N. H. *et al.* The pepper GNA-related lectin and PAN domain protein gene, CaGLP1, is required for plant cell death and defense signaling during bacterial infection. **Plant Science**, [s. l.], v. 241, p. 307-315, 2015.

KOBAYASHI, Y.; KAWAGISHI, H. Fungal lectins: a growing family. **Methods Mol Biol**, [s. l.], 2014.

KURIYAN, J; EISENBERG, D. The origin of protein interactions and allostery in colocalization. **Nature**, [s. l.], 2007.

LACERDA *et al.* New insights into lectin from *Abelmoschus esculentus* seeds as a Kunitz-type inhibitor and its toxic effects on *Ceratitis capitata* and root-knot nematodes *meloidogyne ssp*, **Process Biochemistry**, Oxford, v. 63, 2017.

LANNOO, N.; VAN DAMME E. J. Lectin domains at the frontiers of plant defense. **Front Plant Sci**, [s. l.], v. 5, 2014.

LINHARES, S.; GEWANDSZNAJDER, F. **Biologia hoje**: os seres vivos. 2. ed. [s. l.]: Atica, 2003.

LORIS, R. *et al.* Legume lectin structure. **Bioch Bioph Acta**, [s. l.], v. 1383, p. 9-36, 1998.

LORIS, R. Principles of structures of animal and plant lectins. **Bioch Bioph Acta**, [s. l.], v. 1572, p. 198-208, 2002.

LOSSIO, C. F. *et al.* Lectin from *Canavalia villosa* seeds: A glucose/mannose-specific protein and a new tool for inflammation studies. **Int J Biol Macromol**, [s. l.], 2017.

MAKHLOF, A. *et al.* In vitro and in vivo evaluation of WGA-carbopol modified liposomes as carriers for oral peptide delivery. **Eur J Pharm Biopharm**, [s. l.], v. 77, n. 2, p. 216-224, 2010.

MARINKOVIĆ, E. *et al.* Recombinantly produced banana lectin isoform promotes balanced pro-inflammatory response in the colon. **Journal of Functional Foods**, [s. l.], v. 20, p. 68-78, 2016.

MUNDO EDUCAÇÃO. Aminoácidos. [20--]. Disponível em: <https://static.mundoeducacao.uol.com.br/mundoeducacao/2020/12/aminoacidos.jpg>. Acesso em: 30 mar. 2023.

NAGHDI, M.; BANDANI, A. R. Snowdrop Lectin (GNA) Affects Growth and Development of *Spodoptera exigua* (Hubner). **J Agr Sci Tech**, [s. l.], v. 14, p. 469-477, 2012.

NASCIMENTO *et al.* Purification of a thermostable antinoceptive lectin isolated from *Andira anthelmia*. **J Mol Recognit**, [s. l.], 2015.

NELSON, D.; COX, M. **Princípios de bioquímica de Lehninger**. 6. ed. Porto Alegre: ARTMED EDITORA LTDA, 2014.

OLIVEIRA, C. T. *et al.* Entomotoxic properties of *Dioclea violacea* lectin and its effects on digestive enzymes of *Anagasta kuehniella* (Lepidoptera), **Journal of Insect Physiology**, [s. l.], v. 81, p. 81-89, 2015.

OLIVEIRA, F. L, GATTO, M.; BASSI, N.; LUISETTO, R.; GHIRARDELLO, A.; PUNZI, L.; DORIA, A. Galectin-3 in autoimmunity and autoimmune diseases. **Exp Biol Med**, [s. l.], 2015.

PEUMANS, W. J. *et al.* Isolation of a novel plant lectin with an unusual specificity from *Calystegia sepium*. **Glycoconjugate J**, [s. l.], v. 14, p. 259-265, 1997.

PEUMANS, W. J.; VAN DAMME, E. J. Lectins as plant defense proteins. **Plant Physiol**, [s. l.], v. 109, p. 347-352, 1995.

PRAKASHKUMAR, R.; PUSHPANGADAN, P.; VIJAYAKUMAR, T. Search for lectins

in seeds of tropical trees of Kerela. **India Biologia Plantarum**, [s. l.], v. 40, p. 155-58, 1998.

PRASANNA, A. K.; VENKATESH, Y. P. Characterization of onion lectin (*Allium cepa* agglutinin) as an immunomodulatory protein inducing Th1-type immune response in vitro. **International Immunopharmacology**, [s. l.], v. 26, n. 2, p. 304-313, 2015.

PUSTZAI, A. **Plant Lectins**. [S. l.]: Cambridge University Press. 1991.

RATANAPO, S.; NGAMJUNYAPORN, W.; CHULAVATNATOL, M. Interaction of a mulberry leaf lectin with a phytopathogenic bacterium, *P. syringae* pv *mori*. **Plant Science**, [s. l.], v. 160, p. 739-744, 2001.

RÍOS-DE-ÁLVAREZ, L. *et al.* In vitroscreening of plantlectins and tropicalplantextracts for anthelminticproperties. **Vet Parasitol**, [s. l.], v. 186, p. 390-398, 2012.

RUDIGER, H., GABIUS, H. J. Plant lectins: Occurrence, biochemistry, functions and applications. **Glycoconj J**, [s. l.], v. 18, n. 8, p. 589–613, 2001.
RÜDIGER, H.; GABIUS, H. Lectinologie: Gestchichte, konzepte und pharmazeutische bedeutung. **Deutsche Apotheker Zeitung**, [s. l.], v. 133, p. 15-36, 1993.

SAMPIETRO, A. R. *et al.* An N-acetylglucosamine oligomer binding agglutinin (lectin) from ripe *Cyphomandrabetacea* Sendt. Fruits. **Plant Science**, [s. l.], v. 160, p. 659- 667, 2001.

SANTOS, A. F. *et al.* Toxicity of some glucose/mannose-binding lectins to *Biomphalariaglabrata* and *Artemia salina*. **Bioresour Technol**, [s. l.], v. 101, n. 2, p. 794-8, 2010.

SHARON, N.; LIS, H. Carbohydrates in cell recognition. **Scientific American**, [s. l.], p. 74-80, 1993.

SHARON, N.; LIS, H. History of lectins: from haemagglutinins to biological recognition molecules. **Glycobiology**, [s. l.], v. 14, n. 11, p. 53–62, 2004.

SILVA, M. C. C. *et al.* *Bauhinia forficata* lectin (BfL) induces cell death and inhibits integrin-mediated adhesion on MCF7 human breast cancer cells. **Biochimica et Biophysica Acta (BBA) - General Subjects**, [s. l.], v. 1840, n. 7, p. 2262-2271, 2014.

SINHA *et al.* *Abrus* agglutinin promotes irreparable DNA damage by triggering ROS generation followed by ATM- p73 mediated apoptosis in oral squamous

cell carcinoma. **Molecular Carcinogenesis**, [s. l.], 2017.

SINGH, R. S.; TIUVARY, A. K.; KENNEDY, J. F. Lectins: sources, activities and applications. **Critical Reviews in Biotechnology**, [s. l.], v. 19, p. 145-178, 1999.

SINGHRS, WALIA AK. Microbial lectins and their prospective mitogenic potential. **CritRev Microbiol**, [s. l.], v. 40, n. 4, p. 329-347, 2014.

SUN, X. *et al.* GsSRK, a G-type lectin S-receptor-like serine/threonine protein kinase, is a positive regulator of plant tolerance to salt stress. **Journal of Plant Physiology**, [s. l.], v. 170, n. 5, p. 505-515, 2013.

SUSEELAN, K. N. *et al.* Purification and characterization of a lectin from wild sunflower (*Helianthus tuberosus* L.) tubers. **Arch Biochem Bioph**, [s. l.], v. 407, p. 241-247, 2002.

SWIERZKO, A. S.; KILPATRICK, D. C.; CEDZYNSKI, M. Mannan-binding lectin in malignancy. **Molecular Immunology**, [s. l.], v. 55, p. 16-21, 2013.

SYED *et al.* Role of lectin microarrays in câncer diagnosis. **Proteomics**, [s. l.], 2016.

THAN, N. G. *et al.* Galectins: Double-edged swords in the cross-roads of pregnancy complications and female reproductive tract inflammation and neoplasia. **J Pathol Transl Med**, [s. l.], v. 49, n. 3, p. 181–208, 2015.

VAN DAMME, E. J. History of plant lectin research. **Methods Mol Biol**, [s. l.], v. 1200, p. 3– 13, 2014.

VAID, N.; MACOVEI, A.; TUTEJA, N. Knights in Action: Lectin Receptor-Like Kinases in Plant Development and Stress Responses. **Molecular Plant**, [s. l.], v. 6, p. 1405- 1418, 2013.

VAN DAMME, E. J. M. *et al.* Plant Lectin: A composite of several distinct families of structurally and evolutionary related proteins with diverse biological roles. **Cr Ver Plant Sci**, [s. l.], v. 17, p. 575-692, 1998.

VAN DAMME, E. J. M. *et al.* The mannose/maltose-specific Convolvulaceae lectins. **Eur J Cell Biol**, [s. l.], v. 74, n. 7, 1997.

VARROT, A.; BASHEER, S. M.; IMBERTY, A. Fungal lectins: structure, function and potential applications. **Curr Opin Struct Biol**, [s. l.], v. 23, n. 5, p. 678–685, 2013.

YAU, T. *et al.* Lectins with potential for anti-cancer therapy. **Molecules**, [s. l.], v. 20, n. 3, p. 3791–3810, 2015.

Potencial antimicrobiano de *Ziziphus joazeiro* Mart.: da etnobiologia à comprovação científica

Juliete Bezerra Soares¹

Camila Aparecida Pereira da Silva²

Sheyla Henrique Morais Santana³

Jacqueline Cosmo Andrade-Pinheiro⁴

Introdução

A família *Rhamnaceae* compreende cerca de 58 gêneros e 900 espécies (KALEEM *et al.*, 2014). Dentre estes, vários gêneros se destacam pela utilização na medicina popular e moderna para tratamento de diversos tipos de doenças, como é o caso de *Ziziphus* (EL MAAIDEN *et al.*, 2020; SILVA *et al.*, 2011). Das trinta espécies catalogadas, seis estão presentes no Nordeste brasileiro (KALEEM *et al.*, 2014). A espécie *Ziziphus joazeiro* Mart. é endêmica da vegetação da caatinga, no sertão nordestino (MELO *et al.*, 2012).

Ocorrendo nos estados de Alagoas, Bahia, Ceará, Paraíba, Pernambuco, Piauí, Rio Grande do Norte e Sergipe, e até mesmo no norte de Minas Gerais (DIÓGENES *et al.*, 2010). É conhecida popularmente como juazeiro, juá, juá-de-espinho, juá-fruta, laranjeira-de-vaqueiro, enjuá, entre outros nomes; possui

¹ Graduada do curso de Licenciatura em Biologia da Universidade Federal do Cariri – UFCA; Instituto de Formação de Educadores – IFE; Laboratório de Microbiologia Aplicada – LAMAP; Campus Brejo Santo (CE), juliete.soares@aluno.ufca.edu.br

² Graduada do curso de Licenciatura em Biologia da Universidade Federal do Cariri – UFCA; Instituto de Formação de Educadores – IFE; Laboratório de Microbiologia Aplicada – LAMAP; Campus Brejo Santo (CE), camila.pereira@aluno.ufca.edu.br

³ Graduada do curso de Licenciatura em Biologia da Universidade Federal do Cariri – UFCA; Instituto de Formação de Educadores – IFE; Laboratório de Microbiologia Aplicada – LAMAP; Campus Brejo Santo (CE), sheyla.henrique@aluno.ufca.edu.br

⁴ Docente da Universidade Federal do Cariri – UFCA; Instituto de Formação de Educadores – IFE; Laboratório de Microbiologia Aplicada – LAMAP; Campus Brejo Santo (CE), jacqueline.andrade@ufca.edu.br

diversas finalidades na medicina tradicional como no tratamento de febre, bronquite, úlceras gástricas, doenças do sangue, para higiene bucal e dores de cabeça (DANTAS *et al.*, 2014).

Os estudos biológicos dos extratos das plantas fornecem informações valiosas das suas propriedades farmacológicas, esses conhecimentos são de suma importância para prevenir e promover a segurança da sua utilização (RAMLI; HARADA; RUANGRUNGSI, 2011; ANDRADE *et al.*, 2019). O uso das plantas medicinais é uma prática disseminada pela maioria da população brasileira, o que as diferencia das plantas tóxicas são seus princípios ativos e os efeitos que provocam nos seres vivos, se em homens e animais as substâncias ocasionarem malefícios para o organismo e intoxicações, então podemos considerá-las tóxicas (MARTINS; GERON, 2014).

Conhecer os componentes químicos das plantas é essencial para saber se seus efeitos agem positiva ou negativamente para quem faz uso deles. Nesse contexto, o potencial antimicrobiano do *Ziziphus joazeiro* Mart. é usado tradicionalmente como antibiótico para diversos fins medicinais (WANG *et al.*, 2013; KANG *et al.*, 2016; LEAL *et al.*, 2010). Podem ser encontrados metabólitos secundários que apresentam diversas atividades farmacológicas em diferentes partes da planta, como nas folhas, casca, casca interna, frutos e sementes (BRITO *et al.*, 2015).

Recentemente, a espécie *Ziziphus joazeiro* passou por uma alteração de gênero, pertencendo agora ao gênero de *Sarcomphalus joazeiro* (Mart.), segundo Hauenschild e seus colaboradores (2016). No entanto da re flora, essa alteração só foi aceita em 2021, assim a referida revisão por ter sido realizada em 2020, utilizou como embasamento literário a nomenclatura *Ziziphus joazeiro* Mart.

O presente trabalho teve como objetivo realizar uma busca sistemática da etnobiologia e etnofarmacologia da espécie *Ziziphus joazeiro* Mart. no âmbito da microbiologia aplicada (clínica) e destacar os resultados da sua utilização popular e suas atividades biológicas comprovadas cientificamente da espécie *Ziziphus joazeiro* Mart.

Metodologia

A busca sistemática etnobiológica e etnobotânica da espécie *Ziziphus joazeiro* Mart. foi realizada com o intuito de analisar partes das plantas que possuem fundamental importância para fins medicinais, resultando em uma avaliação seletiva de trabalhos referentes às suas atividades biológicas, atividades antibacterianas seguidas por antifúngica e antiparasitária. Na pesquisa foi utilizada a nomenclatura da espécie *Ziziphus joazeiro* Mart. disponível na *The Plant List*; é importante ressaltar que sinônimas não foram consultadas. Para a utilização na medicina popular da espécie, foram utilizadas as combinações das palavras: *Ziziphus*+ethnobotanical, *Ziziphus*+medicinal, *Ziziphus joazeiro*+ethnobotanical and “ *Ziziphus joazeiro*+medicinal”. Para as atividades biológicas da espécie: *Ziziphus joazeiro*+the biological activity. Ambas as consultas em um período de 10 anos (2010 - 2020).

Em seguida, em um período de tempo menor de 5 anos (2015 - 2020), pesquisamos somente atividade antimicrobiana relacionada a espécie *Ziziphus joazeiro*+ antimicrobial activity, *Ziziphus joazeiro*+antibacterial activity, *Ziziphus joazeiro*+ antifungal activity, *Ziziphus joazeiro*+ antiparasitic. As pesquisas foram realizadas em bancos de dados de publicações científicas, como *Google scholar*, *SciELO - Scientific Electronic Library Online*, *DOAJ - Directory Of Open Access Journals*, *Bireme*, *Science direct*, *Plosone*.

Resultados e Discussão

A busca contabilizou 125 artigos, destes foram selecionados 23 artigos em uma janela de tempo de 10 anos que descreviam a utilização na medicina popular da espécie e atividades biológicas, em seguida 18 artigos que realizaram estudos para atividades antimicrobianas em um período de tempo de 5 anos, totalizado 41 artigos para confecção das tabelas e 55 artigos utilizados para o trabalho como um todo. Os demais artigos, soma de 70, foram excluídos por não conterem informações que contemplassem os objetivos do trabalho.

O CONHECIMENTO ETNOBIOLÓGICO DE *ZIZIPHUS JOAZEIRO*

A utilização de plantas medicinais é uma prática usada há muito tempo, por desempenhar um importante papel na cura e tratamento de algumas doenças (CARTAXO *et al.*, 2010). A tabela 1 mostra que a espécie *Ziziphus joazeiro* se destaca nesse contexto e descreve as principais indicações populares, formas de usos e partes usadas do vegetal.

A compilação dos dados revela que diferentes partes da espécie podem ser utilizadas para fins medicinais, tais como fruto, casca e raízes, são citadas em diferentes preparações que são úteis no tratamento de febre, infecção bacteriana, dor generalizada, gengivite e doenças respiratórias e para terapêutica tópica, tônico hepático e cardíaco, diurético e outros fins semelhantes (BRITO *et al.*, 2015). Mas o uso da casca se destaca em relação com as demais partes (Tabela 1).

Tabela 1 – *Ziziphus joazeiro* como planta medicinal e seus usos na medicina popular

Localização do estudo	Indicações na medicina popular	Formas de uso	Parte(s) usada(s)	Referência(s)
Brejo Santo, Ceará; São Bernardo do Campo, São Paulo – Brasil	Gengivite, caspa, reumatismo, gripe, febre, bronquite crônica, úlceras gástricas, indigestão, azia e dores de cabeça.	Raspa das cascas do caule, são triturados. (Dentifício)	Casca	ANDRADE <i>et al.</i> , 2019 BORIOLLO <i>et al.</i> , 2014
Crato, Ceará; Serra do Zabelê, Ceará – Brasil	Febre, dor em geral, gengivite, Dentígero, seborreia, feridas, doenças respiratórias e para cura tópica, tônico hepático e cardíaco, diurético e outros fins semelhantes.	As frutas são usadas para alimentação. É feito o molho de folhas, cascas, cascas internas e raízes, decocção, imerso, na água, casca do caule, com água, infusão, aplicado no lugar afetado, ingestão oral.	Frutas, folhas, cascas, cascas internas e raízes.	BRITO <i>et al.</i> , 2015 RIBEIRO <i>et al.</i> , 2014
Aiuaba, Ceará; Pernambuco - Brasil.	Caspa, reumatismo, higienização bucal, gripe, febre, estômago problemas de cicatrização, anti-séptico, tônico capilar, azia, indigestão e infecções dos pulmões.	Decocção, infusão, molho, suco, banhos, lavagem da área afetada, mastigados ou friccionados contra os dentes, raspa das cascas.	Folha, casca do caule e fruta.	CARTAXO <i>et al.</i> , 2010 MELO <i>et al.</i> , 2012
Carão, Pernambuco - Brasil e Paraguai	Diarreia, disenteria, cólera, diabetes, hipertensão, inflamação, espasmos intestinais, doença hepática e malária, entre outras.	Prepara como chá em seguida beber e fazer lavar a área inflamada	Planta	JÚNIOR; LADIOC; ALBUQUERQUE, 2011 MAAIDEN <i>et al.</i> , 2020
Mata Paraibana, Borborema, Agreste, Paraíba – Brasil	Nutrição e problemas gastrointestinais, digestão. Na fabricação de cosméticos, creme dental, xampus anticasca, vitamina C e limpeza e tratamento de pele com acne.	In nature e processados como doces e geleias, suco do fruto, poupa do fruto.	Planta, Frutos, folhas	OLIVEIRA, <i>et al.</i> , 2019 SOUSA <i>et al.</i> , 2013
Angico, Aurora, Ceará - Brasil	Dores de estômago, má digestão, febre e anticariedade,	O chá era usado por via oral	Casca e folhas	SANTOS <i>et al.</i> , 2018

Congo, Paraíba; Ilhas Massangano, Ilha do Rodeadouro e Ilha do Jatobá, Pernambuco, Bahia – Brasil	cárie dentária, insônia, seborréia, tosse, feridas, dor de garganta e coceira em geral.	Chá molho, uso tópico e "lambedor" (xarope caseiro. Pó (tópico)	Casca (talo)	SOUZA <i>et al.</i> , 2016 I. D. S. L. Pio <i>et al.</i> , 2019
São João da Várzea, Mossoró, Rio Grande do Norte; Altinho, Pernambuco -Brasil.	Coceira, feridas na cabeça, mau hálito, caspa, dor de barriga, asma, dengue, gripe, problemas de pele, dermatites, micoses, sarna, asma cicatrizante, pneumonia, bronquites tuberculose, inflamação de garganta, constipação, estomatite, úlceras gástricas.	In natura, lambedor, decoção e maceração. Xampu anti-caspa, Tônico capilar, Lavagem de tecidos, Raspas do córtex do caule quando secas e reduzidas a pó são usadas como dentífrico	Casca do caule e folha.	FREITAS <i>et al.</i> , 2015 SILVA <i>et al.</i> , 2011
Nilópolis, Rio de Janeiro, Aracaju, Sergipe, Alagoa Grande, Paraíba, Sergipe, Aracaju, Sobral - Brasil.	Antisséptico bucal, antimicótico, expectorante, bronquites, úlceras gástricas, anticaspa e creme dental, na alimentação de animais, gripes, contusões e ferimentos.	Raspas das cascas, dentífricos e Decocção	Casca, entrecasca, Folha	NASCIMENTO; TORRES; MARQUES. 2016 BARBOSA <i>et al.</i> , 2015
Mossoró, Rio Grande do Norte - Brasil.	Gastrites, gripes, ferimentos contusões.	In natura e creme dental.	Frutos e folhas.	PARENTE; FILHO E SILVA., 2015 DIOGENES <i>et al.</i> , 2010
Altinho, Pernambuco Quincunça, Farias Brito - Brasil.	Expectorante, gripe, tuberculose, dandruf.	Corte (raspa)	Casca do caule	SILVA, <i>et al.</i> , 2020 MACEDO <i>et al.</i> , 2018
Pombal, Paraíba - Brasil.	Gripe, cáries; caspa expectorante, bronquites, úlceras gástricas,	Comestíveis e dentífrico	Planta	BANDEIRA <i>et al.</i> , 2018; SILVA <i>et al.</i> , 2017

O Z. joazeiro árvore perenifólia (Figura 1) é usado como planta medicinal, principalmente na região nordestina, apresentando a capacidade de suportar períodos prolongados de secas; por ser nativa da região da caatinga, sua fisiologia vegetal consegue ser mais resistente e manter sua folhagem (DANTAS *et al.*, 2014; SOUSA *et al.*, 2015).

Figura 1 - *Ziziphus joazeiro* Mart. – Localizado Sítio Ipueiras, Brejo Santo–Ceará



Fonte: Autoria própria.

Os frutos dessa espécie são fontes de alimentação para humanos e animais, ricos em vitaminas C e demonstram propriedades nutricionais (DANTAS *et al.*, 2014). No Ceará, Pernambuco e na Paraíba sua frutificação acontece de junho a julho; quando os frutos estão maduros são carnudos e arredondados de cor amarelada; com comprimento de 1,5 a 2cm, respectivamente; sua polpa é doce e ácida; na parte interna contém as sementes que são envolvidas por uma mucilagem transparente (SILVA *et al.*, 2017).

As flores são usadas para gastrites, gripes e ferimentos (DIÓGENES *et al.*, 2010). O seu caule contém uma cor cinza-escuro, suavemente castanha na sua camada mais externa; é lento seu desenvolvimento de ritidoma; seu tronco possui cerca de um diâmetro variando de 30 a 50 centímetros. Sua casca não apresenta cheiro, porém, tem gosto amargo (DANTAS *et al.*, 2014).

Estudos realizados por Andrade (2019), Boriollo (2014) e seus colaboradores evidenciaram que as raspas das cascas do caule são trituradas e se mostram úteis para escovação dentária, promovendo a remoção de resíduos e também eliminando acúmulo de placa bacteriana que se adere à superfície dentária, deste modo diminui consideravelmente a incidência de cáries, tártaro, gengivite e mau hálito.

Figura 2 - Folhas, Frutos e Casca do caule de *Ziziphus joazeiro* Mart



Fonte: Autoria própria.

As formas de usos variam de acordo com os conhecimentos culturais que são passados de gerações por gerações. O chá molho, uso tópico e “lambedor” (xarope caseiro), a decocção, infusão, suco e banho e banho da folha, casca do caule fruta são formas da utilização pela população (CARTAXO *et al.*, 2010; SOUZA *et al.*, 2016).

AVALIAÇÃO CIENTÍFICA DO POTENCIAL ANTIMICROBIANO DA ESPÉCIE *ZIZIPHUS JOAZEIRO* COM BASE EM ESTUDOS ETNODIRIGIDOS

O Brasil é considerado um país que possui espécies e recursos naturais valiosos mundialmente. Infelizmente existe uma carência de estudos das suas características biológicas, o que interfere diretamente na produção e comercialização de fitoterápicos. Estima-se que cerca de 30% dos medicamentos têm propriedades medicinais, curativas e são derivados de compostos naturais, portanto investimentos para pesquisa se mostram promissoras quanto às suas atividades biológicas para o controle microbiológico, controle de vetores de doenças e de pragas (MENDES *et al.*, 2017).

O *Ziziphus joazeiro* apresenta um grande potencial econômico e medicinal em razão das diversas finalidades da sua utilização e indicações para uso terapêutico e sua bioatividade antimicrobiana (SANTOS *et al.*, 2018; SOUZA *et al.*, 2016; ANDRADE *et al.*, 2019). Deste modo, é coerente e necessária a realização de estudos para avaliar cientificamente o uso popular de *Z. joazeiro* contra microrganismos patogênicos (Tabela 2).

Tabela 2 - Validação científica do efeito de *Ziziphus joazeiro* contra micro-organismos patogênicos

Grupo de Microorganismos	Parte(s) usada(s)	Extrato/Frações/Compostos	Microorganismos	Referência(s)
Bactérias	Folhas e cascas do caule	Extrato aquoso	<i>Streptococcus mutans</i> , <i>Enterococcus faecalis</i> , <i>Staphylococcus epidermidis</i> , <i>Staphylococcus aureus</i> , <i>Pseudomonas aeruginosa</i> , <i>Escherichia coli</i>	ANDRADE <i>et al.</i> , 2019
Fungo	Folhas e cascas do caule	Extrato aquoso	<i>Candida albicans</i> , <i>Candida tropicalis</i> , <i>Candida albicans</i> URM 4387, <i>Candida tropicalis</i> URM 4262.	ANDRADE <i>et al.</i> , 2019; 2020
Parasitaria	Folhas e casca do caule	Extratos aquosos	<i>Trypanosoma cruzi</i> , <i>Leishmania braziliensis</i> e <i>Leishmania infantum</i>	ANDRADE <i>et al.</i> , 2019
Fungo	Entrecasca, folha e casca	Extratos brutos aquosos	<i>Cryptococcus neoformans</i>	BARBOSA <i>et al.</i> , 2015
Bactéria	Raízes, bulbos, casca, folhas, sementes, flores e frutos	Extratos aquosos	<i>Streptococcus</i> spp., <i>Aggregatibacter actinomycetemcomitans</i> , <i>Porphyromonas gingivalis</i> , <i>Prevotella intermedia</i> e <i>Enterococcus faecalis</i>	KARYGIANNI <i>et al.</i> , 2016
Bactérias	Cascas do caule e folhas	Extratos hidroalcoólicos	<i>Staphylococcus aureus</i> , <i>Micrococcus luteus</i> , <i>Bacillus subtilis</i> , <i>Enterococcus faecalis</i> , <i>Escherichia coli</i> , <i>Serratia marcescens</i> , <i>Pseudomonas aeruginosa</i> ; álcool-ácido-resistente <i>Mycobacterium smegmatis</i>	MENDES <i>et al.</i> , 2010
Parasitarias	Cascas do caule e folhas	Extratos hidroalcoólicos	Utilizados moluscos <i>Biomphalaria glabrata</i> <i>Schistosoma mansoni</i>	MENDES <i>et al.</i> , 2017
Fungo	Cascas do caule e folhas Brotos da base de árvore madura	Extrato hidroalcoólicos	<i>Candida albicans</i>	NEVES; MACHADO, 2018. MENDES <i>et al.</i> , 2017
Bactéria	Planta	Extrato fenólico	<i>Monocytogenes</i> spp., <i>Staphylococcus aureus</i> , <i>Escherichia coli</i> , <i>Salmonella</i> spp. <i>Pseudomonas aeruginosa</i>	SOUSA <i>et al.</i> , 2016
Bactérias	Cascas do caule	Extrato hidroalcoólico seco	<i>Staphylococcus aureus</i> , <i>Escherichia coli</i>	SOUSA <i>et al.</i> , 2018
Fungo	Cascas do caule	Extrato hidroalcoólico seco	<i>Candida albicans</i>	SOUSA <i>et al.</i> , 2018
Bactérias	Folhas e Casca	Taninos e flavonóides	<i>Staphylococcus aureus</i> , <i>Bacillus subtilis</i> , <i>Mycobacterium smegmatis</i> , <i>Enterococcus faecalis</i> , <i>Micrococcus luteus</i> e <i>Streptococcus piogenes</i>	SOUZA <i>et al.</i> , 2016
Fungo	Folhas e Casca	Extrato aquoso	<i>Candida albicans</i> , <i>Serratia marcescens</i> , <i>Klebsiella pneumoniae</i> , <i>Enterobacter aerogenes</i> , <i>Proteus mirabilis</i> e <i>Proteus vulgaris</i>	SOUZA <i>et al.</i> , 2016
Bactérias	Folhas	Extrato aquoso	<i>Staphylococcus aureus</i> , <i>Escherichia coli</i>	GUIMARÃES <i>et al.</i> , 2019
Parasitas	Casca	Extratos hidroetanólico bruto (CE), hexano particionado (HE) e aquoso (AE)	Nematóides gastrointestinais (GNI)	GOMES <i>et al.</i> , 2016
Fungo	Cascas	Extrato hidroalcoólico	<i>Candida albicans</i> , <i>Cryptococcus neoformans</i> , <i>Cryptococcus gattii</i>	SILVA, <i>et al.</i> , 2020
Bactérias	Folha	Extrato hidroalcoólico	<i>Staphylococcus aureus</i> ATCC 25923, <i>Escherichia coli</i> ATCC 25922 e <i>Enterobacter aerogenes</i> , <i>S. aureus</i> 10 (SA10), <i>E. coli</i> 06 (EC06) e <i>E. aerogenes</i> CN64 (EA CN64).	BRITO <i>et al.</i> , 2015
Fungo	Folha	Extrato hidroalcoólico	Fúngicas <i>Candida krusei</i> 01, <i>Candida tropicalis</i> 20 e <i>Candida albicans</i> 62 e multiresistente cepas <i>C. krusei</i> (CK LMBM01), <i>C. tropicalis</i> LM 20 e <i>C. albicans</i> LM 62 (CA LM62).	BRITO <i>et al.</i> , 2015
Parasitaria	Folhas	Extrato hidroalcoólico	<i>Trypanosoma cruzi</i> , <i>Leishmania braziliensis</i> e <i>Leishmania infantum</i>	BRITO <i>et al.</i> , 2015
Bactérias	Folhas	Extrato Etanólico	<i>Escherichia coli</i> 25922, <i>Pseudomonas aeruginosa</i> 27853 e <i>Staphylococcus aureus</i> 25923	SILVA <i>et al.</i> , 2018
Parasitas	Planta	Extrato aquoso	<i>Trypanosoma cruzi</i>	MEIRA <i>et al.</i> , 2016

A validação científica do potencial antimicrobiano é realizada com base em estudos etnodirigidos. As pesquisas evidenciaram uma quantidade mais relevante de artigos encontrados para a atividade antibacteriana, seguido pelas atividades antifúngicas e antiparasitárias. Essa revisão foi realizada para avaliar cientificamente o uso popular de *Ziziphus joazeiro* Mart. contra microrganismos responsáveis por patologias.

ATIVIDADE ANTIBACTERIANA

As mais diversas partes das plantas podem ser utilizadas para preparação de extratos dentre os artigos revisados. Para atividade antibacteriana, as folhas de *Ziziphus joazeiro* foi a parte da planta mais utilizada, seguido da casca do caule e pólen. Por conseguinte, para a avaliação antibacteriana houve também uma diversidade de tipo de extratos, dentre eles, extratos aquosos, hidroalcoólico seco, etanólicos e méis monoflorais das folhas e das cascas de *Ziziphus joazeiro* Mart.

Andrade e colaboradores (2019), com o método de microdiluição em caldo, utilizaram extratos aquosos das folhas e das cascas do caule de *Z. joazeiro* frente a cepas bacterianas de *Streptococcus mutans*, *Enterococcus faecalis*, *Staphylococcus epidermidis*, *Staphylococcus aureus*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Escherichia coli*. A avaliação da atividade antibacteriana de ambos os extratos contra as cepas utilizadas não apresentaram atividade antibacteriana clinicamente significativa, ainda assim, de acordo com os autores, apresentaram atividade modulatória significativa quando combinados com antibióticos.

A potencialização do antibiótico pelos extratos pode estar associada com sua composição química, que contribui para a desestabilização de estrutura da membrana celular, consequentemente alterando sua permeabilidade, facilitando assim a penetração do antibiótico na bactéria (TROMBETA *et al.*, 2005; ANDRADE *et al.*, 2019).

Guimarães *et al.*, (2019) em seu trabalho utilizando síntese verde de nanopartículas de prata para a produção de agentes antibacterianos, utilizou o extrato da folha de *Ziziphus joazeiro* em diferentes concentrações de pH (3,7,11), controlados por inclusão de NaOH.

Em todas as amostras obteve-se halos de inibição para ambas cepas bacterianas. Utilizando o extrato hidroalcoólico seco das cascas do caule de *Ziziphus joazeiro*, Sousa *et al.* (2018) analisou a composição fitoquímica, a capacidade hemolítica e antibacteriana contra as cepas de bactérias Gram positivas de *Staphylococcus aureus* e Gram negativas de *Escherichia coli*.

Em 2016, em um estudo sobre a ação antioxidante e antibacteriana, utilizando méis monoflorais produzidos por *Meloponini*, Sousa e colaboradores

observaram que as cepas bacterianas de *Monocytogenes* spp., *Staphylococcus aureus*, *Escherichia coli*, *Salmonella* spp. *Pseudomonas aeruginosa* exibiram diferentes sensibilidades para os méis monoflorais testados, situando mel de juazeiro em último lugar com a menor atividade inibitória, CIM <7,5 - 10 mL / 100 mL.

Em pesquisa de 2012, Melo observou resultados positivos para o efeito dos extratos hidroetanólicos de várias partes de *Ziziphus joazeiro*, contra cepas de *Staphylococcus aureus*, *Escherichia coli*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Salmonella typhi*, *Proteus mirabilis*, *Micrococcus luteus*, *Bacillus cereus*, *Bacillus subtilis* e *Mycobacterium bovis*. Indicando as cascas do caule com maior atividade antimicrobiana frente a *Bacillus subtilis* e *Pseudomonas aeruginosa*, aos quais apresentou halos de inibição de 12 mm de diâmetro.

ATIVIDADE ANTIFÚNGICA

Dentre as partes das plantas mais utilizadas para a ação antifúngica, entre os artigos presentes na tabela 2, predomina a utilização das folhas e as cascas do caule, seguido da entrecasca e broto maduro. Destaca-se ainda o extrato hidroalcoólico como a preparação mais citada, por conseguinte extrato aquoso e hidroetanólico.

Partindo da utilização do extrato aquoso das folhas e das cascas do caule de *Z. joazeiro* contra biofilme do gênero *Candida*, Andrade et al. (2019) obteve resultados relevantes para o tratamento de biofilmes formados por linhagens fungicas do gênero *Candida*, *Candida albicans*, *Candida tropicalis*, *Candida albicans* URM 4387, *Candida tropicalis* URM 4262. No qual o extrato das cascas se mostrou mais relevante em comparação com o extrato das folhas, se aproximando de resultados da droga padrão.

Barbosa et al., 2015, testou a susceptibilidade de nove linhagens de *Cryptococcus neoformans* frente ao extrato aquoso bruto de *Z. joazeiro*, através de três formas de tratamento; utilizando a decocção da folha, infusão da entrecasca e infusão da folha em três diferentes concentrações, 4,40 e 100 mg/ml. Todos os tratamentos apresentaram ação antifúngica para pelo menos uma das linhagens testadas, destacando – se halos de inibição quando o produto natural foi exposto à luz ultravioleta, de 17 mm frente à linhagem 3 e 10mm frente à linhagem 2 de

C. neoformans, na concentração de 40 mg/ml da decocção da folha, no entanto, de acordo com autor, não houve diferenças estatísticas relevantes entre as concentrações 4 mg/ml e 40 mg/ml.

Utilizando o extrato hidroalcoólico seco das cascas do caule de *Ziziphus joazeiro*, Sousa et al. (2018) analisou a composição fitoquímica e a capacidade antifúngica contra *Candida albicans*. O extrato testado possui em sua composição fitoquímica saponinas, taninos e cumarina, no entanto a análise antimicrobiana não apresentou atividade antifúngica com um CIM de 4096 µg/mL.

Silva e colaboradores (2020) realizaram uma pesquisa partindo de um levantamento etnobotânico realizado em uma comunidade no estado de Pernambuco sobre o uso popular de várias espécies de plantas da caatinga com ação fungicida. Nesta pesquisa foi utilizado o extrato hidroetanólico das cascas de *Ziziphus joazeiro*. De acordo com os autores, o extrato não demonstrou atividade inibitória frente a cepa de *Candida albicans*, no entanto *Z. joazeiro* apresentou atividade fungistática frente ao fungo *Cryptococcus neoformans* apresentando MIC de 20 µg/mL.

Brito (2015) investigou atividade antifúngica de *Z. joazeiro*, utilizando extrato hidroetanólico da folha, contra as cepas fungicas de *Candida krusei* 01, *Candida tropicalis* 20 e *Candida albicans* 62 e cepas multirresistente *C. krusei* LMBM 01 (CK LMBM01), *C. tropicalis* LM 20(LM20) e *C. albicans* LM 62 (CA LM62), através do método de microdiluição em caldo. Todas apresentaram um CIM de 1024 µg/mL indicando irrelevância clínica.

ATIVIDADE ANTIPARASITÁRIA

Dentre os estudos etnobotânicos, os extratos utilizados para os ensaios antiparasitários foram os aquosos, hidroetanólicos, hidroalcoólicos e salinos. Sua preparação foi realizada a partir das partes do vegetal das cascas, cascas do caule e folhas, para a validação científica frente aos microrganismos testados: *Trypanosoma cruzi*, *Leishmania braziliensis* e *Leishmania infantum*, *Trypanosoma cruzi*, *Leishmania braziliensis* e *Leishmania infantum*, *Trypanosoma cruzi* e *Macrófagos de exsudato peritoneal* e Nematóides gastrointestinais (ANDRADE et al., 2019; BRITO et al., 2015; MEIRA et al., 2016; GOMES et al., 2016).

As partes mais usadas do vegetal foram citadas na Tabela 1 e 2, que são as folhas, caule e casca do caule; não foi encontrada uma quantidade relevante de artigos referentes a atividades antiparasitárias, mas os que estão presentes nesse estudo se mostram promissores para a explicação das suas atividades biológicas e para o tratamento de patologias originadas por causa desses microrganismos. Deste modo, é coerente e necessário a realização de estudos para avaliar cientificamente o uso popular de *Z. joazeiro*.

As doenças infecciosas denominadas como doenças negligenciadas são causadas por agentes parasitas ou infecciosos que afetam principalmente as populações vivas em condições de pobreza e desigualdade social (ANDRADE *et al.*, 2019). Em países desenvolvidos, essas doenças não representam uma ameaça para a saúde pública, pois a quantidade de casos não são relevantes, dessa forma faltam investimentos em pesquisas científicas direcionadas para fins terapêuticos dessas patologias (GOMEZ *et al.*, 2020).

No Brasil, leishmaniose e tripanossomíase americana são os mais comuns exemplos de doenças negligenciadas (GOMEZ *et al.*, 2020). No estudo realizado por Andrade *et al.*, 2019, evidencia-se o uso dos extratos aquosos das folhas do *Z. Joazeiro*, principalmente contra *Leishmania braziliensis* formas promastigotas de *Leishmania infantum*.

A leishmaniose é uma infecção parasitaria zoonótica originada principalmente por protozoário do gênero *Leishmania*; é transmitida por fêmeas de flebotomíneos do gênero *Lutzomya* e *Phlebotomus* e a tripanossomíase americana é conhecida popularmente como doença de chagas e é uma infecção causada por protozoários flagelados da espécie *Trypanosoma cruzi*, sendo transmitida principalmente por triatomíneos fêmeas pertencentes ao gênero *Triatoma*, *Panstrongylus* (GOMEZ *et al.*, 2020).

Na avaliação da atividade antiparasitária realizado por Brito *et al.*, 2015, os resultados clínicos não foram relevantes contra *T. cruzi* ou *Leishmania*, mas mostrou a presença química dos flavonóides, fenóis, taninos e saponinas. Esses compostos são responsáveis pela bioatividade da planta *Ziziphus joazeiro* detectados no extrato hidroalcoólico da folha; e a baixa citotoxicidade para células de mamíferos (fibroblastos) se mostrou promissora para novos estudos com fins terapêuticos.

Meira *et al.* (2016), analisou as propriedades do ácido betulínico que se mostram promissoras antiparasitárias. Nesse estudo foi identificado que o derivado de ácido betulínico BA5 como um anti-T seletivo agente *cruzi*, destrói as células do parasita por morte necrótica e atua sinergicamente em combinação com benznidazol.

Gomes *et al.* (2016), avaliou a atividade antiparasitária contra nematóides gastrointestinais. Seu estudo foi relevante confirmando a presença química de constituintes bioativos do *Z. joazeiro* com potencial do uso anti-helmíntico em caprinos devido à ação inibitória na incubação de ovos GIN. As análises ESI-MS e ¹H NMR de SF conduziram à caracterização da presença da saponinas e os ensaios de citotoxicidade expuseram a atividade tóxica para células Vero e mostraram que a existência da saponina na planta pode ter uma associação.

FITOQUÍMICA E TOXICIDADE DA ESPÉCIE

Os estudos fitoquímicos dos vegetais são essenciais para a compreensão das suas atividades biológicas, como as propriedades, ações, segurança e eficiência biológica. Na composição química de *Ziziphus joazeiro* Mart., é listada a presença de alcaloides, triterpeno glicosídeos, flavonoides, taninos, bem como saponinas (WANG *et al.*, 2013; KANG *et al.*, 2016; RIBEIRO *et al.*, 2013; BARBOSA, 2019). O desenvolvimento dessa espécie ocorre de forma lenta, com variação de tamanho de médio a alto porte, um tronco alinhado e espinhos com ramos tortuosos resistentes que podem ser úteis como um sistema de defesa (DANTAS *et al.*, 2014).

A raspa da casca do caule do *Z. joazeiro* também é muito usado nessas indicações, principalmente pela medicina popular (Tabela 1), o que muitas pessoas não sabem é que sua eficiência está relacionada a existência das saponinas que são moléculas naturais que diminuem a tensão superficial de um líquido em que está dissolvida sua composição e permitem a formação de espumas que são usadas para diversas finalidades, dentre elas na odontologia (JARZEBSKI *et al.*, 2019; RIBEIRO *et al.*, 2013).

A utilização de plantas para fins terapêuticos é uma prática comum passada de geração a geração, em muitos casos o consumo de plantas e ervas medicinais ocorre em demasia e sem cautela, pois acredita-se que é um método

natural e eficaz. No entanto, é importante salientar que as plantas produzem uma grande diversidade de produtos químicos, que podem gerar diferentes graus de toxicidade (BORGES; AMORIM, 2020).

A toxicidade do extrato aquoso de *Ziziphus joazeiro* foi testada em um grupo de oito camundongos através do LD50, calculado graficamente por parâmetros comportamentais. Os camundongos tratados não apresentaram alterações comportamentais e um LD50 correspondendo a uma variação entre 2,0-3,5 g / kg, indicando a baixa toxicidade dos ensaios em *in vivo* (ALVIANO 2008).

Brito *et al.* (2015) realizou testes de citotoxicidade com a linha celular de fibroblastos NCTC-929 cultivados em meio essencial mínimo. O extrato etanólico das folhas de *Z. joazeiro*, em fibroblastos de mamíferos, não se mostrou relevante, apresentando um IC 50 de 119,34 l g/ml demonstrando baixa toxicidade. Também utilizando Fibroblastos NCTC 929, Andrade *et al.* (2019) testou o extrato etanólico das folhas e das cascas de *Ziziphus joazeiro*, a citotoxicidade do extrato aquoso da folha não foi observada. Enquanto o extrato aquoso das cascas do caule inibiu 61,87% de fibroblastos na concentração de 250 µg/mL, indicando toxicidade moderada, com um valor de IC 50 de 333,9 µg/mL.

Em testes contra duas espécies de ácaro do gênero *Tetranychus*, observou-se que *Tetranychus bastosi tutler* apresentou taxa de mortalidade de 90% na concentração de 5%. Utilizando o extrato aquoso das folhas de *Z. Joazeiro*, a percentagem de mortalidade contra *T. ludeni*, variou de 17% a 81%; nas concentrações 4,0 e 6,0 houve toxicidade moderada, enquanto nas concentrações 7,5 houve alta toxicidade; não houve, no entanto, diferenças significativas entre essas concentrações (FERRAZ, 2017).

Em um estudo realizado em câmara climatizada do tipo B.O.D com larvas recém- eclodidas de *Ceratitis capitata* (Wied.), Silva *et al.* (2015) observou que a ingestão pelas larvas de *C. capitata* da dieta com extrato de juazeiro foi a que causou maior mortalidade das larvas, 99,0%, indicando alta toxicidade. De acordo com a autora, o extrato de juazeiro foi tóxico às larvas de *C. capitata*. Outros estudos já citados nesse artigo avaliaram a toxicidade de *Ziziphus joazeiro* frente a bactérias, fungos e protozoários, revelando diversos graus de toxicidade (ANDRADE *et al.*, 2019; BRITO *et al.*, 2015; GUIMARAES *et al.*, 2019; SOUSA *et al.*,

2018; SOUSA *et al.*, 2016; MELO *et al.*, 2012; MENDES, 2017).

Considerações Finais

Nas principais indicações, as partes mais utilizadas são as folhas e a casca do caule para diversos fins, onde se destaca o terapêutico curativo baseado no conhecimento populacional, no tratamento da caspa, reumatismo, gripe, febre, bronquite crônica, úlceras gástricas, indigestão, azia, dores de cabeça e para escovação dentária. Em relação a ação biológica, cientificamente já são validadas as atividades antimicrobianas, contra fungos, bactéria e parasitária.

O conhecimento popular sobre *Ziziphus joazeiro* Mart. geralmente é adquirido de gerações a gerações e ainda se faz muito presente nos dias atuais. É notável a contribuição do saber tradicional referente a espécie nas comprovações científicas através das análises e resultados relevantes, mas ainda percebe-se que existe uma carência de trabalhos recentes e a necessidade de possíveis estudos para maiores avaliações das atividades biológicas de *Ziziphus joazeiro*, principalmente a antiparasitária. Diante dessa perspectiva, esse estudo é uma importante fonte de pesquisa, que tem como embasamento o conhecimento popular e científico.

Referências

ALVIANO, W. S.; ALVIANO, D. S.; DINIZ, C. G.; ANTONIOLLI, A. R.; ALVIANO, C.; FARIAS, L. M.; CARVALHO, M. A. R.; SOUZA, M. G.; BOLOGNESE, A. M. In vitro antioxidant potential of medicinal plant extracts and their activities against oral bacteria based on Brazilian folk medicine. **Archives of Oral Biology**, [s. l.], v. 53, p. 545-52. 2008.

ANDRADE, J. C. *et al.* Control of bacterial and fungal biofilms by natural products of *Ziziphus joazeiro* Mart. (Rhamnaceae). **Comparative Immunology, Microbiology and Infectious Diseases**, [s. l.], v. 65, p. 226-233, 2019.

ANDRADE, J. C. *et al.* Chemical composition, antiparasitic and cytotoxic activities of aqueous extracts of *Ziziphus joazeiro* Mart. **Asian Pacific Journal of Tropical Biomedicine**, [s. l.], v. 9, n. 5, p. 222-226, 2019.

ANDRADE, J. C. *et al.* Phytochemical characterization of the *Ziziphus joazeiro* Mart. metabolites by UPLC-QTOF and antifungal activity evaluation. **Cell Mol Biol**, Noisy le Grand, v. 66, n. 4, 2020.

ANDRADE, J. C. *et al.* UPLC-MS-ESI-QTOF characterization and evaluation of the antibacterial and modulatory antibiotic activity of *Ziziphus joazeiro* Mart. aqueous extracts. **South African Journal of Botany**, [s. l.], v. 12, p. 105-112, 2019.

BARBOSA, J. A. M. *et al.* Estudo comparativo da susceptibilidade de isolados clínicos de *Cryptococcus neoformans* (Sanfelice, 1895) frente a alguns antifúngicos de uso hospitalar e extratos vegetais obtidos de plantas medicinais da região semiárida sergipana. **Rev. Bras. Pl. Med.**, Campinas, v. 17, n. 1, p.120-132, 2015.

BARBOSA, T. N. **Atividade ovicida “in vitro” do extrato salino das folhas do *Ziziphus joazeiro* mart. Em nematoides gastrintestinais de caprinos.** 2019. Dissertação (Mestrado em Ambiente, Tecnologia e Sociedade) - Universidade Rural do Semiárido, Programa de Pós Graduação em Ciência, Tecnologia e Sociedade. Mossoró, 2019.

BANDEIRA, A. S. *et al.* Ethnoknowledge: Use of Medicinal Plants in Communities, **Journal of Experimental Agriculture International**, [s. l.], v. 23, n. 5, p. 1-12, 2018.

BORIOLLO, M. F. G. *et al.* Evaluation of the mutagenicity and antimutagenicity of *Ziziphus joazeiro* Mart. bark in the micronucleus assay. **Genetics and Molecular Biology**, [s. l.], v. 37, n. 2, p. 428-438, 2014.

BORGES, L. P; AMORIM, V. A. Secondary plant metabolites. **Revista Agrotecnologia**, Ipameri, v. 11, n. 1, p. 54-67, 2020.

BRITO, S. M. O. *et al.* Analysis of bioactivities and chemical composition of *Ziziphus joazeiro* Mart. using HPLC–DAD., HPLC–DAD. **Food Chemistry**, [s. l.], v. 186, 2015. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.foodchem.2014.10.031>.

CARTAXO, S. L.; SOUZA, M. M. A.; ALBUQUERQUE, U. P. Medicinal plants with bioprospecting potential used in semi-arid northeastern Brazil, **Journal of Ethnopharmacology**, [S. l.], v. 131, p. 326-342, 2010.

DANTAS, F. C. P. *et al.* *Ziziphus joazeiro* Mart. - Rhamnaceae: características biogeoquímicas e importância no bioma Caatinga. **Revista Principia**, divulgação científica e tecnológica do IFPB, João Pessoa, n. 25, dez. 2014.

DIÓGENES, F. E. P. *et al.* Pré-tratamento com ácido sulfúrico na germinação

de sementes de *Ziziphus joazeiro* Mart. – Rhamnaceae. **Rev. Bras. Pl. Med.**, Botucatu, v. 12, n. 2, p.188-194, 2010. Disponível em: <http://www.theplantlist.org/tpl1.1/search?q=Ziziphus>. Acesso em: 11 dez. 2020.

EL MAIDEN, E. *et al.* Genus *Ziziphus*: A comprehensive review on ethnopharmacological, phytochemical and pharmacological properties. **Journal of Ethnopharmacology**, [s. l.], 2020. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jep.2020.112950>.

FREITAS, A. V. L. *et al.* Diversidade e usos de plantas medicinais nos quintais da comunidade de São João da Várzea em Mossoró, RN. **Revista brasileira plantas medicinais** [online], [s. l.], v. 17, n. 4, suppl.2, p. 845-856, 2015. ISSN 1983-084X. DOI: <https://doi.org/10.1590/1983-084X/14080>.

FERRAZ, J. C. B. *et al.* Extrato de folhas de juazeiro com atividade acaricida sobre o ácaro-vermelho em algodoeiro. **Pesquisa agropecuária brasileira**, Brasília, v. 52, n. 7, p. 493-499, jul. 2017. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0100-204X2017000700003>.

GUIMARÃES, M. L. *et al.* Green synthesis of silver nanoparticles using *Ziziphus joazeiro* leaf extract for production of antibacterial agents, **Applied Nanoscience**, [s. l.], 2019. DOI: <https://doi.org/10.1007/s13204-019-01181-4>.

GOMES, D. C. *In vitro* anthelmintic activity of the *Zizyphus joazeiro* bark against gastrointestinal nematodes of goats and its cytotoxicity On Vero cells. **Revista de Parasitologia Veterinária**, [s. l.], v. 226, p. 10-16, 15 ago. 2016.

GOMEZ, M. C. V. *et al.* Antiparasitary potential and cytotoxic effect of *Spondias tuberosa* Arruda (Anacardiaceae). **Research, Society and Development**, [s. l.], v. 9, n. 9, p. e889997967, 2020. DOI 10.33448/rsd-v9i9.7967.

HAUENSCHILD, F. *et al.* Phylogenetic relationships within the cosmopolitan buckthorn family (Rhamnaceae) support the resurrection of *Sarcomphalus* and the description of *Pseudoziziphus* gen. nov. **TAXON**, [s. l.], v. 65, n. 1, p. 47-64, Feb. 2016.

JARZĘBSKI, M. *et al.* *Aesculus hippocastanum* L. extract as a potential emulsion stabilizer. **Food Hydrocolloids**, [s. l.], 2019.

JÚNIOR, W. S. F.; LADIOC, A. H.; ALBUQUERQUE, U. P. Resilience and adaptation in the use of medicinal plants with suspected anti-inflammatory activity in the Brazilian Northeast. **Journal of Ethnopharmacology**, [s. l.], v. 138, p. 238-252, 2011.

KALEEM, W. A. *et al.* Pharmacological and Phytochemical Studies of Genus

Zizyphus. **Middle-East J. Sci. Res.**, [s. l.], v. 21, n. 8, p. 1243-1263, 2014.

KANG, K. B.; KIM, J. W.; OH, W. K.; KIM, J.; SUNG, S. H. Cytotoxic Ceanothane- and Lupane-Type Triterpenoids from the Roots of *Ziziphus jujuba*. **Journal of Natural Products**, [s. l.], v. 79, p. 2364-2375, 2016.

KARYGIANNI, L. *et al.* Natural Antimicrobials and Oral Microorganisms: A Systematic Review on Herbal Interventions for the Eradication of Multispecies Oral Biofilms. **Frontiers in microbiology January**, [s. l.], v. 6, 2016.

LEAL, I. C. R. *et al.* Ceanothane and Lupane Type Triterpenes from *Ziziphus joazeiro* - An Anti-Staphylococcal Evaluation. **Planta Med.**, [s. l.], v. 76, p. 47-52, 2010.

MARTINS, D. T.; GERON, G. M. L. V. Plantas ornamentais tóxicas: Conhecer para prevenir acidentes domésticos. **Revista Científica da Faculdade de Educação e Meio Ambiente**, [s. l.], v. 5, n. 1, p. 79-98, jan./jun. 2014.

MACEDO, J. G. F. *et al.* Analysis of the Variability of Therapeutic Indications of Medicinal Species in the Northeast of Brazil: Comparative Study. **Hindawi Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine**, [s. l.], v. 2018. DOI: <https://doi.org/10.1155/2018/6769193>.

MELO, M. S. F. *et al.* Pesquisa de bioativos com atividade antimicrobiana nos extratos hidroetanólicos do fruto, folha e casca de caule do *Zizyphus joazeiro* mart. **Revista da Universidade Vale do Rio Verde, Três Corações**, [s. l.], v. 10, n. 2, p. 43-51, ago./dez. 2012.

MEIRA, C. S. *et al.* Antiparasitic evaluation of betulinic acid derivatives reveals effective and selective anti-*Trypanosoma cruzi* inhibitors. **Experimental Parasitology**, [s. l.], v. 166, 2016. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.exppara.2016.04.007>

MENDES, F. O. *et al.* **Influência da radiação gama sobre a ação moluscicida e antimicrobiana da folha e casca do caule de *Ziziphus joazeiro***. Belo Horizonte, MG: International Nuclear Atlantic Conference – INAC, 2017. ISBN 978-85-99141-07-6.

MENDES, F. O. **Avaliação das ações moluscicida e antimicrobiana de extratos hidroalcoólicos de *Ziziphus joazeiro* mart. Expostos a altas taxas de doses de radiação gama de ⁶⁰Co.** Dissertação (Mestrado em Ciências) - Universidade Federal do Pernambuco, Programa de Pós graduação em Tecnologias Energéticas e Nucleares, Recife, Pernambuco, 2010.

NASCIMENTO, A. M.; TORRES, J. C.; MARQUES, C. A. Caracterização morfo-

anatômica e testes fitoquímicos em amostras comerciais de *Ziziphus joazeiro* Mart. (Rhamnaceae). **Revista Fitos**, Rio de Janeiro, v. 10, n. 4, p. 375-547, out./dez. 2016.

NEVES-SILVA, R.; MACHADO, J. L. Ziziphus Joazeiro Martius and Ketoconazole added to Acrylic Resin Present Antifungal Activity., Resin Present Antifungal Activity. **Int J Microbiol Adv Immunol**, [s. l.], v. 06, n. 1, p. 86-91, 2018.

OLIVEIRA, P. M. L. *et al.* Juá fruit (*Ziziphus joazeiro*) from Caatinga: a source of dietary fiber and bio-accessible flavanols. **Journal Pre-proofs**, [s. l.], 2019. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2019.108745>.

PARENTE, K. M. S; FILHO, E. G. P; SILVA, É. V. Alelopatia de *Ziziphus joazeiro* Mart. sobre *Lactuca sativa* L. e *Lycopersicon esculentum* Mill. **Revista Fitos**, Rio de Janeiro, v. 9, n. 2, p. 73-159, abr./jun. 2015. DOI 10.5935/2446-4775.20150007.

PIO, I. D. S. L. *et al.* Traditional knowledge and uses of medicinal plants by the inhabitants of the islands of the São Francisco river, Brazil and preliminary analysis of *Rhaphiodon echinus* (Lamiaceae). **Braz. J. Biol.**, [s. l.], v. 79, n. 1, p. 87-99, 2019.

RAMLI, S.; HARADA, K.; RUANGRUNGSI, N. Antioxidant, Antimicrobial and Cytotoxicity Activities of *Acacia farnesiana* (L.) Willd. Leaves Ethanolic Extract. **Pharmacognosy Journal**, [s. l.], v. 3, n. 23, July 2011.

RIBEIRO, B. D.; ALVIANO, D. S.; BARRETO, D. W.; COELHO, M. A. Z. Functional properties of saponins from sisal (*Agave sisalana*) and juá (*Ziziphus joazeiro*): Critical micellar concentration, antioxidant and antimicrobial activities. *Colloids Surf A Physicochem Eng Asp*, [s. l.], v. 436, p. 736-743, 2013.

RIBEIRO, D. A.; MACÊDO, D. G.; OLIVEIRA, L. G. S.; SARAIVA, M. E.; OLIVEIRA, S. F.; SOUZA, M. M. A.; MENEZES, I. R. A. Potencial terapêutico e uso de plantas medicinais em uma área de Caatinga no estado do Ceará, nordeste do Brasil. **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, [s. l.], v. 16, n. 4, p. 912-930, 2014.

SANTOS, M. O. *et al.* Medicinal Plants: versatility and concordance of use in the caatinga area, Northeastern Brazil. **An Acad Bras Cienc**, [s. l.], 2018.

SILVA, T. C. D. L.; ALMEIDA, C. C. B. R.; VERAS FILHO, J.; PEIXOTO SOBRINHO, T.; AMORIN, E. L. C.; COSTA, E. P. Atividades antioxidantes e antimicrobianas de *Ziziphus joazeiro* mart. (Rhamnaceae): avaliação comparativa entre cascas e folhas. **Revista de Ciências Farmacêuticas Básica e Aplicada**, [s. l.], v. 32, p. 193-199, 2011.

SILVA, J. L. *et al.* Taxa respiratória de frutos de juazeiro (*Ziziphus joazeiro* Mart.) armazenado sob temperatura ambiente. **Revista Verde**, [s. l.], v. 12, n. 2, p. 343-347, 2017.

SILVA, L. R. *et al.* Bioativos antimicrobianos produzidos por fungos endofíticos associados a plantas do semiárido. **Ciência Agrícola**, Rio Largo, v. 16, número suplementar, p. 5-7, 2018.

SILVA, H. D.; SOUZA, M. D. C.; GIUSTOLIN, T. A.; ALVARENGA, C. D.; FONSECA, E. D.; DAMASCENO, A. S. Bioatividade dos extratos aquosos de plantas às larva da mosca- das-frutas, *Ceratitis capitata* (Wied.). **Arq. Inst. Biol.**, São Paulo, v. 82, p. 1-4, 2015.

SILVA, F. S. *et al.* Antifungal activity of selected plant extracts based on an ethnodirected **study Acta Botânica Brasílica**, Belo Horizonte, v. 34, n. 2, apr./ June 2020.

SOUSA, I. J. O. *et al.* Estudo fitoquímico, avaliação da capacidade hemolítica e antimicrobiana de um extrato bruto da casca do caule de *Ziziphus joazeiro* Mart. (Rhamnaceae). **Journal of Biology & Pharmacy and Agricultural Management**, [s. l.], v. 14, n. 4, out./dez. 2018.

SOUSA, F. C. *et al.* Propriedades Físicas e Físico-Químicas da Polpa de Juazeiro. **Revista Verde**, Mossoró, RN, v. 8, n. 2, p. 68-71, abr./ jun. 2013.

SOUSA, F. C. *et al.* Predição de modelos sobre a cinética de secagem de folhas de *Ziziphus joazeiro* Mart. **Rev. Bras. Pl. Med.**, Campinas, v. 17, n. 2, p. 195-200, 2015.

SOUSA, J. M.; SOUZA, E.; MARQUES, G.; MEIRELES, B.; CORDEIRO, Â.; GULLÓN, B.; PINTADO, M. M.; MAGNANI, M. Polyphenolic pro-file and antioxidant and antibacterial activities of monofloral honeys produced by *Meliponini* in the Brazilian semiarid region. **Food Research International**, [s. l.], 2016. DOI 10.1016/j.foodres.2016.03.012.

SOUZA, A. S.; SOUZA, A. P. B.; LUCENA, R. F. P. Relative importance of medicinal plants in the semi-arid region of Paraíba: a case study in the municipality of congo (Paraíba, Northeast Brazil). **Brazilian Journal of Biological Sciences**, [s. l.], v. 3, n. 5, p. 83-96, 2016.

SOUZA NETO, M. A. **Ziziphus joazeiro Martius**: estudo fitoquímico do extrato hidroetanólico das folhas, fracionamento bioguiado anti-Candida e avaliação do efeito protetor em modelo de doença inflamatória intestinal. 2016. 261 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Farmacêuticas) - Centro de Ciências da Saúde, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2016.

TROMBETTA, D.; CASTELLI, F.; SARPIETRO, M. G.; VENUTI, V.; CRISTANI, M.; DANIELE, C.; SAIJA, A.; MOZZANTI, G.; BISIGNANO, G. Mechanisms of antibacterial action of three monoterpenes. **Antimicrobial Agents and Chemotherapy**, [s. l.], v. 49, p. 2474–2478, 2005. DOI: <https://doi.org/10.1128/AAC.49.6.2474-2478.2005>

WANG, Y.; DING, B.; LUO, D.; CHEN, L. Y.; HOU, Y. L.; DAI, Y.; YAO, X. S. New triterpene glycosides from *Ziziphi Spinosae Semen*. **Fitoterapia**, [s. l.], v. 90, p. 185-191.

Estratégias para curricularização da cultura em aulas de ciências e química

Neide Ervele Oliveira Henrique¹

Maria Heloisa Feliz da Silva²

Willian Fernando Domingues Vilela³

1 Introdução

Durante os últimos três anos estivemos envolvidos em experiências que nos transformaram a partir do contato com a educação escolar indígena e com processos pedagógicos que fomos experimentando no Instituto de Formação de Educadores, UFCA. O Encontro de Saberes Indígenas do Semiárido (www.semacoensis.com.br), um espaço de encontro de diversos povos nativos do semiárido brasileiro, suas ciências e o projeto *Extratos medicinais e de controle de pragas Xukuru, um diálogo intercultural com as disciplinas básicas de Química* foram peças centrais na construção de uma outra percepção sobre educação, conseqüentemente, influenciando novas abordagens sobre o ensino de Ciências Naturais e Química.

Neste texto, assim como Ferreira (2018, p. 185), procuramos “perceber os currículos dessas disciplinas escolares movimentando-se em meio a transformações sociais e epistemológicas que colocaram a cultura no centro de nossas discussões e debates”. Além disso, propomos, de forma ativa, intervenções em sala de aula de forma a “transgredir” as formas estáticas e

¹ Discente de Licenciatura em Química, Universidade Federal do Cariri - UFCA.

E-mail: neide.ervele2000@gmail.com

² Discente de Licenciatura em Biologia, Universidade Federal do Cariri – UFCA.

E-mail: maria.heloisa@aluno.ufca.edu.br

³ Docente da Universidade Federal do Cariri,

E-mail: willian.domingues@ufca.edu.br

neutras em que as Ciências Naturais são postas a serviço dos interesses do mercado capitalista (ARROIO, 2018, p. 52).

Partimos de três pressupostos: (i) de que as características do currículos das disciplinas de Ciências e Química foram construídas sócio-historicamente em meio a disputas e conflitos sob decisiva influência positivista, cientificista e capitalista norte americana (FERREIRA, 2018, p. 198), conseqüentemente a partir de conteúdos, ambientes e expectativas distantes da realidade dos(as) estudantes (laboratório, jalecos, comportamentos etc.); (ii) O currículo hegemônico acentua o abismo entre aqueles “que sabem e os que não sabem, entre àqueles mais e menos inteligentes, quem pode e deve ou não pode e não deve prosseguir nos estudos até alcançar o Ensino Superior” (FERREIRA, 2018, p. 192), mais do que isso, a “arrogância” de ser a métrica para validar todos os saberes e fazeres subjuga e inviabiliza culturas, importantes atores sociais comunitários, diversas profissões, mas, principalmente, afeta a autoestima de pais, mães e estudantes (por exemplo, frases reiteradas nestes espaços, como: “*estude para não ser como seu pai*”); (iii) A segmentação das disciplinas científicas:

Não só trouxeram as vantagens da divisão do trabalho, mas também os inconvenientes da superespecialização, do confinamento e do despedaçamento do saber. Não só produziram o conhecimento e a elucidação, mas também a ignorância e a cegueira (MORIN, 2018, p. 15).

Como contraponto a este cenário, este trabalho propõe a utilização de casos para ensino construídos a partir de experiências sociais regionais, que proporcione visibilidade a diferentes saberes e fazeres, concebendo autoestima, construindo pensamentos complexos, interdisciplinares e espaços contracoloniais⁴.

Assim, espera-se delinear uma proposta que indique um caminho para ir além e reconhecer:

[...] que o direito ao conhecimento socialmente produzido não se esgota no conhecimento escolar, que no processo de transposição deixa de fora os conhecimentos mais instigantes vindos de experiências humanas mais radicais vividas pelos educandos desde a infância (ARROIO, 2018 p. 123).

⁴ Significa construir espaços de reconhecimento e valorização dos povos colonizados, de suas cosmovisões, culturas e ciência.

Segundo Vilela (2013, p. 76), “o olhar único, etnocêntrico, definido pelo ensino e pela cultura normativa das classes dominantes acaba por delinear os valores estéticos a serem utilizados por todos”. No mesmo livro, o autor destaca a influência que as formas ditas “incorretas” produzem na desvalorização de pessoas e na deslegitimação de direitos desde a proibição do uso das línguas indígenas, em especial, a língua geral paulista, predominante em todo território colonial até o século XVIII. Por isso, a presente proposta vai além, propõe a valorização das diversas formas linguísticas e sotaques regionais.

Desse modo, esse trabalho apresenta um caso para ensino que tem o propósito de debater de maneira interdisciplinar e multicultural aberta e interativa conteúdos de diferentes áreas do conhecimento, proporcionando que os discentes tenham contato com práticas socioculturais da comunidade onde estão inseridos, que possam entender a importância e valorizar os conhecimentos científicos tradicionais que fazem parte da sua história, da sua ancestralidade, das suas vivências e experiências, também provocar o contato de estudantes de outras localidades com essas vivências.

Educação multicultural e as ciências dos povos originários

Para justificar a importância desta proposta pedagógica, vamos buscar responder duas perguntas. Primeiro, por que os conhecimentos dos diferentes povos nativos são importantes? Segundo, qual é a relevância da presença destes saberes no currículo escolar?

O conhecimento dos povos originários é, provavelmente, a mais antiga tradição científica⁵ do planeta. Segundo Simpson, L. R. (2000), o saber ou

⁵ Assumimos a posição política de afirmar que existem outras ciências além da acadêmica, tendo como base o discurso de importantes lideranças indígenas, por exemplo o de “Iran Neves Ordonio do povo *Xukuru* do *Ororubá*, o qual em uma *live* do *youtube* fala o seguinte “[...] tem doença que é para o homem ou a mulher de bata branca curar, cuidar e tem doença que é para o pajé, para a bacuroa, o bacurau, os sábios detentores do conhecimento, da medicina sagrada curar ou cuidar. Então tem ciência que é pra ciência ocidental, da metodologia científica fazer, ela criou a metodologia científica e está aperfeiçoando essa ciência, e tem outra ciência que é a ciência do pajé, é a ciência da mata, que é a ciência dos invisíveis, que é os espíritos, mas que também é o próprio pajé, a parteira, que é invisível para o sistema, mas que faz muita coisa, faz cura, faz medicina” (NARRATIVAS..., 2022). Ademais, tomamos como referência o renomado autor Boaventura de Sousa Santos (2010, p. 54) que declara: “Isto implica renunciar a qualquer epistemologia geral. Em todo o mundo, não só existem diversas formas de conhecimento da

conhecimento indígena é resultado da vibrante relação entre os povos originários, seus ecossistemas, outros seres vivos e não “vivos” que compartilham o seu território. Durante séculos de invasão e colonização das Américas, estes conhecimentos foram, e ainda hoje estão sendo apagados pela sociedade ocidental. No entanto, atualmente, podemos reconhecer um importante movimento da comunidade internacional para preservar, valorizar e incluir os saberes dos povos originários. Neste sentido, a Declaração das Nações Unidas sobre os Direitos dos Povos Indígenas (ONU, 2007) reconhece a necessidade urgente de respeitar as tradições e crenças das comunidades indígenas como uma condição fundamental para o fortalecimento da soberania indígena.

Estudos também indicam que a valorização dos saberes indígenas é uma oportunidade de reconstrução de mundos frente à crise ambiental e civilizatória que se apresenta. Escobar (2017, p. 66) destaca que “muitas lutas étnico-territoriais podem ser vistas como lutas ontológicas⁶ pela defesa de outros modelos de vida”. Nesta mesma direção, Gorenflo *et al.* (2012) apresentam dados que correlacionam a diversidade linguística, ou seja, de povos e etnias, com a preservação dos ecossistemas, indicando que conforme o mundo se torna menos diverso biologicamente, também se torna menos diverso linguística e culturalmente.

Além disso, é importante destacar a centralidade da inclusão dos saberes indígenas no debate sobre mudanças climáticas. Inúmeras pesquisas mostram que estas ciências são essenciais no planejamento para conservação (NISBE *et al.* 2010, MILLER-RUSHING *et al.* 2012; WILDER *et al.* 2016), na previsão de desastres e resiliência (PAREEK; TRIVEDI, 2011; KHANG, C. L.; ANH, 2021) e na orientação de ações para proteção de ecossistemas ameaçados e culturalmente importantes (FRASER *et al.* 2006). Neste sentido, uma reorientação epistemológica passa por instituições que valorizem e reconheçam o protagonismo e os verdadeiros

matéria, sociedade, vida e espírito, como também muitos e diversos conceitos sobre o que conta como conhecimento e os critérios que podem ser usados para validá-los”.

⁶ A palavra ontologia é derivada do grego *ontos* (ser) e *logia* (estudo), portanto significa a ciência do ser ou o discurso sobre o ser. É o ramo da filosofia que estuda a natureza do ser, da existência e da própria realidade. O ser no sentido ontológico é aquele que permanece as mudanças. Na narrativa historiográfica do colonizador, ontologicamente os povos africanos aparecem como escravos e os povos indígenas aparecem como primitivos e selvagens. Sendo assim, lutas ontológicas referem-se à luta destes grupos por sustentar o seu mundo e seu jeito de ser e estar neste espaço.

autores dos conhecimentos dos povos autóctones, ou seja, não se autoproclamar autor de uma criação alheia⁷, promovendo assim, uma educação intercultural.

Para responder a segunda pergunta é preciso compreender o cenário e os efeitos da forma/conteúdo do currículo escolar desde a sua implantação no século XVI no Brasil e na América latina.

A educação formal é uma criação do colonizador, no Brasil a partir das missões jesuíticas (ZOTTI, 2002, p. 66). A escola foi criada para garantir a continuidade do modo de vida e de pensamento da sociedade ocidental. Ao longo do tempo o espaço escolar foi ganhando cada vez mais potência e por isso continua sendo utilizado como instrumento de colonização e colonialidade. Neste contexto, o/a professor/a, construído nos currículos ocidentais, acaba se tornando um instrumento de violência contra os povos colonizados (LUCIANO, 2017, p. 12).

O currículo, essencialmente hegemônico e monocultural, como um espaço/instrumento coloca a ciência desenvolvida pela cultura ocidental num status superior em relação às demais. Nesse sentido, Ferreira (2018, p. 187) afirma: “percebo os currículos como construções sócio-históricas que produzem e hegemonomizam significados sobre quem somos e sobre aquilo que sabemos”. Isso significa que o sistema de ensino busca “moldar” os estudantes, enquadrá-los para que todos saiam com a mesma “forma”, ou seja, cidadãos que irão contribuir para manter o modo de pensamento e de vida eurocêntrico (capitalismo), e além disso, com a ideia da superioridade da cultura e da ciência ocidental. Dessa maneira, a escola é um instrumento para invisibilização e silenciamento de culturas e saberes de povos subalternizados.

A legitimação de genocídios e epistemicídios também é realizada ou legitimada a partir das escolas e universidades. A categoria ciência e a delimitação dos conhecimentos tidos como científicos também instrumentalizam mortes e apagamentos. Para compreender melhor este processo, é preciso comparar o debate sobre três posições epistemológicas e políticas sobre o conceito de ciência.

A primeira é a perspectiva universalista. Esta posição epistemológica

⁷ A indústria, as universidades e pesquisadores(as), historicamente, têm por procedimento a expropriação dos conhecimentos indígenas, transformando-os em patentes, artigos e produtos comercializados, sem nenhuma contrapartida e reconhecimento dos verdadeiros autores (BELFORT, 2006, p. 44).

defende que a ciência tem cunho universal (ROSA, 2019, p. 34), sendo os conhecimentos ocidentais a ciência padrão, ou seja, a única válida (COBERN; LOVING, 2000, p. 53). Além disso, declara que esse conhecimento científico é válido e útil em qualquer contexto cultural (ROSA, 2019 *apud* SOUTHERLAND, 2000). Sendo assim, este posicionamento relativo ao conceito de ciências nega a validade e importância das outras formas de conhecimento e as deslegitima.

Argumentamos que a negação e a deslegitimação da pluralidade de conhecimentos têm provocado, desde o processo de colonização, o epistemicídio de diversas formas de produção de conhecimento.

Para contrapor e propor outros caminhos, existem outros posicionamentos em relação ao conceito de ciência, sendo eles: o pluralismo epistemológico e o multiculturalismo, que são perspectivas comprometidas com a diversidade cultural.

O pluralismo epistemológico reserva o termo ciência para o conhecimento produzido pela cultura ocidental, entretanto demarca e reconhece a importância de outros saberes, como os conhecimentos dos povos indígenas, dos povos afro-brasileiros, entre outros. Porém, inúmeros autores argumentam que o pluralismo epistemológico é insuficiente para romper as estruturas da colonialidade, o racismo e o epistemicídio. Como afirma Rosa (2019, p. 42):

A abordagem pluralista não atende a objetivos formativos mais críticos, como um ensino de Ciências para empoderamento de grupos historicamente subalternizados. Assim, argumentamos que, da forma como é proposto, o pluralismo epistemológico não é suficiente para dar visibilidade aos saberes “Outros” que propõe valorizar, e, que sem o resgate desses, o discurso de valorização se torna um mero exercício retórico.

É empoderando e valorizando esses povos marginalizados e seus conhecimentos que se combate a colonialidade. Portanto, se essa perspectiva não promove essa valorização ela não contribui para o rompimento da colonialidade.

Outro posicionamento epistemológico é o multiculturalismo, que propõe relativizar ou ampliar o conceito de ciências. Essa posição teórica e política busca valorizar todas as formas de conhecimento, “além de contribuir com uma educação mais comprometida com a diversidade cultural das/os estudantes” (ROSA, 2019, p. 37).

Portanto, chamar os conhecimentos dos povos originários também de ciência e posicioná-los no currículo escolar de forma simétrica a outros saberes é uma forma de garantir direitos e empoderar esses sujeitos na busca por soluções de problemas locais e globais (por exemplo: mudanças climáticas). Além disso, segundo Gersem Baniwa, é uma forma de “abrir caminhos para o reconhecimento e reposição dos sujeitos colonizados, subalternizados, subjugados, silenciados, dominados e alijados de suas autonomias societárias e cosmológicas a uma posição de diálogo, de interação, de coexistência e convivência dialética” (LUCIANO, 2017, p. 13).

Entretanto, este reposicionamento, ou seja, o ingresso na educação formal de outros saberes e epistemologias enfrentam forte resistência, tendo em vista que “o currículo é o núcleo e o espaço central mais estruturante da função da escola. Por causa disso, é o território mais cercado, mais normatizado” (ARROYO, 2018, p. 13). Sendo assim, o currículo possui uma rigidez que dificulta a modificação de sua estrutura.

Neste espaço de disputa, diversos atores atuam com diferentes graus de influências e representatividade. É necessário que os movimentos sociais, os professores, os povos indígenas, os povos afro brasileiros ocupem este espaço de fazer, pensar e disputar (lutar) (ARROYO, 2018, p. 14). Dentro deste caminho, incluir nos processos pedagógicos as experiências sociais e culturais dos educandos e educadores é uma forma de fortalecer identidades, proteger pessoas/povos e ciências ancestrais (ARROYO, 2018, p. 117).

Metodologia

Os casos para ensino, uma metodologia ativa clássica, se apresentam como instrumento para inserção de diferentes experiências sociais dentro da sala de aula, sendo assim é um caminho para que o professor possa ir além de ministrar conteúdos científicos eurocêntricos. É uma oportunidade para a abordagem de diferentes epistemologias, de forma multi, inter e transdisciplinar.

Este é um método pedagógico que coloca o estudante como protagonista de sua aprendizagem, ele vai estudar o caso e tentar responder os questionamentos que aparecem no decorrer do mesmo. Como cita Sá; Francisco; Queiroz (2007):

“Estudo de Caso é um método que oferece aos estudantes a oportunidade de direcionar sua própria aprendizagem, enquanto exploram a ciência envolvida em situações relativamente complexas”.

CONSTRUÇÃO DO CASO PARA ENSINO

A produção do caso para ensino se dá numa perspectiva etnográfica (MATTOS, 2011), onde os pesquisadores se inseriram e se assumiram como uma Participação Periférica Legitimada (PPL) (LAVE; WENGER, p. 29 *apud* ALMEIDA, 2014). A pesquisa se propõe a compreender o processo de aprendizagem social (produção e transmissão do conhecimento) através da imersão em uma prática social tradicional.

Trata-se de uma pesquisa participativa, em que a pesquisadora busca se reconectar com experiências de sua ancestralidade em comunidade, já escassas num contexto moderno-capitalista. Deste modo, o contato com as pessoas mais velhas de uma comunidade rural do Cariri cearense, foi uma oportunidade de fazer um levantamento de práticas sociais relevantes para a memória e organização social da comunidade. Os relatos indicaram que a produção de colorau seria um importante espaço de produção e transmissão de conhecimento/cosmovisões. Em seguida, a pesquisadora apresentou os objetivos da pesquisa, os possíveis resultados, benefícios à comunidade e autorização para imersão durante um dia em comunidade para produção de colorau, coletando os dados necessários para produção do caso.

A redação do caso foi realizada de modo a descrever com o máximo de detalhes as características de linguagem, organização social, solidariedade e tudo que envolve a prática social. Em outra visita à comunidade, foi realizada validação do caso, a partir da apresentação dos resultados, leitura do caso e correção da linguagem, significados e sentidos.

Numa etapa posterior, foi realizada a pesquisa/identificação por interfaces das ciências naturais e os conhecimentos existentes na prática social, ou seja, identificar a diversidade de saberes que estão envolvidos na produção de colorau e quais os conteúdos da disciplina de química/ciências naturais podem ser abordados a partir dessa experiência. Por último foram feitas as Notas de ensino, sendo este o material do professor, que explica o passo a passo a aplicação do caso.

Proposta de um Caso para ensino

O caso para ensino é composto por: (I) Caso – também chamado de visão geral do Caso, este é o material que é entregue para os estudantes; (II) Exercícios – questões a serem aplicadas aos discentes; (III) Notas de ensino – também chamada de Notas do professor, assemelha-se a um plano de aula e é o material que fica apenas com o docente. No entanto, por questões de espaço e objetivo, vamos apresentar apenas alguns recortes da parte I, a versão completa pode ser obtida no trabalho de Henrique (2021, p. 30).

(I) Caso:

TÍTULO: BEM VIVER E ANCESTRALIDADE: DESENVOLVIMENTO DE PRÁTICAS PEDAGÓGICAS ATRAVÉS DA EXTRAÇÃO DE URUCUM

O trecho da figura 1 aborda o cenário da comunidade, a fim de que o leitor se conecte com as características do ambiente. Tendo em vista que este Caso propõe uma abordagem interdisciplinar, a partir deste trecho o docente pode trabalhar aspectos geográficos de clima e solo favoráveis para o crescimento do urucum (área de geografia). Também é possível abordar aspectos de cultivo da planta, distância necessária entre um pé de urucum e outro, quantidade de sementes ou de tempo para seu crescimento (área da matemática).

Figura 1 - Características do local onde se passa a história

Em um dia de sábado, Yara foi visitar sua amiga Aurora, que mora na zona rural em uma cidade do Cariri cearense. No Trajeto até a casa de Aurora, Yara observava a paisagem ainda verdinha, por conta da estação chuvosa, no mês de junho. Paisagem essa, formada por uma imensa vegetação da endêmica caatinga. O sol era escaldante, exibindo seu brilho em um céu azul, com poucas nuvens. A longa estrada era formada por um chão de terra, que levantava poeira com o deslocamento da motocicleta de Yara. Ela aspirava o ar puro do campo enquanto ouvia o cantar dos pássaros, o que soava como uma boa música para seus ouvidos.

Chegando à casa de sua amiga, na comunidade Baixio dos Urucuns, Yara admira a simples residência de Aurora. Observa o aconchegante alpendre, que possui uma rede armada, alguns vasos de plantas suspensos no teto e outros postos na janela, para decoração.

Yara, fascinada com aquele ambiente, desce de sua motocicleta, caminha até a porta da casa e chama: “*Ô de casa*”.

Aurora, muito feliz com a visita, diz: “*Ô de fora. Entre pra cá, amiga, . Estava só esperando tu chegar, pra gente começar a fazer o colorau. Tu conhece nê, também é chamado de urucum*”.

Então, Yara respondeu: “*Conheço sim, amiga, minha mãe também produzia o colorau quando morávamos no sítio, mas quando mudamos para cidade, infelizmente perdemos esse costume*”.

Aurora diz: “*Este é um momento que acontece uma vez por ano, mãe e pai chamam nossos parentes e nossos vizinhos da comunidade pra ajudar. Quando terminamos de fazer, dividimos todo o urucum. Que bom que veio participar desse momento cum nós, fico muito feliz, amiga*”.

Aurora foi apresentar sua amiga para seus familiares e seus vizinhos, que se encontravam reunidos no terreiro. Assim como na frente da casa, atrás da mesma também possuía um alpendre. O enorme quintal, onde todos estavam, havia uma diversidade de vegetais. Pês de ciriguela, caju, manga, acerola, enfim, uma infinidade de frutas. Por conta destas árvores o terreiro era bem ensombrado. Havia algumas galinhas ciscando, catando os grãos de milho espalhados no chão de barro.

Fonte: Elaborado pelos autores.

A partir do trecho da figura 2, o docente pode levantar discussões sobre a espiritualidade, cosmovisão (Bem viver), dentre outras perspectivas de ecologismo, sobre a importância dos cuidados com o meio ambiente e o respeito que se deve ter com a Mãe Terra.

Figura 2 - O respeito à natureza sagrada

Yara entusiasmada com o convite, saiu para o grande terreiro, junto com sua amiga, o irmão dela, algumas primas e outras crianças e jovens da comunidade.

De longe, Yara enxergava os belos pês de colorau, ficava encantada com o verde radiante de suas folhas e seus frutos formados por cápsulas espinhosas de cor marrom, algumas já abertas, exibindo suas sementes de coloração vermelha intensa. Aquela imagem maravilhosa, a fez lembrar do seu tempo de infância, em que se reunia com seus avós, pais e toda comunidade do sítio no qual vivia, para produzirem o colorau.

Aurora chega perto da árvore e diz: “*Venham, vamos fazer uma roda arrudiano o pé de colorau para pedir autorização a natureza e agradecer pelos caxim do urucum*”

Por mais de um minuto as jovens e as crianças ficaram de mãos dadas e olhos fechados, como de costume, em sinal de respeito à natureza. Logo depois, começaram a colher.

Fonte: Elaborado pelos autores.

O trecho da figura 3 aborda a organização social daquela comunidade, onde as casas são organizadas em formato circular, em que os vizinhos possuem um quintal em comum, ou seja, um terreiro compartilhado por todos, onde os mesmos se reúnem para realizarem práticas, como a produção de colorau. Diante disso, o professor pode abordar a importância da solidariedade, da cooperação e da coletividade. Ademais, através desse trecho é possível trabalhar aspectos botânicos do urucum: nome científico e categorias taxonômicas (área de biologia).

Figura 3 - Organização social e coletividade da comunidade

Colheram o urucum e ao voltarem se depararam com a mãe e o pai de Aurora, Dona Laura e Seu Pedro, preparando o fogo de lenha no meio do quintal, para torrar o colorau.

Nesse instante, avistaram outros vizinhos chegando, carregando sacos contendo o urucum colhido. Eles entravam pelo próprio quintal, tendo em vista que as casas daquela comunidade não costumavam ser cercadas nem muradas, elas eram estruturadas em formato circular, com o terreiro em comum, assim o quintal era compartilhado por todos.

Seu Pedro recebe o vizinho, Seu José, que vem trazendo sua esposa e seus filhos para participarem da produção de colorau e diz: “*Avia, homi, chegue pra cá. Num carecia ter trazido esse saco sozim não*”. Seu Pedro fala pro seu filho: “*Rumbora, meu fi, ajudar Seu José*”. Seu José responde: “*Óxe, num se aperrei não, homi. Deixe que eu levo*”

Enquanto os pais de Aurora preparavam o fogo, os demais começaram a bater os frutos do colorau dentro de sacos, a fim de que as sementes pudessem se desprender do interior das cápsulas. Esse era um momento em que as crianças adoravam, era um momento de festa, de aprendizagem, de memória afetiva, em que as pessoas se lembravam das suas vivências com os mais velhos.

Fonte: Elaborado pelos autores.

O início do trecho da figura 4 mostra a importância do sonho como forma de se conectar com seus ancestrais. Posteriormente, Yara pergunta: “por que o corante do urucum tem que ser extraído com óleo?” A partir deste questionamento deixado no caso (é uma característica dos Casos para ensino deixar uma pergunta), o docente pode trabalhar vários conteúdos de química (Interações intermoleculares, compostos orgânicos – para disciplina de Química do ensino médio ou para de Química Geral do ensino superior) para que os estudantes cheguem à resposta. Ademais, questionar os estudantes sobre o motivo do colorau ter cor (podendo abordar o conteúdo de Dienos conjugado – para disciplina de Química Orgânica do ensino superior).

Figura 4 - O sonho de dona Laura e a extração do urucum com óleo

Mais vizinhos iam chegando para contribuir nas tarefas. Nesse momento, Dona Laura se lembrou de um sonho que havia tido, então falou para o pessoal: “*Minha genti, assânoiti sonhei com mãe, no sonho dizia que ela tava plantano os pé de colorau e eu ajudano a agoá. Ai dizia que nois ia pro terrêro, pra colher e fazer o colorau, cum meu pai e meus irmão. Acordei imaginano o bocado de coisas que mãe me insinô. Ai, a minha vontade de fazer esse colorau, só aumentô, purissu, tamo fazeno hoje. E assim como minha mãe, eu também quero passar esses aprendizado prus meus fi*”.

Todos ficaram bastante encantados com o sonho e as palavras de Dona Laura, inclusive Yara, que a tempos, havia feito essa atividade. Após Dona Laura peneirar as sementes do colorau para tirar todas as impurezas e colocar as sementes dentro da panela. O Seu Pedro pede ao seu filho para ir à cozinha pegar o óleo de soja. Posteriormente, Yara, curiosa com a ação do pai de Aurora, adicionando óleo dentro da panela para torrar as sementes, indagou: “*Seu Pedro, por que é preciso colocar óleo?*”, o seu Pedro, muito sábio e experiente, responde: “*Prumode o óleo ajuda a tirar essa cor vermelha do colorau que vai se unir com a farinha de mandioca*”.

Aurora, lembrando da aula de Química orgânica, diz: “*Tu lembra daquela aula, Yara, em que o professor estava explicando sobre solubilidade de compostos? Então, se é necessário óleo é porque o pigmento vermelho do urucum é solubilizado apenas em óleo*”.

Yara responde: “*Sim, lembro sim, então a gente pode dizer que este pigmento vermelho é Lipossolível*”. Seu Pedro, sem entender nada da conversa entre Aurora e Yara, questiona: “*Que é isso minha fia, é outra língua é?*”

Fonte: Elaborado pelos autores.

No trecho da figura 5, o professor destaca seu interesse pela experiência social de extração do urucum e cita um conteúdo que pode ser trabalhado a partir dela. Posteriormente, o estudante Carlos comenta a utilidade do urucum para o seu povo Terena, como corante para pinturas corporais. Portanto, a partir daí o professor pode discutir sobre o uso do urucum em práticas culturais indígenas.

Além disso, o docente pode discutir sobre o efeito do urucum como um poderoso protetor solar natural, ressaltando que esse fato é de conhecimento dos povos indígenas há muito tempo. Desse modo, eles faziam suas pinturas corporais e ainda se protegiam dos raios solares, sendo assim, partir dessa discussão pode-se trabalhar o conteúdo de radiação ultravioleta (área da física). Por fim, o Caso é finalizado com a indagação do porquê que o urucum é extraído apenas com óleo.

Figura 5 - Discutindo a produção do colorau na universidade

Yara fica fascinada por esse modo de vida pautado no *Bem viver*, a partilha e o cuidado com o próximo; o respeito e o encantamento pela Mãe Terra e pela ancestralidade.

Na segunda feira, Yara e Aurora foram para Universidade, chegando na sala de aula, encontram o professor Francisco, da disciplina de química, tirando dúvidas do seu aluno Carlos, elas se aproximam dos mesmos, para fazer algumas perguntas ao professor sobre o processo de extração do pigmento vermelho do urucum. Então Aurora fala o seguinte: *“Com licença, professor, boa tarde!”*. O professor responde: *“Olá, meninas, tudo bem? acabei de responder o Carlos. Posso ajudar vocês em alguma coisa?”* Yara diz: *“Queremos tirar algumas dúvidas, professor. Neste final de semana fizemos o processo de extração de colorau junto com a família de Aurora. Porque usa-se o óleo para extrair o pigmento do colorau?”*.

O professor respondeu entusiasmado: *“Meninas, que experiência incrível para introduzir a aula de amanhã sobre interações intermoleculares!!! Mas, eu prefiro que primeiro vocês busquem essas respostas pra gente discuti-las durante a aula. Também deixarei um questionamento para vocês, se trocar o óleo pela água é possível extrair o pigmento vermelho do urucum?”*.

Carlos, interessado na discussão, comenta: *“O meu Povo, da etnia Terena, produz bastante o pigmento do urucum, porque utilizamos constantemente para pinturas corporais, essa é uma prática cultural muito importante para afirmação da nossa identidade. A sua cor vermelha muito forte em nosso corpo possui significados muito importante para nossa cosmologia e espiritualidade¹”*.

Aurora exclama: *“É muito importante a gente ter contato com essas discussões sobre diferentes vivências sociais e também contato com diferentes epistemologias”*.

O professor, contente com o encontro, continua: *“façam o seguinte, peguem o livro de Química Orgânica, leiam o capítulo 3, olhem os exemplos e tentem responder os exercícios. A partir desta leitura, tenho certeza vocês conseguirão explicar a extração do pigmento vermelho do urucum”*.

Fonte: Elaborado pelos autores.

Discussão

Esse caso propõe uma abordagem interdisciplinar e multicultural/intercultural crítica e pode ser utilizado em vários níveis da educação formal.

A abordagem intercultural crítica é uma dimensão importante para promover discussões que venham a empoderar os povos, coletivos ou grupos de gênero socialmente marginalizados (indígenas e afrodescendentes, profissionais e saberes menos reconhecidos, mulheres, LGBTQIA+). Tais grupos enfrentam assimetria de poder e saber instituída e construída socialmente. No entanto, este trabalho apresenta que em microespaços e territórios periféricos, tais grupos resistem a mais de 500 anos de epistemicídio, mantendo saberes ancestrais e afirmando suas identidades (MOREIRA; CANDAU, 2013, p. 17).

Neste contexto, o docente pesquisador pode se tornar um agente transformador, oportunizando voz e vez a estes grupos, dentro e fora da sala

de aula, buscando metodologias contracoloniais, que abordem os sujeitos, a diversidade de saberes e suas lutas (SANTOS, 2010, p. 33).

Isto se sustenta à medida que todas as experiências sociais produzem conhecimento e devem ocupar seu lugar nos currículos, em especial, àquelas do contexto étnico e social dos estudantes. Como afirma Arroyo (2013, p. 115), “A motivação é simples: trazer as vivências dos educandos e dos educadores, e suas experiências sociais como objeto de pesquisa, de atenção, de análise e de indagação”. Em geral, os conteúdos científicos acadêmicos se tornam distantes da realidade cotidiana dos estudantes, e por isso eles não veem sentido no mesmo. Porém, a partir do momento que os conteúdos eurocêntricos forem interligados com outras ciências, vivências e experiências dos estudantes, conseqüentemente eles terão uma maior motivação e encantamento pela aprendizagem.

É importante destacar a identidade dos moradores da comunidade Baixo dos Urucuns (ambiente apresentado no caso), que é um povo com ancestralidade indígena, tendo em vista que o Cariri é terra indígena e que por conta das perseguições, processos de epistemicídio e genocídio, alguns acabaram se afastando do seu povo.

Queremos nesta proposta também chamar a atenção para outras normas cultas faladas pelos diferentes grupos sociais, povos e etnias em nosso território. Pois, baseado na importância de horizontalizar os espaços de voz e apoiados “em modernos argumentos dos linguistas, que o caipira (homem do sertão) não fala errado. Ele possui uma fala dialetal, resquício da língua brasílica, do *nhengatu*” (VILELA, 2013, p. 74). Segundo Bagno (2007, p. 143), a língua culta, a partir da chegada da família real no Brasil, passa a ser um instrumento de dominação do indivíduo. Neste sentido, reforçamos a importância das características do caso na direção de desconstruir preconceitos e reafirmar identidades. Para proporcionar uma experiência sonora, o caso também é disponibilizado em formato de áudio pelas plataformas *Spotify*.

O cenário apresentado pelo caso oferece ao professor a possibilidade de explorar de forma multi, inter e/ou transdisciplinares, conteúdos de química orgânica, botânica, epistemologias, questões étnicas, geografia, matemática, sociologia, física etc., de modo integrado e complexo, como defendido por

Morin (2003). É possível perceber a importância de ampliar os debates sobre o desenvolvimento de pensamento complexo e integrado, onde todo conhecimento deve ser trabalhado como forma de possibilitar o desenvolvimento da disposição em contextualizar e globalizar saberes e assim visualizar a inseparabilidade do conhecimento com o meio social, cultural, político, natural etc.

Nesta trajetória, o caso torna possível visualizar outras formas de ensinar Química, que não através de prática laboratoriais, que aliás, poderá ser complementar a esta prática, conduzindo os estudantes a reproduzir a extração de corantes do Urucum pelos métodos clássicos da Química.

Além disso, esta abordagem também é uma forma de discutir sobre sustentabilidade, sem utilizar o discurso hegemônico de desenvolvimento sustentável. Também é caminho para provocar os estudantes a refletirem sobre a forma que vivemos no mundo, baseada no consumismo, na exploração da mãe terra, na desigualdade social, no crescimento econômico acima de tudo. Refletir sobre o porquê vivemos nesse modelo de sociedade, como chegamos até esse modelo, até quando o mundo vai sustentar a forma como vivemos e que precisamos imaginar e construir uma nova maneira de viver no mundo, maneira essa, pautada no Bem viver.

Considerações finais

Desse modo, um caminho para a curricularização da cultura, a despeito de reformas estruturais nos currículos, também pode ser trilhado através de casos para ensino e/ou sequências didáticas que articulem diferentes mundos e ciências, promovendo o empoderamento de atores sociais marginalizados, seus saberes e fazeres.

Esta proposta pedagógica tem o intuito de reconhecer e de demonstrar para os estudantes que, assim como a academia, cada povo tradicional também possui sua ciência, sendo ela produzida por diversos mestres do saber (agricultores, parteiras, benzedeiros, juremeiros, entre outros). Portanto, ressaltamos a importância de valorizar os diferentes conhecimentos de forma simétrica, compreendendo que os conhecimentos tradicionais e os conhecimentos acadêmicos devem dialogar no espaço escolar, desconstruindo

a ideia de superioridade de um em relação ao outro. Como afirma Paulo Freire: “Não há saber mais ou saber menos: há saberes diferentes”.

Aqui apresentamos um caso para ensino baseado na coleta e produção de colorau, um tempero popular. A partir dele, apresentamos possibilidades transdisciplinares e sistêmicas para abordar diferentes conteúdos, de diferentes áreas. Além disso, esta proposta busca ampliar espaços horizontais, onde a linguagem se destaca como uma forma contracolonial de valorização das diferentes formas faladas num Brasil multicultural e multiétnico.

Sendo assim, esperamos que o presente trabalho sirva de reflexão para auxiliar docentes na reformulação de currículos com maior diversidade, interculturalidade e contracolonialidade.

Por fim, a produção deste caso para ensino foi transformadora na formação docente dos autores deste trabalho, pois a partir dela buscou-se dialogar com os mais velhos e com pessoas da comunidade rural. Isso possibilitou que escutássemos atores sociais tão importantes e aprendêssemos com esses mestres do saber, os anciões.

Referências

ALMEIDA, E. G. Aprendizagem situada. **Texto Livre**: Linguagem e tecnologia, [s. l.], v. 7, n. 1, 2014.

ARROYO, M. G. **Currículo, território em disputa**. 5. ed. Petrópolis: Vozes, 2018.

BAGNO, M. **Preconceito Linguístico**. 49. ed. São Paulo: Loyola, 2007.

BELFORT, L. F. I. **A proteção dos conhecimentos tradicionais dos povos indígenas, em face da convenção sobre diversidade biológica**. 2006. Dissertação (Mestrado em Direito) - Universidade de Brasília, Faculdade de Direito, 2006. Disponível em: <https://repositorio.unb.br/bitstream/10482/5138/1/DISSERTACAO%20Lucia%20Fernanda%20Inacio%20Belfort.pdf>. Acesso em: 07 jul. 2022.

CANDAU, V. M. Educação intercultural: entre afirmações e desafios. *In*: MOREIRA, A. F.; CANDAU, V. M. (org.). **Currículos, disciplinas escolares e culturas**. Petrópolis, RJ: Vozes, 2018. p. 23-41.

COBERN, W. W.; LOVING, C. C. Defining “science” in a multicultural world: Implications for science education. **Science Education**, [s. l.], v. 85, p. 50-67,

2000. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/319315661_Defining_science_in_a_multicultural_world_Implications_for_science_education. Acesso em: 07 jul. 2022.

ESCOBAR, A. Desde abajo, por lá izquierda, y con la tierra La diferencia de Abya Yala/Afro/Latino/Americano. In: WALSH, Catherine (org.). **Pedagogias Decoloniais: práticas insurgentes de resistir, (re)existir y (re)vivir**. Quito, Ecuador: Editorial Abya-Yala, 2017. p. 55-75. Disponível em: <https://ayalaboratorio.files.wordpress.com/2018/03/catherine-walsh-pedagogc3adas-decoloniales-volume-ii.pdf>. Acesso em: 07 jul. 2022.

FERREIRA, M. S. Currículo e cultura: diálogos com as disciplinas escolares Ciências e Biologia. In: MOREIRA, A. F.; CANDAU, V. M. (org.). **Currículos, disciplinas escolares e culturas**. Petrópolis, RJ: Vozes, 2018. p. 185-213.

FRASER, D. J. T.; COON, M. R.; PRINCE, R.; DION, R.; BERNATCHEZ, L. Integrating traditional and evolutionary knowledge in biodiversity conservation: A population level case study. **Ecology and Society**, [s. l.], v. 11, n. 4, 2006. Disponível em: <http://www.ecolog-yandsociety.org/vol11/iss2/art4/>. Acesso em: 11 jul. 2022.

Gorenflo, L. J. *et al.* Co-occurrence of linguistic and biological diversity in biodiversity hotspots and high biodiversity wilderness areas. **PNAS**, [s. l.], v. 109, n. 21, 2012. Disponível em: <https://www.pnas.org/doi/10.1073/pnas.1117511109>. Acesso em: 11 jul. 2022.

HENRIQUE, N. E. O. **A sustentabilidade e bem viver em disputa no currículo da formação docente**. 2021. 65 p. Monografia (Graduação) – Universidade Federal do Cariri, Instituto de Formação de Educadores, Curso de Licenciatura Interdisciplinar em Ciências Naturais e Matemática, Ceará, Brejo Santo, 2021.

KHANG, C. L.; ANH, H. H. Conhecimento indígena dos moradores do litoral da província de ben tre na previsão do tempo e resposta às mudanças climáticas. **GPH-International Journal of Social Science and Humanities Research**, [s. l.], v. 4 n. 07, p. 45-53, 2021. Disponível em: <http://www.gphjournal.org/index.php/ssh/article/view/460>. Acesso em: 01 jul. 2022.

LUCIANO, G. J. S. Educação intercultural: direitos, desafios e propostas de descolonização e de transformação social no Brasil. **Cadernos CIMEAC**, Uberaba, MG, v. 7. n. 1, 2017.

MATTOS, C. L. G. Estudos etnográficos da educação: uma revisão de tendências no Brasil. In: MATTOS, C. L. G.; CASTRO, P. A. (org.). **Etnografia e educação: conceitos e usos** [online]. Campina Grande: EDUEPB, 2011. p. 25-48.

MILLER-RUSHING, A.; PRIMACK, R.; BONNEY, R. The history of public

participation in ecological research. **Frontiers in Ecology and the Environment**, [s. l.], v. 10, p. 285-290, 2012.

MORIN, E. **A cabeça bem-feita**. 8. ed. Tradução de Eloá Jacobina. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2018.

NARRATIVAS Indígenas do Nordeste - Agroecologia e agricultura do sagrado nos territórios. 2022. 1 vídeo (2h e 7min). Publicado pelo canal Ensp Fiocruz. Disponível em: <https://youtu.be/gaZP9Veh-Ig>. Acesso em: 24 maio 2022.

NISBET, MC.; HIXON, MA.; MOORE, KD.; NELSON, M. Four cultures: New synergies for engaging society on climate change. **Frontiers in Ecology and the Environment**, [s. l.], v. 8, p. 329-331, 2010.

PAREEK, A.; TRIVEDI, P. C. Cultural Values and Indigenous Knowledge of Climate Change and Disaster Prediction in Rajasthan, India. **Indian Journal of Traditional Knowledge**, [s. l.], v. 10, p. 183-189, 2011.

ROSA, I. S. C. **Diálogo entre o pluralismo epistemológico e o multiculturalismo crítico na formação inicial de professores/as de biologia**. 2019. Tese (Doutorado em Ensino, filosofia e história das ciências). Universidade Federal da Bahia, Salvador, 2019.

SÁ, L. P.; FRANCISCO, C. A.; QUEIROZ, S. L. Estudos de caso em química. **Química nova**, São Paulo, v. 30, n. 3, 2007.

SANTOS, B. S.; MENESES, M. P. **Epistemologias do Sul**. São Paulo: Cortez, 2010.

SIMPSON, L. R. Anishinaabe ways of knowing. In: OAKES, J.; RIEWE, R.; KOOLAGE, W.; SIMPSON, L. R., SCHUSTER, N. (eds.). **Aboriginal health, identity, and resources**. Winnipeg, MB: University of Manitoba, 2000. p. 165-186.

SOUTHERLAND, S. A. Epistemic Universalism and The Shortcomings of Curricular Multicultural Science Education. **Science & Education**, [s. l.], v. 9, p. 289-307, 2000.

VILELA, I. **Cantando a própria história**: música caipira e enraizamento. São Paulo: Editora da USP, 2013.

WILDER, B. T.; O'MEARA, C.; MONTI, L.; NABHAN, G. P. The Importance of Indigenous Knowledge in Curbing the Loss of Language and Biodiversity. **BioScience**, [s. l.], v. 66, n. 6, p. 499-509, 2016. Disponível em: <https://academic.oup.com/bioscience/article-pdf/66/6/499/24328311/biw026.pdf>. Acesso em: 08 jul. 2022.

ZOTTI, S. Sociedade, educação e currículo no Brasil: dos jesuítas aos anos 80. **Quaestio** - Revista de estudos de educação, ano 04, n. 2, 2002. Disponível em: <http://periodicos.uniso.br/ojs3/index.php/quaestio/article/view/1384/1367>. Acesso em: 08 jul. 2022.

Análise da correlação entre dados de qualidade do ar (partículas inaláveis) e de pronto atendimento, hospitalar no município de Brejo Santo - CE

Daniela Valentim Almeida Mota¹

Luiz Francisco Pires Guimarães Maia²

Letícia Caetano da Silva³

1 Introdução

Com o passar dos anos o homem adquiriu a necessidade de se deslocar com mais rapidez, se comunicar com facilidade, se vestir de forma diversificada e morar com total segurança. Em consequência dessas necessidades surgiram as grandes indústrias, os centros urbanos e veículos automotores. Todos os projetos para a melhoria do conforto humano também contribuíram para o aumento dos tipos diferentes de poluição, incluído a do ar e, conseqüentemente, o surgimento de doenças cardiorrespiratórias causadoras de inúmeras mortes por ano.

De acordo com a Organização Mundial de Saúde – OMS (2021)⁴, estima-se que, em 2016, cerca de 58% dos óbitos de crianças prematuras, relacionadas à poluição do ar, foram causadas por doenças isquêmicas do coração e derrames, enquanto 18% das mortes ocorreram por doenças pulmonares obstrutivas crônicas e infecções respiratórias agudas inferiores, respectivamente, e 6% das mortes foram devido a câncer de pulmão.

Esses índices mostram a importância de se ter uma legislação rigorosa e que busque evitar a manutenção ou aumento desses números. No Brasil, o Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA) é o órgão responsável em estabelecer os Padrões de Qualidade do Ar (PQAr).

¹ Graduanda, Universidade Federal do Cariri, daniela.mota@aluno.ufca.edu.br

² Doutor, Universidade Federal do Rio de Janeiro, luizmaia@lepa.ufrj.br

³ Doutora, Universidade Federal do Cariri, leticia.caetano@ufca.edu.br

⁴ Disponível em: [https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/ambient-\(outdoor\)-air-quality-and-health](https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/ambient-(outdoor)-air-quality-and-health) . Acesso em: 13 nov. 2021.

É nítido que o monitoramento da qualidade do ar não ocorre da mesma forma em todas as regiões brasileiras, com alguns estados que nem dispõem de estações de monitoramento, como ocorre na região Norte. Esses valores ficam ainda mais discrepantes quando das 257 estações registradas no país, no ano de 2013, o estado de São Paulo contava com 83 estações (hoje já são 85), enquanto toda região Nordeste - a segunda mais populosa, com somente 17 (CETESB, 2022; IBGE, 2017; MMA, 2014; VORMITTAG, 2014). No estado do Ceará, por exemplo, há apenas 1 estação de monitoramento, reativada nos últimos anos, sob a responsabilidade da Fundação Cearense de Meteorologia e Recursos Hídricos - FUNCEME, na capital Fortaleza.

A abertura do Campus de uma Universidade Federal na cidade de Brejo Santo, região do Cariri cearense, a cerca de 500km da capital, viabilizou ações que podem favorecer maior esclarecimento da população desta região. Dentre essas ações, destaca-se o monitoramento da qualidade do ar, com foco no material particulado, por meio de atividades de pesquisa e colaborações externas.

Monitorar a qualidade do ar em determinada região, traz à população, segurança e qualidade de vida. Com o monitoramento é possível alertar os cidadãos e órgãos governamentais sobre as condições dos índices de poluentes que podem ocasionar danos à saúde.

Dessa forma, o presente trabalho visou estabelecer, a partir de dados de monitoramento de material particulado inalável (um dos parâmetros de qualidade do ar), possíveis correlações com os dados de atendimentos clínicos no principal hospital do município de Brejo Santo.

2 Fundamentação teórica

2.1 MATERIAL PARTICULADO

O Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA, 2018) define material particulado (MP) como partículas de material sólido ou líquido suspensas no ar, na forma de poeira, neblina, aerossol, fuligem, entre outros, com diâmetro aerodinâmico equivalente a 10 micrômetros.

Os efeitos do material particulado (MP) atmosférico vem sendo cada vez

mais discutido na comunidade científica. Embora o MP contribua com menos de 1% para a composição da atmosfera, estes podem afetar a vida no planeta de muitas maneiras, destacando os efeitos diretos e indiretos no meio ambiente, na visibilidade e na saúde (FIELD *et al.*, 2012; HATCH; GRASSIAN, 2008; MALM *et al.*, 1994; PÖSCHL *et al.*, 2010; CAETANO-SILVA *et al.*, 2013; LELIEVELD *et al.*, 2015; BOWE *et al.*, 2017a; BOWE *et al.*, 2017b; COHEN *et al.*, 2017; ALY *et al.*, 2018).

Um dos parâmetros que determinam a qualidade do ar é a quantidade de material particulado que em altas concentrações podem ser considerados poluentes. Poluentes primários são aqueles emitidos diretamente pelas fontes de emissão; já os poluentes secundários são formados na atmosfera através da reação química entre poluentes primários e componentes naturais da atmosfera (CETESB, 2013).

O material particulado pode ter origem diferente, tanto de fontes naturais, como atividades vulcânicas, spray marinho e pólen; quanto por atividades antrópicas, como os veículos automotores, as atividades industriais e os demais processos de combustão (ROCHA, 2009). Muitos nomes são dados às partículas atmosféricas: “poeira e fuligem”, para sólidas, e “nevoas e neblinas”, para líquidas. As partículas líquidas denotam alta concentração de gotas de água. A coleção dessas partículas, sejam sólidas ou gotículas de líquido dispersas no ar, denomina-se aerossol (BAIRD, 2012).

O material particulado com diâmetro aerodinâmico inferior a $2,5\mu\text{m}$ é considerado como partículas finas e as maiores que $2,5\mu\text{m}$ como partículas grossas. Cada uma destas faixas tem fontes, processos de remoção da atmosfera, propriedades óticas, composição química e atuação no sistema respiratório de formas diferentes. O material particulado com diâmetro inferior a $10\mu\text{m}$, denominadas MP10, são inaláveis e possuem grande potencial para atingir os alvéolos pulmonares (ROCHA, 2009). Vale ressaltar que frequentes exposições a elevadas concentrações de MP estão associadas a alto risco à saúde humana, em especial à exposição de grupos de pessoas mais vulneráveis, como os idosos, as crianças e indivíduos com problemas respiratórios e cardiovasculares (COSTA *et al.*, 2009).

Os compostos químicos encontrados na fuligem da queima da palha da cana de açúcar são absorvidos pela pele e entram nas vias respiratórias, circulam na corrente sanguínea, podendo causar problemas dermatológicos, cardiovasculares e respiratórios (DE ARAUJO *et al.*, 2008).

TIPOS DE FONTES

Como discutido, as partículas atmosféricas podem ser emitidas tanto naturalmente quanto pelo homem. Como exemplos de emissões naturais há os vulcões que podem emitir partículas em grandes quantidades e inclusive afetar a qualidade do ar e visibilidade local. Também o vento pode ressuspender as partículas do solo e aumentar a quantidade de partícula no ar. Outras fontes naturais são: o pólen, emitido pelas plantas, e as ondas do mar que, ao quebrarem, emitem sprays marinhos para atmosfera. Já o uso de carros, funcionamento de indústria e outros maquinários, ao fazerem uso de processos de combustão, emitem os produtos para atmosfera que podem conter ou formar partículas, além de seu tráfego também favorecer a ressuspensão do solo. Nestes casos são partículas geradas por ações do homem, e, portanto, denominadas fontes antrópicas (SEIFELD; PANDIS, 1998; FIELD *et al.*, 2012).

A origem das partículas pode ainda ser caracterizada em função da distribuição da emissão. Indústrias e chaminés são fontes fixas de partículas e denominadas estacionárias. Já carros e caminhões emitem partículas enquanto estão constantemente se locomovendo e por isso denominadas fontes móveis ou difusas (FIELD *et al.*, 2012). Medidas de contenção e legislação podem diferir significativamente em função dos tipos de fontes das partículas.

Material particulado e Saúde

A associação de diversas doenças ao aumento dos níveis de partículas inaladas (MP₁₀) tem sido cada vez mais comprovada por pesquisadores de diferentes países, incluindo Brasil, e coloca estas partículas como claramente nocivas à saúde (GUSJAR *et al.*, 2010; USEPA, 1997; SALDIVA *et al.*, 1994; COHEN *et al.*, 2017; BOWE *et al.*, 2018). A saber, um aumento na concentração das partículas MP₁₀ foi associado ao aumento das internações hospitalares relacionadas a problemas respiratórios, principalmente pneumonia (GOUVEIA; FLETCHER, 2000), com um aumento de mais de 20% durante os períodos mais poluídos (LIN *et al.*, 1999).

Em relação à saúde, a fração orgânica dos MPs é de maior interesse já que os compostos como cetonas, aldeídos e ácidos carboxílicos se encontram nesta fração (AZEVEDO *et al.*, 2002). Espécies como HPAs (hidrocarbonetos

poliaromáticos) e nitro-HPAs, altamente mutagênicos, também estão presentes nesta fração e podem ser encontradas basicamente em emissões veiculares provenientes de combustíveis fósseis (PARK *et al.*, 2018).

Um estudo realizado na capital da Lituânia observou que nos meses de agosto e setembro de 2002, os valores de MP_{10} foram mais elevados que no ano de 2003, no mesmo período, e que isso provavelmente ocorreu devido a vários episódios de queima de biomassa na cidade no ano de 2002. Ovadneitec (2006) também observou que nestes períodos de maior queima de biomassa foi intenso o número de registros de doenças respiratórias, com valores que aumentaram cerca de 20 vezes em algumas áreas próximas às queimadas e cerca de 3 vezes em toda a cidade.

A avaliação dos trabalhos acima descritos sugere que é necessário um maior número de trabalhos nessa área a fim de, entre outras possibilidades, tornar possível a elaboração de políticas de controle e monitoramento do MP mais precisas. Para se ter uma ideia do benefício que estes programas políticos podem trazer à população e à economia, Bell e colaboradores (2006) estimaram que com a implantação de programas reguladores de emissões de poluentes, cerca de 3.700 mortes de crianças seriam evitadas até o ano de 2020 nas cidades de São Paulo (Brasil), Santiago (Chile) e Cidade do México (México).

Material e Métodos

- Coleta de material particulado atmosférico e monitoramento

Dependendo das espécies químicas de interesse no MP, sua concentração pode variar bastante. Um equipamento utilizado para se coletar material em concentrações suficientes para ser analisado é o Amostrador de Grande Volume, conhecido por AGV, também como “*high-volume*” ou somente “*hi-vol*”. Este equipamento aspira ar na ordem de 1,3 a 1,6 m^3 por minuto, permitindo que grande volume de material seja coletado nos filtros devidamente acoplados a ele.

Para a coleta do material particulado atmosférico foi utilizado um Amostrador de Grande Volume para partículas inaláveis ECOTECH – 3000 (inlet PM_{10}), cedido pelo IGEO/UFRJ, recentemente instalado no campus da UFCA. Para a tomada de amostras de MP_{10} foram utilizados filtros de fibra de vidro da *Whatman*.

As amostragens de MP₁₀ foram realizadas por 11 meses, com início em agosto de 2019 até junho de 2020, e efetuadas a cada seis dias, a fim de contemplar ao longo dos meses todos os dias da semana e ter melhor representatividade local. O horário das coletas foi das 00h01min às 23h59min. O equipamento foi calibrado mensalmente, conforme orientações do fabricante⁵.

Local de Amostragem

As amostragens foram efetuadas pelo AVG instalado no campus do Instituto de Formação de Educadores da Universidade Federal do Cariri, no município de Brejo Santo, na região do Cariri cearense. A Região do Cariri se estende por outros estados nordestinos, mas possui sua região metropolitana designada no sul do estado do Ceará. A cidade está a aproximadamente 530km da capital Fortaleza, que hoje conta com a única estação de medida de material inalável do estado.

Tratamento das amostras

- Quantificação do material particulado

Todos os filtros foram previamente armazenados 24h em dessecador e então pesados em balança analítica antes das coletas. Após cada coleta os filtros foram novamente armazenados 24 horas em dessecador e então pesados em balança analítica. A diferença entre as massas finais e iniciais indica a massa de material particulado coletado com diâmetro inferior a 10µm.

- Dos padrões de referência

Todos os valores de MP₁₀ mensurados foram avaliados conforme legislação em vigor (Resolução CONAMA n° 491, de 19 de novembro de 2018), que estabelece padrões de qualidade do ar para poluentes atmosféricos. Recentemente, em novembro de 2018, o CONAMA estabeleceu padrões mais rígidos que substituíram os valores estabelecidos pela resolução de 1990 (CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE, 2018). Estes valores podem ser observados no quadro 1.

⁵ Ecotech - <file:///C:/Users/Leticia/Desktop/HiVol-3000-Manual.pdf>. Acesso em: 27 dez. 2022.

Quadro 1 - Comparação dos valores de padrões de qualidade do ar em relação ao material particulado das resoluções CONAMA e resolução nº491 de 2018

		Res. CONAMA n°05 de 1989/n°03 de 1990 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Res. CONAMA n°491 de 2018 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
PTS	Concentração Média Geométrica Anual	80	80
	Concentração Média de 24 horas	240	240
MP10	Concentração Média Aritmética Anual	50	40
	Concentração Média de 24 horas	150	120
MP2,5	Concentração Média Aritmética Anual	-	20
	Concentração Média de 24 horas	-	60

Fonte: elaborado pelos autores (2022).

A poluição do ar se deve à presença de substâncias consideradas poluentes que, conforme art. 2º e inciso I, da resolução CONAMA nº 491, de 19 de novembro de 2018:

Entende-se como poluente atmosférico qualquer forma de matéria em quantidade, concentração, tempo ou outras características, que tornem ou possam tornar o ar impróprio ou nocivo à saúde, inconveniente ao bem-estarpúblico, danoso aos materiais, à fauna e flora ou prejudicial à segurança, ao uso e gozo da propriedade ou às atividades normais da comunidade (CONAMA, 2018).

Infelizmente, a maior rigidez da nova legislação não implica em maior controle pelos órgãos competentes. Isso porque a resolução indica que o monitoramento deve ficar a encargo dos estados, mas não estabelece um número mínimo de estações de monitoramento para que estas sejam de fato representativas e nem se observa que haja devida fiscalização sobre os estados de que esse monitoramento ocorra.

Para fins de comparação, os dados de MP também foram classificados

conforme índices previstos pela Companhia Ambiental do Estado de São Paulo (CETESB) (Quadro 2). A CETESB é uma agência responsável pelo controle, fiscalização, monitoramento e licenciamento de atividades geradoras de poluição do estado de São Paulo, mas que se tornou uma referência internacional da Organização das Nações Unidas – ONU, integrante da Organização Mundial da Saúde e órgão de Consultoria do Programa das Nações Unidas de Desenvolvimento (CETESB, 2019).

Quadro 2 - Estrutura do índice de qualidade do ar (Adaptado CETESB, 2020)

Quadro 3 - Padrões de qualidade do ar estabelecidos no DE nº 59113/2013, sendo que os padrões vigentes estão assinalados em vermelho (Adaptado CETESB, 2020)

Qualidade	MP ₁₀ (µg/m ³) 24h	Padrões Estaduais de Qualidade do Ar (Decreto Estadual nº 59113 de 23/04/2013)					
		Poluente	Amostragem	MI1 (µg/m ³)	MI2 (µg/m ³)	MI3 (µg/m ³)	PF (µg/m ³)
N1 – Boa	0 – 50						
N2 – Moderada	>50 – 100	Partículas inaláveis (MP ₁₀)	24 horas MAA ₁	120 40	100 35	75 30	50 20
N3 – Ruim	>100 – 150		24 horas MAA ₁	60 20	50 17	37 15	25 10
N4 – Muito Ruim	>150 – 250	Partículas inaláveis finas (MP _{2,5})	24 horas MAA ₁	60 20	50 17	37 15	25 10
N5 – Péssima	>250	Partículas totais em suspensão* (PTS)	24 horas MGA ₂	– –	– –	– –	240 80

1 – Média aritmética anual 2 – Média geométrica anual *Partículas Totais em Suspensão – parâmetros auxiliares a serem utilizados apenas em situações específicas, a critério da CETESB.

O quadro 3 (acima, à direita) toma como base os padrões de qualidade do ar em vigência, conforme estabelecido no DE nº 59113/2013, que prevê Metas Intermediárias que devem ser obedecidas em 3 (três) etapas até o alcance dos padrões finais, com valores mais rígidos. Atualmente, os valores em vigência são os previstos na Meta Intermediária I, desde 2013, e ainda não passou por avaliações a fim de avançar para a próxima meta intermediária 2.

Dados de Atendimentos Clínicos

Foram buscados dados de atendimentos clínicos de urgência e emergência na cidade de Brejo Santo, CE, junto a unidade de pronto atendimento do Hospital Geral, localizado na mesma quadra que o campus da Universidade em que foi

efetuado o monitoramento de MP. Para fins de estudo, foram consideradas duas situações: a) todos os casos de atendimentos clínicos e b) somente os casos de enfermidades cujas causas a literatura atual já vem relacionando ao material particulado atmosférico como doenças cardíacas e respiratórias (POPE III; DOCKERY, 2006; GUSJAR *et al.*, 2010; USEPA, 1997; SALDIVA *et al.*, 1994; COHEN *et al.*, 2017; ALY *et al.*, 2018).

Comparações por análises gráficas e de coeficiente de Pearson foram feitas para estudos iniciais, com auxílio de *software Excel*, 2013. Para tanto, foram avaliados valores de concentração diária, médias mensais e somatórios mensais de MP com os dados de atendimentos clínicos referentes ao mesmo período, com o objetivo de inferir, ainda que inicialmente, sobre possíveis correlações aos efeitos no organismo humano que tenham acarretado em busca pelo pronto atendimento.

Resultados e Discussão

ESTUDO DA QUALIDADE DO AR EM RELAÇÃO AO MP₁₀

As coletas do MP₁₀ foram realizadas por 11 meses, com início em agosto de 2019 até junho de 2020, totalizando 58 amostras coletadas. Os valores encontrados foram comparados com os órgãos de referência, e os dados preliminares sugerem que a qualidade do ar da cidade de Brejo Santo, nos dias analisados, está enquadrada dentro do padrão vigente, conforme resolução CONAMA n° 491 de 2018 que prevê a média aritmética anual de 40 µg/m³ (Quadro 1).

O valor médio de MP₁₀ encontrado (31,55 µg/m³) ficou bem próximo ao valor da mediana (31,3 µg/m³) (tabela 1) e ainda que o período amostrado não tenha completado 12 meses, percebe-se que a qualidade do ar pode ser classificada como boa, pela CETESB (quadro 2). Em 3 dos 58 dias amostrados observou-se valores de MP₁₀ mais elevados entre os meses setembro e novembro do ano de 2019 (Gráfico 1), quando os 3 dias foram classificados como moderados, o que, de acordo com a Companhia, indica que crianças, idosos e pessoas com doenças respiratórias e cardíacas poderiam apresentar sintomas como tosse e cansaço.

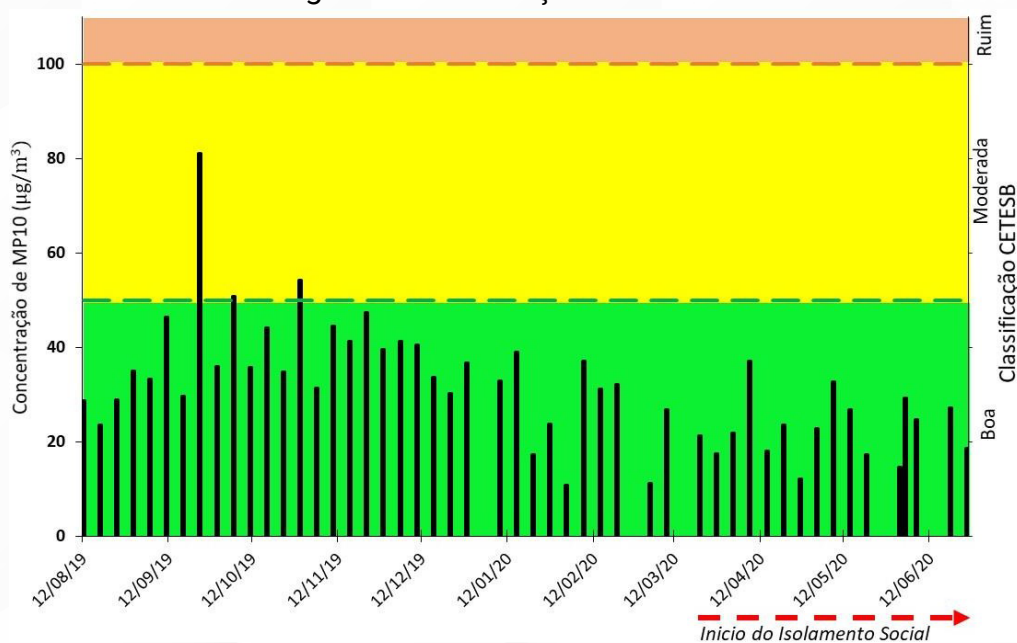
Tabela 1 – Dados estatísticos e classificação preliminares da qualidade do ar conforme amostras coletadas no período de 12/08/2019 a 25/06/2020

Concentração de MP ₁₀ µg/m ³		Classificação CONAMA	Classificação CETESB
Média^a (±DP*)	31,5± 12,6	Dentro do Padrão	Boa
Máxima	81,1	Dentro do Padrão	Moderada
Mínima	10,9	Dentro do Padrão	Boa

^a Considerando n=58 * Desvio padrão

Fonte: Elaborado pelos autores (2022).

Gráfico 1 - Concentração de MP₁₀ nos dias de amostragem e classificação conforme CETESB

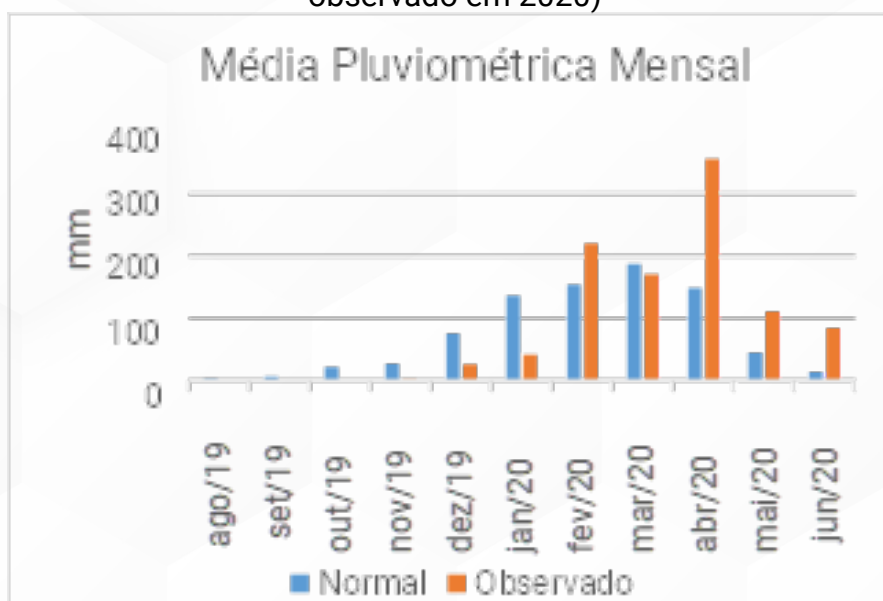


Fonte: Elaborado pelos autores (2022).

Considerando os valores de precipitação úmida na cidade de Brejo Santo, é possível observar que de abril em diante houve mais chuva do que a média dos anos anteriores, conforme dados da Fundação Cearense de Meteorologia e Recursos Hídricos-FUNCEME (Gráfico 2). Períodos mais chuvosos tendem a favorecer a deposição úmida destas partículas, enquanto há tendência que períodos prolongadossem chuva favoreçam o acúmulo de poluentes, como MP, na atmosfera (BAIRD, 2012). De fato, os valores mais elevados de MP₁₀ foram observados no período mais seco, de setembro a novembro de 2019. De janeiro a março de 2020 observa-se uma redução da concentração de MP₁₀, corroborando

com o esperado em relação ao período que teve aumento na quantidade de chuva. Todavia, não é possível inferir que a redução de MP₁₀ de abril a junho de 2020 seja exclusivamente decorrente da precipitação pluviométrica acima da média nesse período, uma vez que também iniciou em meados de março o isolamento social devido ao período pandêmico e, conseqüentemente, menos atividades antrópicas que poderiam contribuir para emissão de MP₁₀.

Gráfico 2 – Média pluviométrica mensal em Brejo Santo (normal esperado e observado em 2020)

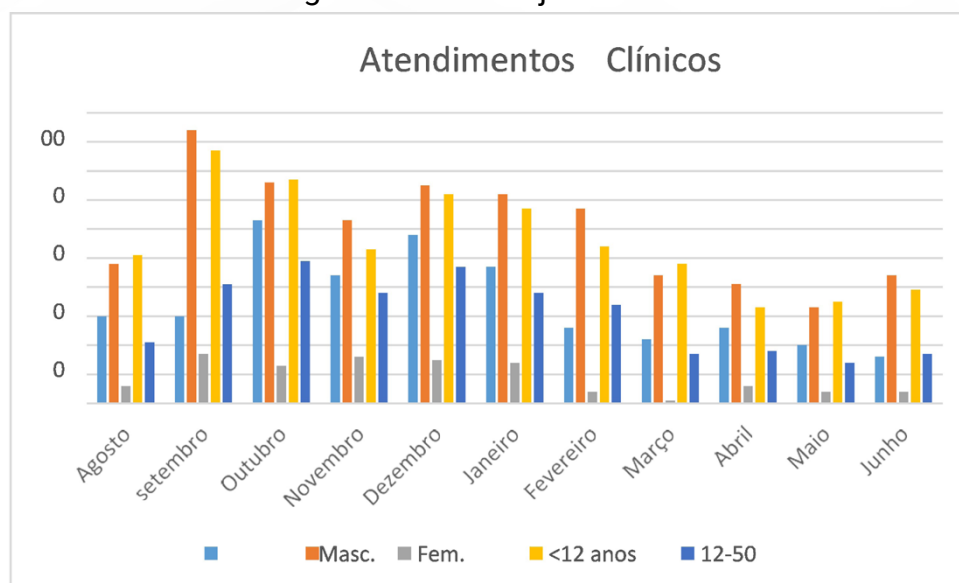


Estudos preliminares de correlação de MP₁₀ e número de atendimentos clínicos urgentes e emergenciais.

Os dados analisados dos atendimentos médicos referem-se aos do pronto atendimento, em casos urgentes e emergenciais. O número total de atendimentos hospitalares de urgência e emergência no período analisado foi de 1172 casos. Estes dados foram agrupados por gênero (feminino, masculino) e faixa etária (menores de 12 anos, de 12 a 50 anos e maiores de 50 anos).

Dos dados disponibilizados pelo hospital geral, foram analisados os atendimentos somente dos dias coincidentes com as amostragens de MP₁₀. Por meio do gráfico 3 é possível observar o número de atendimentos totais por faixa etária, indicando a maior contribuição de adolescentes acima de 12 anos e adultos até 50 anos.

Gráfico 3 – Distribuição do número de atendimentos médicos urgentes/emergentes totais(enfermidades não específicas) por gênero e faixas etárias, de agosto de 2019 a junho de 2020



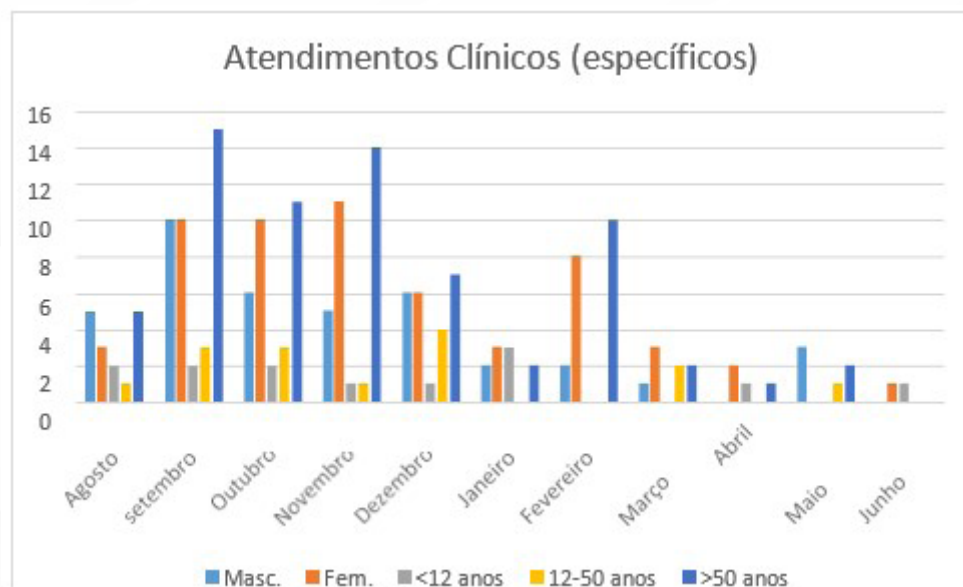
Fonte: Elaborado pelos autores (2022).

De todos os atendimentos hospitalares, 102 foram específicos de pessoas que apresentaram doenças cardíacas e enfermidades respiratórias, logo abaixo encontram-se no gráfico 4 os dados somente de atendimentos devido a estas enfermidades específicas. Neste, é possível verificar que a faixa etária mais atingida por estas enfermidades foi a de pessoas com idade acima de 50 anos. Esta faixa etária, juntamente com crianças, é considerada a mais vulnerável aos efeitos da poluição devido à presença de MP (CETESB, 2020).

Já comparando os dados de atendimentos de urgência e emergência por gênero, observa-se que nos atendimentos totais o número de mulheres que buscamos serviços de urgência e emergência são massivamente maiores. Essa informação não surpreende, uma vez que estão incluídos os casos referentes à gestação. Também, o Ministério da Saúde, em parceria com o IBGE, mostrou por meio de pesquisa que em 2019 uma porcentagem maior de mulheres (mais 82%) buscou ao menos uma vez o serviço de saúde, enquanto somente 69% dos homens o fizeram (MINISTÉRIO DA SAÚDE, 2019). Esses dados vêm ao encontro destas informações, de que mulheres tendem a cuidar mais da saúde que homens e, conseqüentemente, buscam mais auxílio médico. Já quando considerados somente os números de atendimentos específicos, a diferença entre homens e

mulheres é menos sobressaliente e os valores se tornam mais próximos.

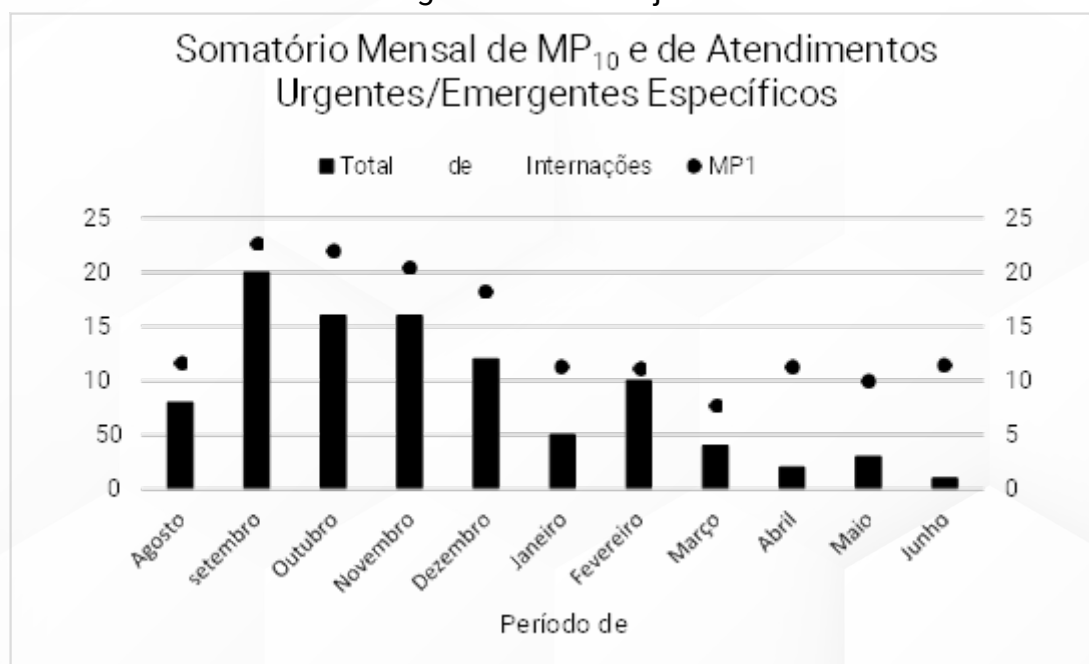
Gráfico 4 – Distribuição do número de atendimentos médicos urgentes/emergentes específicos, por gênero e faixas etárias, de agosto de 2019 a junho de 2020



Fonte: Elaborado pelos autores (2022).

Considerando o somatório mensal dos casos de atendimentos específicos, referentes aos dias de amostragem de MP₁₀, no gráfico 5, com o somatório mensal da concentração de MP₁₀, percebe-se um comportamento bastante semelhante ao longo do período analisado. Embora seja possível observar que há uma tendência de diminuição nos casos de atendimentos urgentes/emergentes, similar à redução da concentração de MP₁₀, quando considerado o mesmo período, não é possível inferir que haja uma correlação direta entre ambos. Isso porque, no mesmo período em que se observou a redução nos casos de atendimentos urgentes/emergentes, além da redução da concentração de MP, também houve o estabelecimento legal de isolamento social, decorrente do período pandêmico. Conseqüentemente, as pessoas foram incentivadas a ficarem mais em casa o que, por sua vez, pode também ter favorecido a diminuição da procura por atendimento hospitalar. Além disso, a própria redução das atividades antrópicas pode ter corroborado para a redução da emissão de MP₁₀ na região.

Gráfico 5 – Distribuição do número total de atendimentos urgentes/emergentes em uma unidade hospitalar do município de Brejo Santo e concentração de MP10 de agosto de 2019 a junho de 2020



Fonte: Elaborado pelos autores (2022).

Ainda assim, por meio do cálculo estatístico do coeficiente de correlação de Pearson (TABELA 2), é possível verificar que, não somente para o período de pandemia, mas quando considerado o período integral de amostragens, foram observadas correlações positivas entre as concentrações de MP₁₀ e todas as condições clínicas avaliadas: valores diários de atendimentos coincidentes aos dias em que o MP₁₀ foi amostrado; média mensal dos valores de atendimentos referente aos dias de amostragem do MP₁₀ e; somatório mensal dos número de atendimentos referente aos dias de amostragem do MP₁₀.

Os dois maiores coeficientes (>0.9) foram observados para as correlações do MP₁₀ com o número total de atendimentos de enfermidades específicas, já relacionadas ao MP pela literatura. Isso indica forte correlação entre estas variáveis, de modo que o aumento do número de casos acompanha fortemente o aumento da outra variável, no caso, de MP₁₀. É interessante observar que mesmo com a qualidade do ar estando dentro do padrão estabelecido pelo CONAMA, referente à concentração de MP₁₀, e classificado como BOA, pela CETESB, é possível que este MP presente pode estar afetando a saúde da população, ainda que em quantidades aceitáveis pela legislação. Uma correlação positiva entre casos respiratórios e

MP são indicados na literatura, mas costumam referir-se às grandes metrópoles como São Paulo e em casos de poluição aguda (SAUDIVA *et al.*, 1994; GOUVEIA; FLETCHER, 2000; LIN *et al.*, 1999; COHEN *et al.*, 2017; ALY *et al.*, 2018).

Dentre os agrupamentos efetuados, percebe-se que após o número total de casos, o segundo grupo com maior correlação refere-se às pessoas com idade superior a 50 anos. Este grupo é sabidamente mais vulnerável e sujeito às complicações cardíacas e respiratórias e pode ter sido mais sensível à presença de MP₁₀.

Tabela 2 - Dados de correlação estatísticas por meio de valores de Coeficiente de Pearson

		Concentração de MP ₁₀ (µg/m ³) Casos		
		Diário (semanal)	Média (mensal)	Somatório (mensal)
Ais	Masculino	0.294	0.571	0.657
Tot	Feminino	0.413	0.628	0.772
Tos	<12 anos	0.383	0.807	0.857
Men	12-50 anos	0.363	0.606	0.751
Ndi	>50 anos	0.493	0.729	0.807
Ate	Totais	0.475	0.735	0.835
S	Masculino	0.555	0.847	0.830
entocos	Feminino	0.370	0.796	0.836
im cifi	<12 anos	0.141	0.351	0.406
ndspe	12-50 anos	0.201	0.555	0.640
AteE	>50 anos	0.549	0.832	0.837
	Totais	0.573	0.916	0.906

Fonte: Elaborado pelos autores (2022).

Embora também positivos, percebem-se coeficientes de menores valores entre os dados de MP10 com os dados de atendimentos diários. A literatura mostra que o material particulado pode ficar suspenso por até semanas, em especial o material particulado fino, mais prejudicial à saúde (ENVIRONMENTAL, 2013). Assim, é possível que o MP quantificado possa se acumular ao longo da semana e seus efeitos percebidos ao longo do período. Essa informação também pode auxiliar na compreensão acerca de os maiores coeficientes terem sido para os dos dados de somatório (de MP10 e número de atendimentos), uma vez que este somatório normaliza possíveis efeitos à posteriori dos dias de monitoramento.

Conclusão e Perspectivas

Neste trabalho, é apresentado um estudo pioneiro sobre a qualidade do ar na cidade de Brejo Santo quanto à presença de partículas atmosféricas inaláveis. Por meio dos dados sugere-se que apesar da qualidade do ar estar dentro dos padrões estabelecidos pela legislação brasileira vigente, há forte correlação entre o número de atendimentos de saúde urgente/emergentes, com variação da concentração de material particulado entre os meses de agosto de 2019 a junho de 2020.

A continuidade de monitoramento da qualidade do ar, bem como dos casos de atendimentos de saúde, é de fundamental importância para a aquisição de dados mais robustos de longo termo, que possibilitará uma avaliação com maior confiabilidade. Com o estabelecimento deste programa de monitoramento, está sendo criada a primeira base de dados sobre qualidade de ar no Cariri cearense e fora da capital do estado. Este estudo traz a oportunidade de se construir modelos que reflitam as particularidades do Cariri, cujas características atmosféricas podem diferir significativamente dos poucos pontos de monitoramento existentes do Nordeste, normalmente localizados em capitais litorâneas. Elaborar modelos próprios é indispensável para a construção de estratégias de controle que visam a redução de emissões de compostos poluentes para a atmosfera com consequente ganho ambiental.

Agradecimentos

Os autores agradecem à Pró-Reitoria de Pesquisa e Inovação Tecnológica – PRPI da UFCA pelo fornecimento de Bolsas; à Fundação de Apoio à Pesquisa do Ceará – FUNCAP pelo suporte financeiro; ao Hospital Geral de Brejo Santo, pelo fornecimento dos dados de pronto atendimento; e ao Laboratório de Estudos em Poluição do Ar (LEPA) do Instituto de Geociências (IGEO), da Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ), pela cessão do Amostrador de Grandes Volumes (AGV) para Partículas Inaláveis (PM₁₀).

Referências

- AZEVEDO, D. A.; SANTOS, C. Y. M. dos; AQUINO NETO, F. R. Identification and seasonal variation of atmospheric organic pollutants in Campos dos Goytacazes, Brazil. **Atm. Environ.**, [s. l.], v. 36, p. 2383-2395, 2002.
- BAIRD, C.; MICHAEL, C. **Environmental Chemistry**. 5. ed. New York: W. H. Freeman and Company, 2012, 622 p.
- BELL, M. L. *et al.* The avoidable health effects of air pollution in three Latin American cities: Santiago, São Paulo, and Mexico City. **Environm. Res.**, [s. l.], v. 100, p. 431-440, 2006.
- BOWE, B. *et al.* Associations of ambient coarse particulate matter, nitrogen dioxide, and carbon monoxide with the risk of kidney disease: a cohort study. **Lancet Planet. Health**, [s. l.], v. 1; p. 267-276, 2017a.
- BOWE, B. *et al.* Particulate matter air pollution and the risk of incident ckd and progression to ESRD. **J. Am. Soc. Nephrol.**, [s. l.], n. 29, p. 218-230, 2017b.
- BOWE, B. *et al.* 2016 global and national burden of diabetes mellitus attributable to PM_{2.5} air pollution. **Lancet Planet. Health**, [s. l.], v. 2, p. 301-e312, 2018.
- CAETANO-SILVA, L. C. *et al.* An analysis of diurnal cycles in the mass of ambient aerosols derived from biomass burning and agro-industry. **J. Geophys. Res.**, [s. l.], v. 118, p. 8675-8687, 2013.
- CETESB - COMPANHIA AMBIENTAL DO ESTADO DE SÃO PAULO. **Padrões de qualidade do ar**. 2013. Disponível em: <https://cetesb.sp.gov.br/ar/padroes-de-qualidade-do-ar>. Acesso em: 1 mar. 2019.
- CETESB - COMPANHIA AMBIENTAL DO ESTADO DE SÃO PAULO. **Histórico**

2022. Disponível em: <https://cetesb.sp.gov.br/historico/>. Acesso em: 2 out. 2022.

CETESB - COMPANHIA AMBIENTAL DO ESTADO DE SÃO PAULO. **Boletim Mensal da Qualidade do Ar para o Estado de São Paulo**, [s. l.], ano 3, n. 1, jan. 2022. Disponível em: https://cetesb.sp.gov.br/ar/wp-content/uploads/sites/28/2022/02/Boletim-Mensal_Janeiro_2022.pdf. Acesso em: 1 mar. 2022.

COHEN, A. J. *et al.* Estimates and 25-year trends of the global burden of disease attributable to ambient airpollution: an analysis of data from the Global Burden of Diseases Study 2015. **Lancet Planet. Health**, [s. l.], v. 389, p. 1907-18, 2017.

COMPANHIA DE TECNOLOGIA DE SANEAMENTO AMBIENTAL. **Publicações e relatórios**. 2012. Disponível em: <http://www.cetesb.sp.gov.br/ar/qualidade-do-ar>. Acesso em: 26 jul. 2019.

CONAMA - CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE. **Resolução n. 491, de 19 de novembro de 2018**. Dispõe sobre padrões de qualidade do ar.

CONAMA - CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE. **Resolução nº 3, de 28 de junho de 1990**. Dispõe sobre padrões de qualidade do ar, previstos no PRONAR.

COSTA, M. A. P. M. *et al.* Efeitos das partículas totais em suspensão (PTS) na saúde da população dos bairros de Benfica, Bom Sucesso, Ramos e Manguinhos. **HYGEIA, Revista Brasileira de Geografia Médica e da Saúde**, Rio de Janeiro, p. 99-114, 2009.

DE ARAÚJO F. A. G. *et al.* Efeitos socioambientais causados pela queimada da cana-de-açúcar no município de Piracicaba. **Ver. Ciênc. Amb. On-Line**, [s. l.], 2008. Disponível em: <http://sistemas.ib.unicamp.br/be310/nova/index.php/be310/article/download/151/107>. Acesso em: 21 abr. 2020

FIELD, C. B. *et al.* **A special report of working groups I and II of the intergovernmental panel on climate change: glossary of terms**. Cambridge: Cambridge University Press, 2012.

GOUVEIA, N.; FLETCHER, T. Time series analysis of air pollution and mortality: effects by cause, age and socioeconomic status. **J. Epidemiol. Comm. Hlth.**, [s. l.], v. 54, p. 750-755, 2000.

GUSJAR, B. R. *et al.*, Human health risks in megacities due to air pollution. **Atmos. Environ.**, [s. l.], v. 44, p. 4606-4613, 2010.

GRANTZ, D. A.; GARNER, J. H. B.; JOHNSON, D. W. Ecological effects of

particulate matter. **Environ. Internat.**, [s. l.], v. 29, p. 213-239, 2003.

HATCH, C. D.; GRASSIAN, V. H. Applications of analytical techniques in laboratory studies of the chemical and climatic impacts of mineral dust aerosol in the Earth's atmosphere. **J. Environ. Monit.**, [s. l.], v. 10, p. 919-934, 2008.

IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Indicadores**. 2017. Disponível em: http://www.ibge.gov.br/home/mapa_site/mapa_site.php#populacao. Acesso em: 12 mai. 2019.

IPCC - INTERNATIONAL PANEL ON CLIMATE CHANGE. **Fourth assessment report "Climate Change 2007"**. Geneva, 2007. Disponível em: www.ipcc.ch. Acesso em: ago. 2018.

LELIEVELD, J. *et al.* The contribution of outdoor air pollution sources to premature mortality on a global scale. **Nature**, [s. l.], v. 525, p. 367-371, 2015.

LIN, C. A. *et al.* Air pollution and respiratory illness of children in São Paulo, Brazil. **Paediatric and Perinatal Epidemiology**, [s. l.], v. 13, n. 4, p. 475-488, 1999.

MALM, W. C. *et al.* Spatial and seasonal trends in particle concentration and optical extinction in the United States. **J. Geophys. Res.**, [s. l.], v. 99, p. 1347-1370, 1994.

MINISTÉRIO DA SAÚDE. **Pesquisa nacional de saúde: 2019: atenção primária à saúde e informações antropométricas**. Brasil: IBGE, 2020. 57 p. Disponível em: <https://biblioteca.ibge.gov.br/index.php/biblioteca-catalogo?view=detalhes&id=2101758>. Acesso em: 1 nov. 2020.

MMA - MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. **1º Diagnóstico da Rede de Monitoramento da Qualidade do Ar no Brasil**. Instituto de Energia e Meio Ambiente, 2014. 277 p. Disponível em: http://www.mma.gov.br/images/arquivo/80060/Diagnostico_Re_de_Monitoramento_da_Qualidade_do_Ar.pdf. Acesso: 1 mar. 2019.

OMS - ORGANIZAÇÃO MUNDIAL DA SAÚDE. **Ambient air pollution (external)**. 2021. Disponível: [https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/ambient-\(outdoor\)-air-quality-and-health](https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/ambient-(outdoor)-air-quality-and-health). Acesso em: 2 nov. 2021

OVADNAVEITE, J.; KVIETKUS, K.; MARSALKA, A. 2002 summer fires in Lithuania: impact on the Vilnius city air quality and the inhabitants health. **Sci. Total Environ.**, [s. l.], v. 356, p.11-21, 2006.

PARK, C. G. *et al.* Comparison of Mutagenic Activities of Various Ultra-Fine Particles. **Toxicol. Res.**, [s. l.], v. 34, n. 2, p. 163-172, 2018.

POPE III, C. A.; DOCKERY, D. W. Health effects of fine particulate air pollution: lines that connect. **J. Air & Waste Manage. Assoc.**, [s. l.], v. 56, p. 709-742, 2006.

PÖSCHL, U. *et al.* Rain forest aerosol nuclei of clouds in the Amazon. **Science**, [s. l.], v. 39, p. 1513-1516, 2010.

ROCHA, J. C.; ROSA, A. H.; CARDOSO, A. A. **Introdução à química ambiental**. Porto Alegre: Bookman, 2009.

SALDIVA, P. *et al.* Association between air pollution and mortality due to respiratory diseases in children in São Paulo, Brazil: a preliminary report. **Environ. Res.**, [s. l.], v. 65, p. 218-225, 1994.

USEPA, US. National Ambient Air Quality Standards for Particulate Matter. Final Rule. United States Environmental Protection Agency/40 CFR part 50. **Federal Register**, [s. l.], v. 62, n. 138, July 1997.

VORMITAG, E. M. P. A. *et al.*, **Monitoramento da Qualidade do Ar no Brasil**. São Paulo: Instituto Saúde e Sustentabilidade, 2014. 99 p.

Jogos de origem africana por meio da etnomatemática: o fanorona no contexto do Ensino Remoto Emergencial (ERE)

Edileusa Francisca da Silva¹

Anna Karla Silva do Nascimento²

Paulo Gonçalo Farias Gonçalves³

Introdução

Diante da complexidade que muitas vezes é associada a matemática por alunas/os, é comum que professoras/es busquem novas formas de melhorar a compreensão de conteúdos matemáticos. Essa situação se agravou com a necessidade de adaptação ao Ensino Remoto Emergencial (ERE), que veio como uma alternativa ao cenário pandêmico em decorrência da COVID-19.

Dentre os recursos com potencial para auxiliar na aprendizagem das/os estudantes, destacamos os jogos que podem se constituir como importantes ferramentas de ensino que, segundo Santos e Nascimento (2018), perpassam a função de entretenimento e permitem a adoção para fins educacionais.

Associados à Etnomatemática, que pode agregar princípios como o reconhecimento e a valorização de diferentes culturas no âmbito do processo de ensino e aprendizagem, o uso de jogos se coloca como um meio para a apresentação de conteúdos matemáticos em consonância com diversos elementos culturais de grupos sociais marginalizados.

Segundo a Base Nacional Comum Curricular (BNCC), a primeira

¹ Graduada no curso de Licenciatura Interdisciplinar em Ciências Naturais e Matemática da UFCA. Discente do curso de Licenciatura em Matemática da UFCA, campus Brejo Santo-CE. E-mail: edileusa.silva@aluno.ufca.edu.br

² Doutoranda em Ensino de Ciências e Matemática pela UFRN. Professora da UFCA, campus Brejo Santo-CE. E-mail: karla.nascimento@ufca.edu.br

³ Doutor em Educação pela UFRN. Professor da UFCA, campus Brejo Santo-CE. E-mail: paulo.goncalo@ufca.edu.br

competência específica da matemática no ensino fundamental é:

Reconhecer que a Matemática é uma ciência humana, fruto das necessidades e preocupações de diferentes culturas, em diferentes momentos históricos, e é uma ciência viva, que contribui para solucionar problemas científicos e tecnológicos e para alicerçar descobertas e construções, inclusive com impactos no mundo do trabalho (BRASIL, 2018, p. 267).

Diante desse quadro, o presente texto tem como objetivo apresentar uma possibilidade de utilização do jogo Fanorona para a aprendizagem de potenciação no contexto de Ensino Remoto Emergencial, inserindo a discussão em torno da Cultura e História Africana e Afro-brasileira.

A proposta de adaptação do jogo é resultado das ações de um projeto de extensão “Jogos de Origem Africana e Educação Matemática: Um olhar Etnomatemático”, vinculado à Pró-Reitoria de Extensão (PROEX) da Universidade Federal do Cariri (UFCA), e teve como objetivo trabalhar jogos de origem africana com aporte da Etnomatemática em escolas públicas, funcionando como uma estratégia para a implementação da Lei 10.639 de 2003. Esta legislação torna obrigatório o ensino de História e Cultura Africana e Afro-brasileira em sala de aula, sendo um importante dispositivo legal para o combate ao racismo no *lócus* escolar.

Inicialmente, iremos debater o conceito de Etnomatemática e a sua importância para o resgate cultural; em seguida, a Lei 10.639/2003 e a sua relevância na construção de uma educação antirracista; e o uso de jogos, sob o aporte da Etnomatemática, como meio de aplicação da Lei 10.639/2003. Por fim, nos debruçaremos sobre o jogo Fanorona e a adaptação proposta para o ensino e aprendizagem do conteúdo de potenciação no componente curricular de matemática.

A Etnomatemática e sua importância para o resgate cultural

Partindo do pressuposto de trazer as contribuições de diversos grupos para com o fazer matemático, surge o Programa Etnomatemática que, segundo D’Ambrosio (2009, p.17), tem como grande motivador “[...] procurar entender o saber/fazer matemático ao longo da história da humanidade, contextualizado em diferentes grupos de interesse, comunidades, povos e nações”. Diante

disso, percebemos como o Programa Etnomatemática possui um caráter de resgate do saber de diferentes grupos. Segundo o mesmo autor, a definição de Etnomatemática é muito complexa, desta forma prefere apresentar uma compreensão do termo a partir de sua etimologia, conforme explicado a seguir:

A palavra etnomatemática, como eu a concebo, é composta de três raízes: etno, e por etno entendo os diversos ambientes (o social, o cultural, a natureza, e tudo mais); matema significando explicar, entender, ensinar, lidar com; tica, que lembra a palavra grega *techné*, que se refere a artes, técnicas, maneiras. Portanto, sintetizando essas três raízes, temos etno+matema+tica, ou etnomatemática, que, portanto, significa o conjunto de artes, técnicas de explicar e de entender, de lidar com o ambiente social, cultural e natural, desenvolvido por distintos grupos culturais (D'AMBROSIO, 2008, p. 2).

Perante o exposto por D'Ambrosio (2008), a Etnomatemática está associada aos modos e técnicas de como é interpretado o meio social em que diferentes grupos estão inseridos. Com isso, o Programa Etnomatemática apresenta uma perspectiva de como interagir a teoria e a prática de todas as áreas de conhecimento, com especial atenção nas práticas matemáticas no cotidiano (D'AMBROSIO, 2018; 2020). É importante enfatizar que na concepção de D'Ambrosio, a Etnomatemática não veio para substituir a matemática acadêmica, mas se tornar uma forma de complementar, inserindo outros fazeres matemáticos (D'AMBROSIO, 2009). Possibilitando ainda, um caminho de reformular uma estrutura hierarquizada e padronizada, que foi construída para que pessoas/grupos que não se enquadrem no padrão sejam desvalorizadas/os até que suas culturas/tradições/costumes sejam perdidas/os. As ideias do Programa Etnomatemática perpassam uma visão de mundo unilateral em que se naturaliza uma estrutura que reprime. Com isso, se dá a necessidade de reconhecimento de grupos desvalorizados, que emergem de forma enfraquecida em decorrência do desconhecimento sobre suas raízes culturais.

D'Ambrosio (2009) afirma que a melhor estratégia de dominação do colonizador sobre o colonizado é enfraquecer essas raízes e remover sua história. Isso implica em dizer que tal modo de agir do colonizador (também aplicado no Brasil e que resultou no extermínio de culturas e no genocídio de diferentes povos originais), se constitui como uma forma de reafirmar a falsa supremacia de um grupo perante o outro. Ao invisibilizar os valores culturais e históricos de um

grupo, este tende a se rejeitar e negar seus valores culturais, buscando assumir os novos valores pertencentes a grupos sociais visibilizados e valorizados pela sociedade (SILVA, 2004), esta negação tende a ser um mecanismo de defesa inconsciente, sendo uma forma de resolver os conflitos emocionais gerados por repressão (KILOMBA, 2019) e relacionados a ausência de imagens positivas.

A matemática em sala de aula tem sido muitas vezes tida como campo neutro, porém essa neutralidade serve apenas para mascarar a perpetuação de um único saber eurocêntrico (TAMAYO-OSORIO, 2017), em que outros são ignorados e conseqüentemente excluídos (D'AMBROSIO, 2005), fugindo da realidade de muitas/os estudantes, isto tem sido empecilho para a aprendizagem de alunas/os. Diante disso, como a educação é um campo fértil, pode se tornar facilmente uma ferramenta de manutenção de uma estrutura de poder (CRUZ; BARBOSA, 2021), com isso, partimos para necessidade de enfrentamento dessa estrutura.

Assim, o Programa Etnomatemática pode se apresentar como uma ferramenta de inserção do fazer matemático de outros grupos, por exemplo, africanas/os e afro-brasileiras/os. Grupos estes que têm sido tratados como minorias e excluídos da história brasileira, suas contribuições têm sido reduzidas apenas ao papel de escravizadas/os e essa imagem tem sido propagada na sala de aula, junto com outros estereótipos que contribuem para o racismo na sociedade. Os estereótipos são configurações simplificadas formadas para designar determinado grupo social (FLEURI, 2006). Destarte, temos a Lei 10.639 de 2003 como uma forma de superação do racismo em sala de aula.

Para que suceda a inserção da temática História e Cultura Africana e Afro-brasileira, é promulgada no dia 9 de janeiro de 2003, em decorrência das demandas do Movimento Negro Brasileiro, a Lei 10.639, que torna obrigatório o ensino da História e Cultura Africana e Afro-brasileira na educação brasileira (BRASIL, 2003). Além da legislação, no ano de 2004, são instituídas, por meio da resolução nº 1 de 17 de junho 2004, as Diretrizes Curriculares Nacionais para a Educação das Relações Étnico-Raciais e para o Ensino de História e Cultura Afro-Brasileira e Africana (DCNs para as Relações Étnico-raciais), que têm como principal finalidade promover relações etnicorraciais positivas, bem como a consciência de uma sociedade multicultural e uma nação realmente democrática (BRASIL, 2004). De acordo como Gomes (2019, p. 237-238), quanto a Lei 10.639/2003:

As mudanças provocadas por essa alteração da LDB nos sistemas de ensino, desde 2003, são várias. Mesmo que tenhamos ainda muitas resistências de instituições educativas na implementação da lei, é fato que, a partir da institucionalização da temática como política educacional de Estado, essa tem possibilitado desdobramentos políticos e pedagógicos nas educações básica e superior [...] então, os currículos sendo questionados, alterados e tensionados pela transformação em lei de uma das mais antigas reivindicações do Movimento Negro Brasileiro (GOMES, 2019, p. 237-238).

De acordo com Gomes (2019), podemos entender que a implementação da Lei 10.639 de 2003, representa um grande marco para a educação antirracista, se tornando mais do que uma legislação, passando a assumir o papel de regulamentação, ao mesmo tempo que se torna uma forma de conforto. Temos com a Lei, a garantia de que a escola é obrigada a buscar dialogar com a Cultura e História Africana e Afro-brasileira, visto que os conflitos etnicorraciais tendem a gerar falta de motivação em alunas/os negras/os (PEREIRA; JUNIOR, 2015), fazendo assim, a necessidade desse debate.

O segundo parágrafo do artigo primeiro da Lei traz que a temática deve ser trabalhada em todo currículo escolar, porém, devido ao texto apresentar apenas os nomes das áreas de Educação Artística, Literatura e História Brasileira, muitas/os professoras/es acreditam que não seja obrigatório o cumprimento da lei na área de matemática. Destacamos que no texto da Lei é possível encontrarmos a frase “[...] em especial nas áreas de Educação Artística e de Literatura e História Brasileiras [...]” (BRASIL, 2003, s/p.), o que não exige a necessidade e o potencial da temática perpassar todo o currículo. Essa ideia é reforçada pelas DCNs para as Relações Étnico-raciais que apresentam soluções para se trabalhar a Lei 10.639 de 2003 em diferentes áreas. Elas trazem a Etnomatemática como uma das formas de se trabalhar a Lei 10.639/2003 na Educação Matemática: “[...] em Matemática, contribuições de raiz africana, identificadas e descritas pela Etno-Matemática [...]” (BRASIL, 2004, p. 24). Dessa forma, a Etnomatemática se torna uma das ferramentas de enfrentamento ao racismo na Educação Matemática.

Uma das maneiras de utilizar o Programa Etnomatemática para a implementação da Lei 10.639 de 2003 nas aulas de matemática é o estudo de jogos de origem africana, pois esse material pode se constituir com um meio dinâmico de se conhecer a história de países africanos, bem como aprender

conteúdos matemáticos durante sua execução. Segundo Barros e Angelim (2017, p. 453), “[...] o jogo é um importante estimulante e socializante, é essencial para a aprendizagem e diversão ajudam muito no desenvolvimento de capacidades, conhecimentos, atitudes, bem como de habilidades cognitivas e sociais”. Um jogo tem uma enorme carga informativa e faz com que a atenção e o interesse da/o aluna/o sejam mantidos (FALKEMBACH, 2006), além disso permite uma maior interação entre professoras/es e alunas/os.

Os jogos, quando bem orientados, podem despertar o interesse das/os estudantes para a matemática, ainda que não sejam usados com muita frequência por professoras/es (MENDES, 2009). Para muitas/os alunas/os, o conhecimento matemático é visto como algo pronto, de forma que somente pessoas muito inteligentes conseguem aprender, as atividades lúdicas podem facilitar a aprendizagem da matemática (SANTOS; SANTOS; LIMA, 2020). Assim, ao utilizarmos materiais didáticos, como os jogos, temos a oportunidade de mostrar o processo de construção do conhecimento matemático e que este é algo inacabado.

Quanto à inserção da Cultura e História Africana e Afro-brasileira, esta foi/é desvalorizada a muito tempo na educação (SANTOS; OLIVEIRA; OLIVEIRA, 2020). Além disso, muitas professoras/es acreditam que há muitas dificuldades para inserção da temática nas aulas de matemática, diante disso, os jogos de origem africana podem ser utilizados como um instrumento para implementação da Lei 10.639 de 2003 (PEREIRA; JÚNIOR, 2015). Apesar de existir uma grande diversidade de jogos de origem africana, estes são pouco divulgados e muitas vezes não são trabalhados em sala de aula (SILVA, 2018), o que proporciona o desconhecimento deste instrumento de implementação da Lei 10.639/2003.

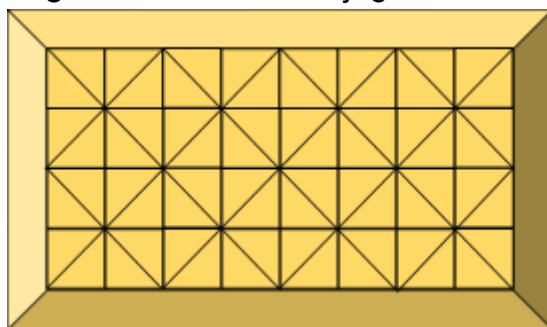
Deve-se considerar que os jogos fazem uma associação entre conhecimento e atividade lúdica (BELTRÃO *et al.* 2017), sendo uma oportunidade de debate, em decorrência de seu caráter descontraído e por ser uma atividade prazerosa, tornando o tema mais fácil de ser discutido.

Findada a discussão sobre alguns aspectos teóricos, a próxima seção terá como enfoque o jogo Fanorona, evidenciando seus aspectos históricos, suas regras e as adaptações propostas para o seu uso enquanto recurso didático no ensino e aprendizagem de Matemática.

O Jogo Fanorona

Tradicional em Madagascar, o Fanorona era utilizado normalmente por pastores de ovelhas, mas se tornou muito comum entre todas/os as/os habitantes de Madagascar, de forma que pode-se encontrar pessoas o jogando em diversos lugares na Ilha, desde universidades a casas de simples camponeses (SCHADD *et al.*, 2008). Ele é um jogo de tabuleiro que pode ter derivado do “Alquerque” (SCHADD *et al.*, 2008), pois seu tabuleiro aparenta ser a união de dois tabuleiros do jogo (PRITCHARD, 1994); ele é composto por quarenta e cinco casas, formadas pela interseção de nove linhas verticais e cinco horizontais, interligadas por dez linhas diagonais. Jogado por dois participantes (Figura 1), em que cada uma/um possui um total de 22 peças, o Fanorona tem como principal objetivo a captura de todas as peças das/os adversários/as. Seu nome vem de *fano*, uma árvore da qual são retiradas sementes para serem utilizadas como peças no jogo (SILVA, 2011).

Figura 1 - Tabuleiro do jogo Fanorona



Fonte: As/os autoras/es (2021).

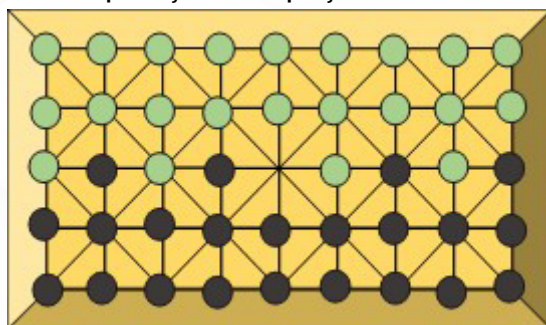
Há diversas lendas e histórias atreladas ao jogo, dentre elas se destaca uma história encontrada sobre um Rei chamado *Andriantompokoindindra*, que estava em guerra com reinos vizinhos e enviou mensagens para seus filhos que estavam encarregados das guerras com estas cidades, pedindo para que viessem imediatamente com seus soldados para combater o inimigo. Seus filhos mais novos o ouviram, porém um de seus filhos, *Andriantompoko* estava jogando uma difícil partida de Fanorona e chegou atrasado ao encontro de seu pai, que já havia sido derrotado por seu inimigo. Naquele dia, o Rei e os anciãos do povo resolveram que *Andriantompoko* e seus descendentes não poderiam mais governar o reino (MONTGOMERY, 1886).

As regras do jogo possuem algumas peculiaridades em comparação com

outros jogos de tabuleiro, estas serão enumeradas a seguir:

1. As peças do jogo ficam dispostas de acordo com a figura 2.

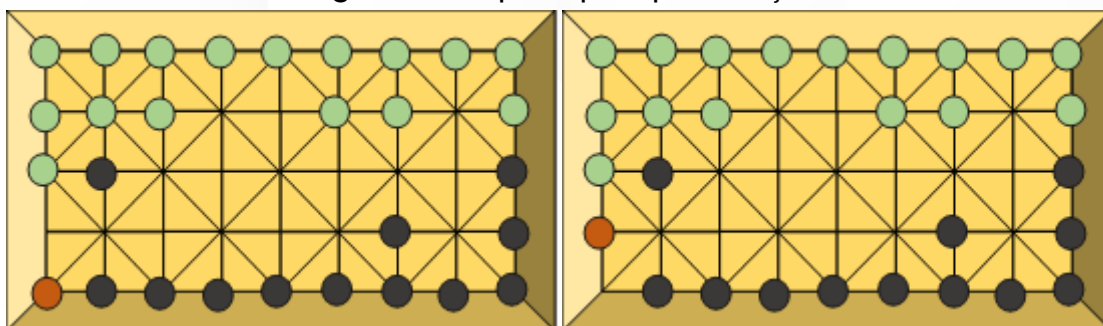
Figura 2 – Disposição das peças no tabuleiro do jogo



Fonte: As/os autoras/es (2021).

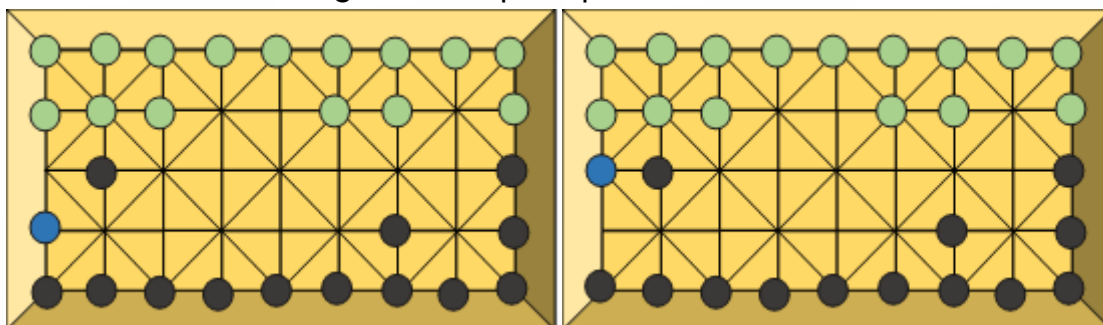
- A partida do jogo inicia com a/o participante que possuir as peças mais claras.
- Para realizar a captura, se possui dois tipos: por aproximação e afastamento, respectivamente, a primeira representada pela figura 3 ocorre quando se desloca para uma casa vazia próxima a uma peça adversária na linha adjacente e a segunda (mostrada na figura 4) ocorre quando uma peça se afasta de uma peça adversária na casa adjacente. No primeiro caso, a captura ocorre na mesma linha e direção em que a peça se desloca; e, no segundo caso, a captura ocorre na mesma linha, porém em direção contrária na qual a peça se movimentou. Caso não haja nenhuma casa vazia entre as peças adversárias ocorre a captura múltipla em que todas as peças serão capturadas.

Figura 3 – Captura por aproximação



Fonte: As/os autoras/es (2021).

Figura 4 – Captura por afastamento



Fonte: As/os autoras/es (2021).

- O jogo termina quando todas as peças da/o adversário forem capturadas ou caso a/o adversária/o não possa se mover.

Diferente de outros jogos de tabuleiro, com por exemplo o jogo de damas, as peças não podem saltar sobre outras, assim, somente pode ocorrer a captura por meio do método de aproximação ou afastamento se movendo somente por espaços vazios. O deslocamento do jogo ocorre ao longo das linhas do tabuleiro, sejam elas horizontais, verticais ou diagonais. Outra regra importante é que, caso seja realizado um movimento, deve-se capturar uma peça se puder, se não ocorrer a captura a/o adversário pode capturar essa peça. Passada a apresentação do jogo, sua história e suas regras, iremos discutir agora sua adaptação para a inserção do conteúdo de potenciação e para que seja utilizado no Ensino Remoto.

Adaptação do jogo Fanorona

Em decorrência da pandemia ocasionada pela COVID-19, tivemos que nos adequar à nova realidade: as formas de estudar, trabalhar e viver mudaram (MORETTI; GUERDES-NETA; BATISTA, 2020). A educação brasileira precisou adaptar-se, o que culminou na adoção do Ensino Remoto Emergencial (ERE). O que antes acontecia presencialmente, passou a ocorrer por meio de plataformas virtuais, para manter o distanciamento social, como medida de prevenção a COVID-19. Diante disso, adaptou-se o jogo Fanorona, para que o público que estava/está em isolamento social possa ter um contato com ele sem necessariamente possuir uma versão física.

Há diversas possibilidades matemáticas para se trabalhar com o jogo Fanorona, como a geometria presente em seu tabuleiro e suas peças e o trabalho com probabilidade em suas jogadas, porém escolhemos adaptar o jogo para ser tratado um conteúdo que muitas/os estudantes do ensino fundamental e médio apresentam dificuldades: potenciação.

Segundo a BNCC, o conteúdo de potenciação deve ser trabalhado durante o 6º e 8º ano do ensino fundamental na unidade temática sobre números (BRASIL, 2018). No ensino médio, o conteúdo é mostrado de forma mais aplicada, sendo utilizado principalmente no conteúdo de funções e matemática financeira. Infelizmente, a potenciação tende a ser um tema em que muitos/os estudantes apresentam dificuldades, é muito comum que alunas/os multipliquem a base pelo expoente nas operações que envolvem potenciação e isso pode estar associado à falta de atenção (MOREIRA; JELINEK, 2019), percebendo esta dificuldade, resolvemos adaptar o jogo Fanorona para melhorar a aprendizagem do mesmo, ao mesmo tempo que inserimos a cultura e história existente no jogo.

Uma das adaptações feitas no jogo Fanorona foi a confecção de cartões com perguntas referentes a potenciação (Figura 5). Esses cartões somente devem ser utilizados em caso de capturas por afastamento ou capturas múltiplas. Outra adaptação é quando as/os jogadoras/es decidem quem vai iniciar a partida, diferenciando das regras originais em que a/o participante que inicia é aquela/e que possuir as peças mais claras, nas modificações realizadas deve-se iniciar pelo método que desejar (cara ou coroa, zero ou um etc.).

Figura 5 - Modelo de cartão utilizado na adaptação do Jogo Fanorona



Fonte: As/os autoras/es (2021).

As seguintes plataformas foram utilizadas: Google Meet e Gmail para

diálogo da equipe, Google Documentos para escrita dos roteiros dos vídeos, Google Acadêmico para a busca por referenciais teóricos, Google Tradutor para a tradução de alguns textos, a plataforma de design gráfico Canva para edição/confecção dos vídeos. O aplicativo Audacity para edição dos áudios que foram utilizados para narração dos vídeos, Google Drive para compartilhamentos de arquivos entre a equipe do projeto e Youtube para publicação dos vídeos.

O uso destas plataformas foi fundamental para a confecção dos vídeos, visto que sem elas a equipe não teria como manter um contato remoto. Como o trabalho ocorreu inteiramente de maneira virtual, passamos por problemas técnicos como queda de internet, plataformas e computadores travando, ausência de informações de alguns jogos, dificuldades em encontrar imagens e músicas sem direitos autorais para a construção dos vídeos e na tradução de textos encontrados em outros idiomas, visto que a plataforma traduzia, mas com erros de concordância, o que dificultava a compreensão do texto e demandava muito tempo para a interpretação.

A busca pelos jogos e, em seguida, a procura por informações sobre o Fanorona, proporcionou uma experiência satisfatória ao pesquisar mais sobre a história e cultura do jogo, a investigação por informações sobre o Fanorona trouxe uma experiência nova ao encontrar textos em idiomas diferentes, foram encontrados em inglês, espanhol e francês.

Considerações Finais

É muito importante a efetivação da aplicação da Lei 10.639 de 2003 na educação, sobretudo na Educação Matemática, para que haja a inserção de um debate sobre diversidade no *lócus* escolar, bem como para a construção de uma educação antirracista. O uso de jogos didáticos, especialmente de origem africana, contribui para a construção de uma educação que considera todas as participações. Eles proporcionam a possibilidade de novas estratégias para professoras/es tentarem melhorar a aprendizagem de matemática.

Atrelados a Etnomatemática, o uso desses materiais representa uma forma de resistência de culturas que estão sendo minimizadas por uma estrutura que tenta apagar da história a participação de grupos tidos como minorias. Nesse

sentido, quando trabalhamos tal temática estamos dando voz e buscando uma educação que valoriza estes grupos socioculturais, ao invés de minimizá-los e desprezá-los.

Este trabalho trouxe uma proposta de utilização do jogo Fanorona como forma de implementar a Lei 10.639 de 2003 e de aprender o conteúdo de potenciação. Se tornando uma ferramenta para se adaptar ao ERE, ao mesmo tempo que representa uma estratégia de debate em torno de culturas e de aprendizagem matemática. Com o jogo, se abre a possibilidade não somente de aulas direcionadas a inserção da Cultura e História Africana e Afro-brasileira, mas também pode levar alunas/os a conhecer mais sobre a história e cultura desse grupo, bem como pesquisar mais sobre o fazer matemático presente nessa cultura.

Referências

BARROS, Marcelo Lopes Leão; ANGELIM, Clenilson Panta. O uso dos jogos no ensino da matemática. **ID on line Revista de Psicologia**, [s. l.], v. 12, n. 39, p. 452-458, 2018.

BELTRÃO, Isabel do Socorro Lobato *et al.* Jogos matemáticos e suas possibilidades pedagógicas para o ensino das operações com números naturais. **Revista de Educação, Ciências e Matemática**, [s. l.], v. 7, n. 3, p.118-132, set./dez. 2017.

BRASIL. Ministério da Educação. **Base Nacional Comum Curricular (BNCC)**. Brasília, DF, 2018. Disponível em: http://basenacionalcomum.mec.gov.br/images/BNCC_EI_EF_110518_versaofinal_site.pdf. Acesso em: 15 out. 2020.

BRASIL. Presidência da República. Casa Civil. **Lei nº 10.639**. Publicada em 09 de janeiro de 2003.

BRASIL. Ministério da Educação/Secad. **Diretrizes curriculares nacionais para a educação das relações étnico-raciais e para o ensino de história e cultura afro-brasileira e africana na educação básica**. 2004.

CRUZ, Walter Valentino; BARBOSA, Alessandro Tomaz. A Etnomatemática e o pensamento decolonial. *In*: SEMINÁRIO TEMÁTICO INTERNACIONAL, 19., 2021, Osasco. **Anais [...]**. Osasco: GHEMAT-Brasil, 2021, p. 1-13. Disponível em: <http://anais.ghemat-brasil.com.br/index.php/STI/article/view/58/102>. Acesso em: 10 set. 2021.

D'AMBROSIO, Ubiratan. Sociedade, cultura, matemática e seu ensino. **Educação e Pesquisa**, [s. l.], v. 31, n. 1, p. 99-120, jan./abr. 2005.

D'AMBROSIO, Ubiratan. O Programa Etnomatemática: uma síntese/The Ethnomathematics Program: A summary. **Acta Scientiae**, [s. l.], v. 10, n. 1, p. 07-16, 2008.

D'AMBROSIO, Ubiratan. **Etnomatemática – elo entre as tradições e a modernidade**. 3. ed. Belo Horizonte: Autêntica Editora, 2009.

D'AMBROSIO, UBIRATAN. Etnomatemática, justiça social e sustentabilidade. **Estudos avançados**, [s. l.], v. 32, p. 189-204, 2018.

D'AMBROSIO, Ubiratan. Sobre las propuestas curriculares STEM y STEAM y el programa de Etnomatemática. **Revista Paradigma**, [s. l.], v. 41, p. 151-167, 2020.

FALKEMBACH, Gilse A. Morgental. **O lúdico e os jogos educacionais**. CINTED-Centro Interdisciplinar de Novas Tecnologias na Educação, UFRGS, 2006. Disponível em: http://penta3.ufrgs.br/midiasedu/modulo13/etapa1/leituras/arquivos/Leitura_1.pdf Acesso em: 11 abr. 2023.

FLEURI, Reinaldo Matias. Políticas da diferença: para além dos estereótipos na prática educacional. **Educação & Sociedade**, [s. l.], v. 27, n. 95, p. 495-520, maio/ago. 2006.

GOMES, Nilma Lino. O movimento Negro e a intelectualidade negra descolonizando os currículos. In: BERNARDINO-COSTA, Joaze; MALDONADO-TORRES, Nelson; GROSFUGUEL, Ramón (orgs.). **Decolonialidade e pensamento afrodiáspórico**. Belo Horizonte: Autêntica Editora, 2019. p. 223-246.

KILOMBA, Grada. **Memórias da plantação**: episódios de racismo cotidiano. Tradução de Jess Oliveira. Rio de Janeiro: Cobogó, 2019.

MENDES, Iran Abreu. **Matemática e investigação em sala de aula**: Tecendo redes cognitivas na aprendizagem. Ed. rev. e aum. São Paulo: Editora Livraria da Física, 2009.

MONTGOMERY, W. The Malagasy Game of Fanorona. **The Antananarivo Annual and Madagascar Magazine**, [s. l.], v. 10, n.43, p. 148–156, 1886.

MORETTI, Sarah de Andrade; GUEDES-NETA, Maria de Lourdes; BATISTA, Eraldo Carlos. Nossas Vidas em Meio à Pandemia da COVID-19: Incertezas e Medos Sociais. **Revista Enfermagem e Saúde Coletiva-REV ESC**, [s. l.], v. 5, n. 1, p. 32-41, 2020.

MOREIRA, Andrisa; JELINEK, Karin Ritter. A geometria como ferramenta na compreensão do cálculo de potências. **Revista Educação em Debate**, [s. l.], v. 41, n. 79, 2019.

PEREIRA, Rinaldo Pevidor; JUNIOR, Henrique Cunha. O jogo africano Mancala e suas potencialidades no campo da Educação Matemática, História, Cultura Africana e Afro-brasileira. *In: OLIVEIRA, Alexsandra Flávia Bezerra de et al.* (org.). **Artefatos da Cultura Negra: Formação de professores para a educação, cultura, história Africana e Afrodescendente**, v. 3. Curitiba, PR: CRV, 2015, p.131-144.

PRITCHARD, David Brine. **The family book of games**. Brockhampton Press, 1994.

SANTOS, Luiz Eduardo da Silva; NASCIMENTO, Anna Karla Silva do. Jogos africanos e o ensino de polinômios: uma experiência extensionista com o jogo dara algébrico. **Revista Conexão UEPG**, [s. l.], v. 14, n. 2, p. 283-290, 2018.

SANTOS, Anderson Oramisio; OLIVEIRA, Camila Rezende; OLIVEIRA, Guilherme Saramago de. Os jogos da família mancala do ensino de matemática nos primeiros anos do ensino fundamental: origens, contextos e aplicações. **Itinerarius Reflectionis**, [s. l.], v. 16, n. 2, p. 01-19, 2020.

SANTOS, Cicera dos; SANTOS, Dalva Pereira dos; DE LIMA, Mariluce Aparecida. A Importância da Atividade Lúdica na Educação Matemática. **Revista Psicologia & Saberes**, [s. l.], v. 9, n. 14, p. 79-87, 2020.

SCHADD, Maarten P. D. *et al.* Best play in Fanorona leads to draw. **New Mathematics and Natural Computation**, [s. l.], v. 4, n. 3, p. 369-387, 2008.

SILVA, Ana Célia da. A Desconstrução da Discriminação no Livro Didático. *In: MUNANGA, Kabengele* (org.). **Superando o Racismo na escola**. 2. ed. Brasília: Ministério da Educação, Secretaria de Educação Continuada, Alfabetização e Diversidade, 2005, p. 21-38.

SILVA, Elizabeth de Jesus da. **Um caminho para a África são as sementes: histórias sobre o corpo e os jogos africanos mancala na aprendizagem da educação das relações étnico-raciais**. 2011. 165 f. Dissertação (Mestrado em educação) - Universidade Federal da Bahia, Faculdade de Educação, Salvador, 2011.

SILVA, Elizabeth de Jesus da. Desafios para o ensino da cultura e história da África: experiências com jogos africanos em escolas públicas. **Novos olhares sociais**, [s. l.], v. 1, n. 1, p. 186-212, 2018.

TAMAYO-OSORIO, Carolina. A colonialidade do saber: Um olhar desde a Educação Matemática. **Revista Latinoamericana de Etnomatemática Perspectivas Socioculturales de la Educación Matemática**, [s. l.], v. 10, n. 3, p. 39-58, out. 2017.

Resolução de problemas: uma proposta de metodologia para o ensino dos conceitos de máximos e mínimos da função polinomial do segundo grau

Jose Werverton da Silva Santos¹

Wilter Freitas Ibiapina²

Rochelande Felipe Rodrigues³

Introdução

Ao longo de muitos anos, o processo de ensino da Matemática tem sido alvo de grandes e constantes trabalhos que visam mostrar a existência de outras metodologias que possam melhorar, de maneira geral, esse processo de ensino e aprendizagem da Matemática. O conhecimento matemático é muito importante não só para solucionar os diferentes problemas do cotidiano, mas também por poder proporcionar o desenvolvimento intelectual e pessoal do ser humano, o que contribui para sua boa formação como cidadão.

Entretanto, perceber-se que em muitas escolas há alunos que apresentam dificuldades para aprender -Matemática, além disso, segundo Lima e Freitas (2014, p.85), “essa disciplina é, provavelmente, a mais repudiada pela maioria dos estudantes”. Para Alves (2018), o fracasso na aprendizagem dos conteúdos de Matemática se dá pela falta de conhecimentos básicos dos alunos, necessários para compreensão de novos conteúdos e isso é motivado por alguns problemas como a própria falta de interesse deles por essa disciplina.

Um dos conteúdos em que os alunos têm dificuldades de aprendizagem é o de máximos e mínimos de uma função polinomial do segundo grau, bastante

¹ Licenciado em Interdisciplinar em Ciências Naturais e Matemática (UFCA), josewevertondasilva@hotmail.com

² Doutor em Educação Matemática e Tecnológica (UFPE), docente curso de Matemática – UFPI, wilter.ibiapina@ufpi.edu.br

³ Doutor em Ensino de Ciências e Matemática (UFRPE), docente do curso de Matemática - UFCA, rochelanderodrigues@ufca.edu.br

presente no dia a dia em problemas de diferentes segmentos, por exemplo, na agricultura, na economia e indústria. De acordo com Schebeliski e Trobia (2016), a principal dificuldade de aprendizagem desse conteúdo está na forma de como este está sendo trabalhado pelos professores, pois ainda existem professores presos a métodos tradicionais de ensino.

Nesse contexto, surge a Resolução de Problemas como uma proposta de ensino da Matemática em sala de aula, podendo ser utilizada para se abordar o assunto de máximos e mínimos de funções polinomiais do segundo grau, uma vez que ela é capaz de favorecer uma mudança na prática de ensino pelo docente que resulte numa maior aprendizagem e aquisição de conhecimentos por partes dos alunos.

Assim, tem-se a seguinte pergunta: Quais as contribuições da Resolução de Problemas durante o processo de ensino e aprendizagem dos alunos do 9º ano do Ensino Fundamental, de modo a promover a construção dos conceitos sobre máximos e mínimos de uma função polinomial do segundo grau?

A escolha desse conteúdo e da turma pesquisada se deu pelo fato de esses alunos já terem estudado o assunto de funções polinomiais do segundo grau, o que possibilitaria a eles a ampliação da aprendizagem de tópicos mais específicos como o abordado nessa pesquisa.

Portanto, pretendendo verificar a possibilidade da utilização da Resolução de Problemas como recurso metodológico durante o estudo de máximos e mínimos da função polinomial do segundo grau na turma do 9º ano da escola de ensino fundamental Nossa Senhora da Conceição, situada no município de Porteiras – CE, foram traçados os seguintes objetivos: elaborar e aplicar uma sequência de atividades de modo a abordar a Resolução de problemas no estudo de máximos e mínimos da função polinomial do segundo grau; Investigar as dificuldades dos alunos durante as atividades, bem como identificar as contribuições e limitações da Resolução de Problemas referentes à abordagem desse conteúdo.

Máximos e Mínimos da Função Polinomial do Segundo Grau: um estudo a partir da Resolução de Problemas

RESOLUÇÃO DE PROBLEMAS

De acordo com Brasil (1998), dentre os vários objetivos que o Ensino Fundamental deve proporcionar aos alunos, destaca-se a relevância de que os mesmos sejam capazes de, a partir de problemas do cotidiano, buscar formas de enfrentá-los, fazendo uso do raciocínio lógico e de suas capacidades de investigação e de verificação da validação do processo de resolução utilizado.

Dante (2011) afirma que um problema pode ser visto como um determinado obstáculo em que se busca a sua superação, objetivando sua resolução, sendo necessário um pensamento inteligente da pessoa envolvida nesse processo. Ele acrescenta que a complexidade do problema pode variar de pessoa para pessoa e isso vai depender do contexto que ele está inserido, ou seja, o que pode ser considerado um problema para um indivíduo pode não ser para o outro.

No que se refere ao termo “Resolução de Problemas”, Dante (2011) diz ser uma das tendências metodológicas da Educação Matemática que visa, através de etapas, métodos e formas, facilitar, motivar e melhorar o processo de ensino e aprendizagem da Matemática. Também, segundo Mendes (2008, p. 34), a Resolução de Problemas “pode contribuir na preparação de um aluno autônomo, consciente das possibilidades criativas que a Matemática lhe oferece, bem como das suas ações como cidadão”. Além disso, favorece para que o estudante desenvolva o seu raciocínio lógico e sinta-se mais motivado no enfrentamento de novas situações, o que lhe dá a oportunidade de se envolver com as aplicações da Matemática, e isso contribui para sua aprendizagem.

Polya (2006) traz algumas orientações para trabalhar a Resolução de Problemas na escola. Ele divide o processo de resolução de um problema em quatro fases, sendo a primeira, a compreensão do problema. Nessa fase, o aluno deve se atentar para perceber a relação existente entre a incógnita e os dados, para que possa ter uma noção de como resolver o problema. Na segunda etapa, o aluno deverá estabelecer uma estratégia para a resolução do problema. Para isso, pode retomar a problemas parecidos, teoremas ou outras possibilidades que possam auxiliar na resolução do problema. Na terceira etapa, deve-se executar o plano

elaborado. Nessa fase é possível verificar cada etapa realizada para a execução do plano e assim ter a certeza de que está no caminho certo da sua resolução. Por fim, na quarta e última fase, o autor traz a importância do retrospecto da resolução em sua totalidade. Nela, o aluno poderá fazer uma reflexão de tudo o que foi feito nas etapas anteriores e tirar conclusões, tais como perceber a existência de outras formas de resolver o mesmo problema e se o resultado obtido estará de acordo com o contexto trazido pelo enunciado do problema.

Huanca e Onuchic (2011) também trazem outras dicas, em que a partir de um problema gerador, elaborado ou selecionado pelo professor, deve-se buscar no aluno a construção de novos saberes mediante seus conhecimentos prévios. Depois disso, formar grupos a fim de que todos seus integrantes possam se empenhar na resolução do problema de modo a atuarem de forma colaborativa. Depois de lido e entendido o enunciado do problema, parte-se então para a sua resolução. Os envolvidos nesse processo deverão compartilhar suas ideias e discutir as possíveis maneiras de obterem sucesso na resolução do problema. É nessa etapa que o professor terá o importante papel de observar e incentivar cada grupo.

Logo depois, chegando à resolução do problema, um representante de cada grupo deve registrar no quadro a maneira utilizada para se chegar à solução do problema, de forma a proporcionar uma discussão entre as equipes sobre os caminhos feitos. Em seguida, na busca pelo consenso, deve-se definir qual das equipes chegou ao resultado considerado correto. E por último, vem a formalização do conteúdo, em que o professor faz uma abordagem sobre o assunto trabalhado, obedecendo à linguagem Matemática.

Atividades em grupo

A metodologia de Resolução de Problemas permite que o professor trabalhe com grupos de alunos, e isso é importante, pois conforme Oliveira (2011), promove a interação entre os indivíduos, desempenhando uma forte contribuição para a construção do ser humano, uma vez que, através dessas relações entre pessoas diferentes, o indivíduo acaba interiorizando as formas culturais que se estabelecem no funcionamento psicológico. Além disso, o ser humano não se desenvolve em sua plenitude sem a ajuda de outros seres da mesma espécie. Por isso, ela aponta para a importância do processo de ensino na

escola, destacando que a interação entre os alunos pode ser capaz de provocar interferências positivas no processo de desenvolvimento deles.

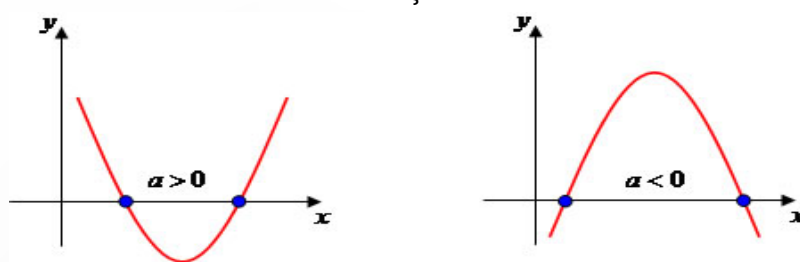
Máximos e mínimos da função polinomial do segundo grau

As funções Matemáticas estão presentes no cotidiano e com várias aplicações “na ciência e nas mais variadas atividades humanas, as funções são usadas para descrever e estudar a relação existente entre grandezas” (ANDRINI; VASCONCELLOS, 2015, p. 102). Para Caputi e Miranda (2015), o termo função é usualmente associado à seguinte ideia: se duas quantidades (variáveis) x e y estão relacionadas de modo que, a cada valor atribuído a x , corresponde, por alguma lei ou regra (implícita ou explícita), um valor a y , dizemos que é função de x .

Neste trabalho, será destacada a função polinomial do 2º grau, que segundo Souza (2010), é qualquer função f de \mathbb{R} em \mathbb{R} dada por uma lei da forma $f(x) = ax^2 + bx + c$, em que a, b e c são números reais também denominados coeficientes da função e $a \neq 0$. Ainda de acordo com Souza (2010), o gráfico dessa função $y = ax^2 + bx + c$, com $a \neq 0$, é uma curva conhecida como parábola que possui um eixo de simetria interceptando-a em um único ponto denominado vértice da parábola.

Além disso, fazendo uma análise a respeito dos coeficientes de uma função do 2º grau, podem-se obter informações importantes que favorecem na construção do gráfico. Por exemplo, quando o coeficiente “ a ” é maior que zero, a parábola terá a concavidade voltada para cima. Caso contrário, quando “ a ” é menor que zero, implicará numa concavidade voltada para baixo. Isso pode ser representado na fig. 1.

Figura 1 – Concavidade da parábola a partir do valor do coeficiente “a” da função

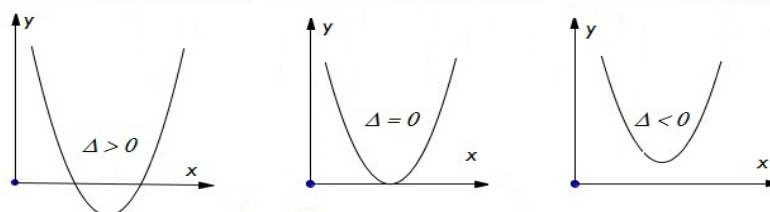


Fonte: <https://brasilecola.uol.com.br/matematica/grafico-funcao.html>

Conforme Souza (2010), chama-se zero da função quadrática $f(x) = ax^2 + bx + c$, com $a \neq 0$, todo valor de x pertencente ao seu domínio de tal forma que $f(x) = 0$ e que graficamente os zeros correspondem às abscissas dos pontos onde o gráfico intercepta o eixo x . Assim, para se chegar as raízes da função $f(x) = ax^2 + bx + c$, com $a \neq 0$, é preciso identificar os valores dos seus coeficientes “a”, “b” e “c” e, em seguida, fazer o uso da fórmula de Bháskara⁴: $x = \frac{-b \pm \sqrt{b^2 - 4ac}}{2a}$ que depende do valor do discriminante Δ (Delta) e $\Delta = b^2 - 4ac$.

Sendo assim, de acordo com os coeficientes da função, pode haver três possíveis casos para o valor de Δ .

Figura 2 – Gráficos da função quadrática para os três possíveis valores de delta



Fonte: <http://funcaoquadratica2014.blogspot.com/2014/05/o-discriminante.html>

De acordo com a fig. 2, quando o Δ é positivo, haverá duas raízes reais e distintas. Quando o Δ é zero haverá duas raízes reais e iguais. E no último caso, quando o Δ é negativo, não haverá raiz real.

Outra forma de se obter as raízes é através de expressões matemáticas que representam a soma e o produto das mesmas. São elas: $x' + x'' = -\frac{b}{a}$ e $x' \cdot x'' = \frac{c}{a}$, isso é válido para as funções que possuem raízes reais.

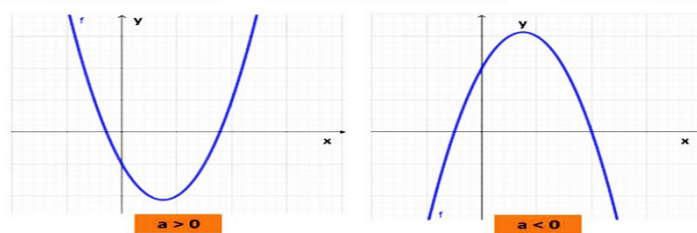
⁴ Nome do Matemático Indiano criador da fórmula aplicada na equação quadrática, porém existe controvérsia sobre esse fato.

Dentro do conteúdo dessa função apontada, o cálculo de máximos e mínimos merece uma atenção especial, pois como afirma Silva e Apolinário (2016), é muito comum os professores deixarem de trazer essa parte para a realidade dos alunos, exigindo apenas a capacidade de memorizar e reproduzir fórmulas e técnicas para resolverem problemas ligados ao referido conteúdo.

De acordo com a fig. 3, os gráficos da função $f(x) = ax^2 + bx + c$, com $a \neq 0$, terão a concavidade voltada para cima quando $a > 0$ e a concavidade voltada para baixo quando $a < 0$, ou seja, para o primeiro caso a parábola terá um ponto mais baixo chamado de vértice, na qual será perceptível que qualquer outra coordenada y será maior que ele. Já no segundo caso, a parábola terá seu ponto mais alto também conhecido como vértice, em que qualquer outro ponto dessa curva terá uma coordenada y inferior à coordenada y pertencente ao vértice.

Os vértices dessas parábolas serão dados por $v = -\frac{b}{2a}$. Sendo assim, para o primeiro caso, tem-se o ponto de mínimo e para o segundo o ponto de máximo.

Figura 3 – Ponto de mínimo e máximo a partir do vértice da função



Fonte: <https://conhecimentocientifico.r7.com/funcao-quadratica/>

Com isso, ao abordar o assunto de máximos e mínimos de uma função polinomial do segundo grau, é interessante que o professor inove trazendo problemas práticos do dia a dia do aluno, que os façam se sentir desafiados e motivados para a interpretação e resolução de tais problemas. Isso é possível com a utilização da metodologia de Resolução de Problemas.

Metodologia

A ESCOLA E TURMA PESQUISADA

A pesquisa foi realizada na escola de Ensino Fundamental Nossa Senhora da Conceição, do município de Porteiras, estado do Ceará. As atividades foram desenvolvidas na turma do 9º ano D do turno da tarde, e contou com a participação de 20 alunos.

CARACTERIZAÇÃO DA PESQUISA

A pesquisa se caracteriza como sendo qualitativa, pois conforme Bogdan e Biklen (1994), ela tem o ambiente natural como fonte direta de coleta dos dados, do enfoque indutivo e teve o pesquisador como responsável pela coleta de dados. Além disso, é descritiva, já que o pesquisador buscou descrever as principais características dos fenômenos estudados, bem como o significado dado pelas pessoas para as suas vidas e as coisas que os cercam. Dentre as modalidades de pesquisa qualitativa, ela é uma pesquisa-ação, pois o professor enquanto pesquisador inseriu-se no ambiente escolar objetivando não só observar o fenômeno estudado, mas também intervir de forma a produzir e disseminar os conhecimentos adquiridos durante o processo de pesquisa, de tal forma a possibilitar mudanças de diferentes situações do ambiente escolar como na forma de ensino.

COLETA DE DADOS

A pesquisa foi desenvolvida entre os meses de outubro e novembro de 2019, em 5 (cinco) encontros com a turma, que durava cerca de duas horas cada um. Foram aplicadas duas avaliações e três atividades. Para a coleta dos dados utilizou-se como instrumentos as próprias avaliações e atividades, além da observação e o diário de campo. Vale destacar que, tanto as avaliações quanto as atividades foram desenvolvidas em forma de questionários subjetivos, uma vez que com esse instrumento desejou-se colher os diferentes aspectos relacionados a um problema.

No primeiro dia foi realizada a avaliação inicial composta por oito questões,

de forma individual, pois pretendia-se verificar o nível de conhecimento que cada aluno possuía sobre os conceitos de máximos e mínimos de uma função polinomial do segundo grau, bem como a construção de gráficos, a determinação das raízes da função, identificação dos coeficientes, entre outros.

Já no segundo, terceiro e quarto dia, foram realizadas atividades compostas por quatro diferentes situações problemas do tipo aberta acerca do conceito de máximos e mínimos da função quadrática. Para a realização das atividades, os alunos formaram equipes, sendo seis grupos compostos por três integrantes e um por dois integrantes, permanecendo as mesmas equipes durante os outros encontros. Por fim, no último dia, foi realizada a avaliação final, de forma individual, com o objetivo de verificar se os participantes compreenderam o conteúdo trabalhado através da Resolução de Problemas, bem como se ainda possuíam dificuldades. A avaliação foi composta por 6 (seis) questões. Essas avaliações e atividades podem ser consultadas no “Apêndice A, B, C, D e E”.

ORGANIZAÇÃO DOS DADOS

Os dados coletados através dos questionários foram organizados em tabelas para facilitar a quantificação dos resultados, a compreensão e a interpretação dos mesmos. Para isso, esse material foi estruturado em partes seguindo a ordem em que as atividades e avaliações foram desenvolvidas. Feito isso, eles foram analisados de forma a identificar o desempenho, e possibilitar a realização de anotações consideradas relevantes sobre eles. Essa estruturação acabou facilitando a categorização dos dados, bem como a sua análise. Nesta pesquisa foi utilizada a categorização do tipo mista, no qual, segundo Fiorentini e Lorenzato (2006), é aquela em que surge da relação do objeto de pesquisa através de sua fundamentação teórica e as observações coletadas e registradas no campo da pesquisa.

Discussão dos dados

PRIMEIRA ETAPA (APLICAÇÃO DA AVALIAÇÃO INICIAL)

Após a correção da primeira avaliação (ver Apêndice A), constatou-se que parte dos alunos não lembravam alguns conceitos referentes ao conteúdo e isso resultou em erros das questões. Outros erros ocorreram por conta do mau uso dos jogos dos sinais durante os cálculos da determinação dos valores do discriminante Δ (delta) e das raízes das funções.

Pode-se perceber, nessa primeira avaliação, conforme os registros dos alunos, que a maior dificuldade apresentada por eles foi durante a resolução das últimas duas questões que traziam situações problemas sobre valor máximo e mínimo de uma função. O número de erros e de alunos que não tentaram resolver essas questões foi considerado grande. Apenas um aluno resolveu corretamente a questão 7, enquanto dez erraram e o restante da turma não tentou resolvê-la, afirmando que a questão estava difícil. Já na questão 8, cinco alunos conseguiram respondê-la de maneira correta, enquanto quatro erraram e os demais, onze no caso, não responderam.

A fig. 4 mostra a resolução feita por um dos alunos que erraram a questão (7) sete, presente nessa avaliação inicial e que pode ser consultada no Apêndice A. Esse processo de resolução foi repetido por vários outros alunos.

Figura 4 – Resolução feita por um dos alunos que erraram a questão sete

7 - $\frac{40}{(0)} \frac{4}{30}$ $\frac{40}{4} = 10$ $A = b \cdot h$
 $A = 10 \cdot 10 = 100$

Fonte: Acervo pessoal.

De acordo com a fig. 4, o aluno entendeu que para encontrar as dimensões do retângulo de modo que sua área fosse máxima bastaria pegar o valor do perímetro dado que era 40 e dividir pelos quatro lados do retângulo cujo resultado obtido 10 seria o valor das dimensões procuradas. Porém, mesmo a resposta sendo o valor 10, que se referia a uma das dimensões da região retangular para que sua área fosse máxima, esse aluno não utilizou o processo correto para a resolução da questão e o resultado encontrado por ele apenas coincidiu com o

mesmo que era esperado através da resolução tida como correta. Diante disso, pode-se traçar o perfil da turma em relação ao conhecimento dos conteúdos necessários para a realização desta pesquisa e planejar a próxima etapa.

SEGUNDA ETAPA (APLICAÇÃO DAS ATIVIDADES 1, 2 E 3)

Antes da aplicação da primeira atividade que pode ser vista no Apêndice B, foi necessária uma revisão focada nos principais erros observados na etapa anterior. Depois, foi solicitado que fossem formados grupos de três integrantes entre os alunos e explicado que tais grupos continuariam sendo os mesmos no decorrer das outras atividades. Com o início da atividade, notou-se que algumas equipes acabaram pulando o primeiro problema. Foi perceptível a dificuldade que tinham em interpretar seu enunciado. Diante disso, para ajudá-los, foi pedido para as equipes desenharem um retângulo e que representassem suas dimensões com letras quaisquer.

Logo em seguida, foi perguntado como deveriam proceder para calcular seu perímetro. Nesse momento, dois alunos de grupos diferentes disseram que tinham que somar os lados da figura. Como estavam certos, foi pedido para que todos os grupos calculassem o perímetro do retângulo da questão de modo a obterem uma equação e, para isso, foi sugerido isolarem uma das expressões escolhidas por eles no momento de representar as dimensões de suas figuras.

Como havia grupos sem conseguir chegar à equação desejada, foi lido o enunciado do problema e mostrado na lousa como se poderia determinar a referida equação e depois pedido para que tentassem relacioná-la com a fórmula usada para obter a área máxima do retângulo. Após todos os grupos terem encontrado a equação desejada, percebeu-se que a maioria deles não sabia como proceder para resolver o restante do problema. Decidiu-se então, que seria interessante explicar para eles, na lousa, sobre o que seria um ponto máximo e mínimo de uma função do segundo grau. Isso foi feito a partir da concavidade da parábola e completou-se dizendo que esse ponto era considerado o vértice da parábola e que o mesmo poderia ser calculado por duas fórmulas conhecidas como

$$X_v = -\frac{b}{2a} \text{ e } Y_v = -\frac{\Delta}{4a}.$$

Depois disso, foi pedido que os grupos tentassem relacionar o que havia

sido explicado com o enunciado do problema. Com certo tempo, percebeu-se que apenas dois grupos estavam calculando a coordenada de x através da fórmula

$$X_v = -\frac{b}{2a},$$

a partir da equação quadrática encontrada por eles. Essas duas equipes conseguiram chegar ao resultado esperado. Porém, as outras equipes acabaram errando.

Durante o processo de resolução do segundo problema, algumas equipes não apresentaram dificuldades em resolvê-lo, enquanto outras se mostraram confusas, sem saber interpretá-lo. Foi chamada a atenção dessas equipes e desenhado na lousa a situação trazida no problema como forma de melhorar o entendimento deles.

No terceiro e quarto problema, alguns integrantes de diferentes grupos perguntaram o que significava as letras 'c' e 'n' nos enunciados desses problemas. Foi explicado que o 'c' se referia ao custo e o 'n' ao número de peças e sugerido que poderiam substituir nas equações dos problemas o 'c' por 'y' e o 'n' por 'x' para ajudá-los. As equipes que fizeram o que havia sido sugerido estavam resolvendo corretamente o terceiro problema.

Já no quarto problema, percebeu-se que todos os grupos trocaram as letras 'c' e 'n' pelas letras 'y' e 'x' como haviam feito no problema anterior. Pode-se notar que os grupos estavam resolvendo o problema de forma correta, mas quando chegavam ao cálculo do valor do custo mínimo, eles estavam errando nas operações matemáticas e isso estava alterando o resultado final. Vendo isso, buscou-se intervir pedindo para eles prestarem mais atenção durante os cálculos. Mesmo assim, duas equipes não conseguiram resolver corretamente nenhuma das quatro situações problemas. No geral, a turma obteve um bom desempenho nesse primeiro questionário, uma vez que uma equipe acertou todos os itens, três acertaram 3 itens e outra a metade dos itens.

Na aplicação da segunda atividade (ver Apêndice C), a maioria dos grupos não estavam apresentando dificuldades em resolver as questões 1 e 2 e até se mostraram mais empolgados. No terceiro problema foi notório que algumas equipes estavam confusas, não conseguindo compreender o que de fato se pedia no problema. Com certo tempo, um integrante de uma equipe perguntou se tinham que calcular o valor de 'A'. Foi respondido que estava no caminho certo.

Como se percebeu que os grupos já tinham conseguido encontrar o valor de 'A', foi perguntado a eles qual seria o próximo passo que deveriam fazer para resolver o restante do problema. Nesse momento, alguns grupos se manifestaram perguntando se tinham que substituir o 'A' encontrado na equação dada no problema. Respondeu-se dizendo que esse seria o caminho certo e pedido para que tentassem resolver o restante do problema. Com certo tempo, dois grupos estavam calculando o valor de Δ (delta) e intervi pedindo para verificarem se realmente isso era necessário. Depois, percebeu-se que alguns grupos tinham conseguido resolver tal problema corretamente.

No quarto problema, os alunos não demonstraram dificuldades. Isso pelo fato desse problema ser parecido com os últimos problemas da primeira atividade, o que facilitou nas suas compreensões e resoluções. Nessa ocasião, quatro equipes acertaram todos os itens e as outras três acertaram 3 questões. Os erros percebidos desses três grupos que erraram pelo menos um dos itens se deram por operações matemáticas mal-sucedidas.

Na terceira atividade (Ver Apêndice D), durante a resolução do primeiro item, observou-se que alguns grupos estavam calculando os valores do discriminante Δ (delta) de cada uma das equações do problema. Chamou-se a atenção deles dizendo que não estavam no caminho certo da resolução e perguntado o que eles entendiam sobre a palavra lucro. Um integrante de um dos grupos acabou falando que lucro era uma sobra de dinheiro e deu o seguinte exemplo: se eu compro uma bicicleta pelo valor de R\$ 500,00 e vendo por R\$ 700,00 eu vou lucrar R\$ 200,00. Foi dito que estava certo e sugerido que todos os grupos relessem o problema e tentassem perceber o que era necessário fazer para resolvê-lo. Passado algum tempo, três grupos entenderam que era preciso subtrair uma equação da outra para obter uma terceira equação. Porém, o resultado encontrado por eles estava errado. Foi chamada a atenção de todos os grupos dizendo que eles deveriam se atentar para a troca de sinais no momento de subtrair uma equação da outra, para que só depois pegassem os termos semelhantes delas e efetuassem as operações matemáticas necessárias. Depois disso, todos os grupos conseguiram chegar à equação desejada e resolver o restante do problema de forma correta.

Na segunda situação-problema, poucos grupos apresentaram dificuldades em compreendê-lo e assim, puderam resolvê-lo corretamente. Acredita-se que isso se deu pelo fato de o referido problema possuir um enunciado menos

contextualizado. Na terceira questão, percebeu-se que três equipes estavam resolvendo-a de forma correta, enquanto os outros grupos se mostravam um pouco confusos, sem conseguirem relacionar os dados do problema com seu enunciado. Alguns pensavam, inclusive, que tinham que substituir na função do problema os números 12 e 18 do seu enunciado. Foi explicado que esses números apenas indicavam o intervalo em que o instante de maior ocorrência poderia estar e foi pedido que substituíssem o 't' por 'x' na função do problema e que tentassem compreendê-lo e resolvê-lo.

Na última questão, algumas equipes estavam resolvendo esse problema corretamente, mas quando chegava a uma certa etapa, que era a divisão de números decimais, dizia não lembrar como efetuar a operação exigida. Decidiu-se dar alguns exemplos na lousa de como proceder tal operação entre números decimais. Todos os grupos conseguiram resolver corretamente os três primeiros problemas propostos e somente dois grupos acabaram errando. Diante desse resultado, concluiu-se que o número de acertos em cada problema foi satisfatório, o que demonstra o bom desempenho de cada aluno durante essa etapa.

TERCEIRA ETAPA (APLICAÇÃO DA AVALIAÇÃO FINAL)

Por último, foi aplicada uma avaliação constituída por um número de seis questões que abordavam o conceito de máximos e mínimos e que pode ser encontrada no Apêndice E. Na primeira e segunda questão, eles não demonstraram dificuldades em compreendê-las, pois todos chegaram ao resultado esperado. A terceira questão foi respondida de maneira correta por dezesseis alunos e apenas quatro não conseguiram respondê-la corretamente e os erros se deram pela falta de atenção deles durante os cálculos e na identificação dos coeficientes da função.

Em um dos erros, pode-se perceber que o aluno errou no momento de encontrar o valor do denominador de $Yv = -\frac{\Delta}{4a}$ e isso o fez errar durante todo o resto da resolução. Além disso, ele não multiplicou a equação final por -1 para tornar o valor obtido positivo.

Na quarta questão, quatro alunos acabaram errando-a, pois calcularam o valor de Δ (delta) e chegaram a expressões matemáticas que não os levariam ao resultado esperado. Já na quinta questão, muitos alunos não conseguiram

relacionar os dados da questão para encontrar os valores de 'a' e 'b' que deveriam ser substituídos na equação da questão para que fosse possível continuar a resolução. Por esse motivo, essa questão foi a que teve o maior número de erros, onze no caso. Na última questão, quatro alunos não tentaram resolvê-la, deixando-a em branco. Outros três erraram devido à má interpretação e por terem feito somente uso da fórmula

$$XV = -\frac{b}{2a}$$

para calcular a altura máxima atingida pela pulga e os demais treze alunos conseguiram respondê-la de acordo com o que era proposto. Dentre os vinte alunos que participaram da avaliação final, oito conseguiram resolver todas as 6 questões corretamente, enquanto nove acertaram mais da metade delas e somente três acertaram menos da metade.

As atividades possibilitaram aos estudantes o desenvolvimento de suas capacidades de interpretação e resolução de cada problema proposto durante os encontros, uma vez que para resolver cada problema eles levantavam questionamentos, criavam hipóteses e tentavam lembrar problemas correlatos, de conceitos ou de fórmulas para ajudar na resolução deles e isso contribuía, também, para o desenvolvimento do raciocínio lógico dos alunos. Pode-se perceber também que os discentes apresentavam algumas dificuldades, como nas operações matemáticas que envolviam números positivos e negativos. Além disso, eles se mostravam interessados em problemas ligados ao cotidiano deles.

Conclusão

Com este trabalho, foi possível fazer considerações tanto sobre a forma como esse conteúdo vem sendo abordado pelo professor de Matemática em sala de aula, como também sobre a importância da inserção de novas práticas de ensino que busque promover o ensino desse e de outros conteúdos com maior qualidade e significado para os alunos.

Desse modo, em resposta ao problema dessa investigação, a partir das observações feitas e da análise das atividades realizadas pelos participantes, notou-se que a Resolução de Problemas pode promover um melhor processo de ensino e aprendizagem do conteúdo de máximos e mínimos da função polinomial

do segundo grau com maior qualidade e significado para os alunos.

Além disso, através da Resolução de Problemas foi possível perceber uma evolução na compreensão e aquisição dos conceitos trabalhados por parte dos alunos durante os encontros e uma maior interação e cooperação entre eles, o que permitia a troca de informações e a aprendizagem de forma mútua, e que para isso, foi preciso ter o controle do tempo disponível durante os encontros para o desenvolvimento das atividades e o cuidado para que os problemas trabalhados não se transformassem em exercícios e interferisse diretamente na aprendizagem dos alunos e por consequência nos objetivos desta pesquisa.

Ademais, a presente pesquisa buscou contribuir para o campo da Educação Matemática, em especial para aqueles trabalhos que buscam evidenciar sobre a importância da inserção de novas práticas pedagógicas para o ensino de Matemática, no conteúdo de máximos e mínimos da função polinomial do segundo grau. Dessa forma, fica em aberto uma sugestão para pesquisas futuras, que seria a ampliação da utilização dessa metodologia para estudantes do 1º ano do Ensino Médio por meio de desenvolvimento de atividades ligadas à resolução de problemas históricos sobre máximos e mínimos de uma função polinomial do 2º grau.

Referências

ALVES, E. F. **Máximos e Mínimos na Perspectiva do Ensino de Matemática na Atualidade**. 2018. 244 f. Dissertação (Mestrado Profissional em Matemática em Rede Nacional - PROFMAT) - Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, Campos dos Goytacazes, 2018. Disponível em: <http://uenf.br/posgraduacao/matematica/wp-content/uploads/sites/14/2019/02/22102018-Erika-Figueredo-Alves.pdf>. Acesso em: 28 ago. 2019.

ANDRINI, A.; VASCONCELLOS, M. J. **Praticando Matemática**. 4. ed. São Paulo: Editora do Brasil, 2015.

BOGDAN, R.; BIKLEN, S. Investigação qualitativa em Educação: fundamentos, métodos e técnicas. *In: Investigação qualitativa em educação*. Portugal: Porto Editora, 1994.

BRASIL. Secretaria de Educação Fundamental. **Parâmetros curriculares nacionais**. 2. Matemática: Ensino de quinta a oitava séries. Brasília: MEC/SEF, 1998.

CAPUTI, A.; MIRANDA, D. **Bases Matemáticas**. 12. ed. Santo Andre: Universidade Federal do ABC, 2015.

DANTE, L. R. **Formulação e resolução de problemas de matemática**: teoria e prática. São Paulo: Editora Ática, 2011.

FIORENTINI, D.; LORENZATO, S. **Investigação em educação matemática**: percursos teóricos e metodológicos. 3. ed. Campinas: Autores Associados, 2006.

HUANCA, R. R. H.; ONUCHIC, L. R. A Metodologia de Ensino-Aprendizagem-Avaliação de Matemática através da Resolução de Problemas: desafios em Educação Matemática e o GTERP em Movimento. *In*: ENCONTRO BRASILEIRO DE ESTUDANTES DE PÓS-GRADUAÇÃO EM EDUCAÇÃO MATEMÁTICA (EBRAPEM), 15., 2011, Campina Grande. **Anais [...]**. Campina Grande: EBRAPEM, 2011. p. 1-13. Disponível em: <https://mailattachment.googleusercontent.com/attachment/u/0/?ui=2&ik=0691341>. Acesso em: 04 abr. 2019.

LIMA, V. S.; FREITAS, S. S. T. Interdisciplinaridade e matemática no contexto social. *In*: PEREIRA, A. C. C. **Educação matemática no Ceará**: os caminhos trilhados e as perspectivas. Fortaleza: Premium, 2014. p. 74-94.

MENDES, I. A. **Tendências metodológicas no ensino de Matemática**. Belém: EDUFPA, 2008.

OLIVEIRA, M. K. **Vygotsky**: Aprendizado e desenvolvimento um processo sócio-histórico. São Paulo: Editora Scipione, 2011.

POLYA, G. **A arte de resolver problemas**. Rio de Janeiro: Interciência, 2006.

SCHEBELISKI, C. R.; TROBIA, J. Uma proposta de ensino de funções do segundo grau utilizando o software GeoGebra. **Cadernos PDE - Os desafios da escola pública paranaense na perspectiva do professor PDE**, Curitiba, v. 1, 2016.

SILVA, A. O.; APOLINÁRIO, H. C. F. Máximos e mínimos de uma função quadrática e sua aplicabilidade no cotidiano dos alunos do ensino médio. *In*: ENCONTRO NACIONAL DE EDUCAÇÃO MATEMÁTICA (ENEM), 12., 2016, São Paulo. **Anais [...]**. São Paulo: Sbem, 2016. Disponível em: http://www.sbemrasil.org.br/enem2016/anais/pdf/6155_2633_ID.pdf. Acesso em: 20 abr. 2019.

SOUZA, J. R. **Novo olhar matemática**. São Paulo: FTD, 2010.

Apêndice A – Avaliação inicial

CÓDIGO: _____ TURMA: _____ DATA ___/___/___ IDADE: _____

QUESTÃO 1. (OBMEP, 2016) Analise as alternativas e identifique os coeficientes a , b e c na estrutura $y = ax^2 + bx + c$ das funções abaixo:

a) $y = 2x^2 + 4x - 3$ b) $y = -3x^2 + x + 5$ c) $y = x^2 - 9$ d) $y = x^2 + 7x$

QUESTÃO 2. (SOUZA, 2010, p.119) Construa o gráfico da função definida por $f(x) = x^2 - 1$

QUESTÃO 3. (OBMEP, 2016) Nas funções quadráticas há um discriminante $\Delta = b^2 - 4ac$. Calcule o discriminante das funções abaixo:

a) $y = x^2 - 6x + 5$ b) $y = -2x^2 + 9x - 7$ c) $y = x^2 + 1$ d) $y = x^2 - 3x$

QUESTÃO 4. (OBMEP, 2016) Em cada um dos itens abaixo, determine, a partir do discriminante, os zeros de cada função:

a) $y = x^2 - 8x + 7$ b) $y = -3x^2 + 5x - 2$ c) $y = x^2 + 4$ d) $y = -x^2 + 6x - 9$

QUESTÃO 5. (OBMEP, 2016) Em cada um dos itens abaixo, determine se o ponto do vértice é de máximo ou de mínimo:

a) $y = x^2 + x$ b) $y = -5x^2 + x + 4$ c) $y = 4x^2 - 9$ d) $y = -x^2 + 4x - 4$

QUESTÃO 6. (OBMEP, 2016) Calcule as coordenadas do vértice de cada função do item anterior.

QUESTÃO 7. (DANTE, 2002, p.143) Uma região retangular tem perímetro igual a 40m. Quais devem ser as dimensões do retângulo para que a área seja máxima?

QUESTÃO 8. (UEPA - 2006) Uma fábrica de beneficiamento de peixe possui um custo de produção de x quilos de peixe, representado por $C(x) = x^2 + 10x + 900$. Qual o valor mínimo do custo em reais?

Apêndice B - Atividade 1

CÓDIGO: _____ TURMA: _____ DATA ___/___/___ IDADE: _____

Problema 01. (Adaptada SOUZA, 2010, p. 136) João comprou um terreno de formato retangular que apresenta um perímetro de 48 metros. Ele necessita saber a área máxima desse terreno. Nesse caso como João deve proceder?

Problema 02. (DANTE, 2004, p. 141) A trajetória da bola, num chute a gol, descreve aproximadamente uma parábola. Supondo que sua altura h , em metros, t segundos após o chute, seja dada por $h = -t^2 + 6t$, nesse caso, em que instante a bola atinge a altura máxima? E qual é a altura máxima atingida pela bola?

Problema 03. (Adaptada SOUZA, 2010, p. 136) Em uma metalúrgica, o custo c , em reais, para produzir n peças de metal, pode ser calculado por $c(n) = n^2 - 4n + 110$. Para qual quantidade de peças o custo de produção é mínimo? Qual é esse custo mínimo?

Problema 04. (UFPE, 1996) O custo C , em reais, para se produzir n unidades de determinado produto é dado por: $C(n) = 2510 - 100n + n^2$. Quantas unidades deverão ser produzidas para se obter o custo mínimo? E qual é este custo mínimo?

Apêndice C - Atividade 2

CÓDIGO: _____ TURMA: _____ DATA ___/___/___ IDADE: _____

Problema 01. (Adaptada DANTE, 2004, p. 143) Sabe-se que o custo C para produzir x unidades de certo produto é dado por $C = x^2 - 80x + 3000$. Nessas condições, qual a quantidade de unidades produzidas para que o custo seja mínimo? E qual o valor mínimo do custo?

Problema 02. (DANTE, 2004, p. 143) Deseja-se construir uma casa térrea de forma retangular. O retângulo onde a casa será construída tem 80 m de perímetro. Calcule as dimensões desse retângulo sabendo que a área de sua região deve ser a maior possível.

Problema 03. (PUCMG, 2014) A temperatura, em graus centígrados, no interior de uma câmara, é dada por $f(t) = t^2 - 7t + A$, onde t é medido em minutos e A é constante. Se, no instante $t = 0$, a temperatura é de 10°C , qual o tempo gasto para que a temperatura seja mínima, em minutos?

Problema 04 (OBMEP, 2016) O Lucro L de uma microempresa, em função do número de funcionários n que nela trabalham, é dado, em milhares de reais, pela fórmula $L(n) = 36n - n^2$. Com base nessas informações, qual o número de trabalhadores ideal para que o lucro dessa microempresa seja máximo?

Apêndice D - Atividade 3

CÓDIGO: _____ TURMA: _____ DATA ___/___/___ IDADE: _____

Problema 01. (EsPCex 2013). Uma indústria produz mensalmente x lotes de um produto. O valor mensal resultante da venda deste produto é $V(x) = 3x^2 - 12x$ e o custo mensal da produção é dado por $C(x) = 5x^2 - 40x - 40$. Sabendo que o lucro é obtido pela diferença entre o valor resultante das vendas e o custo da produção, então qual o número de lotes mensais que essa indústria deve vender para obter lucro máximo?

Problema 02. (DANTE, 2000) O custo para se produzir x unidades de um produto é dado por $C = 2x^2 - 100x + 5000$. Determine o valor do custo mínimo.

Problema 03. (P. C. M. G., 2008). O número de ocorrências registradas das 12 às 18 horas em um dia do mês de janeiro, em uma delegacia do interior de Minas Gerais, é dado por $f(t) = -t^2 + 30t - 216$, em que $12 \leq t \leq 18$ é a hora desse dia. Qual foi o número máximo de ocorrências nesse período do dia?

Problema 04. (UFPE - 2002) Suponha que o consumo de um carro, para percorrer 100 km com velocidade de x km/h, seja dado por $C(x) = 0,006x^2 - 0,6x + 25$. Para qual velocidade esse consumo é mínimo?

Apêndice E - Avaliação final

CÓDIGO: _____ TURMA: _____ DATA ___/___/___ IDADE: _____

QUESTÃO 1. (DANTE, 2004, p.140) Determine m de modo que a função $f(x) = -4x^2 + (m+1)x + 2$ tenha valor máximo para $x = 2$.

QUESTÃO 2. (OBMEP, 2016) Considere a função de domínio real definida por $f(x) = -x^2 + x + 12$. Qual o valor do domínio que produz imagem máxima na função?

QUESTÃO 3. (OBMEP, 2016) Se o ponto $(k, 9)$ representa o vértice da parábola determinada pela função $y = 6x^2 + bx + 15$, com $b \in \mathbb{R}$, então quais os possíveis valores de b ?

QUESTÃO 4. (OBMEP, 2016) A parábola de um gráfico tem vértice no ponto $(1, 3)$ e representa a função quadrática $f(x) = ax^2 + bx + c$. Sendo assim, qual o valor de $a + b + c$?

QUESTÃO 5. (OBMEP, 2016) A parábola que representa graficamente a função $y = -2x^2 + bx + c$ passa pelo ponto $(1, 0)$ e seu vértice é o ponto $(3, k)$. Qual o valor de k ?

QUESTÃO 6. (OBMEP, 2016) A equação da trajetória parabólica do salto de uma pulga e dado por $f(x) = -x^2 + 4x$. Essa pulga salta no ponto de origem do sistema de coordenadas cartesianas. Qual é a altura máxima atingida pela pulga?

Competências, habilidades e conteúdos de matemática: um olhar para as questões do ENEM 2009-2021

Larice Sena Santos Silva¹

Paulo Gonçalo Farias Gonçalves²

Karine Symonir de Brito Pessoa³

Introdução

O Exame Nacional do Ensino Médio (ENEM) é um exame de caráter voluntário, instituído pelo Ministério da Educação (MEC) no ano de 1998, que tem como objetivo avaliar o desempenho individual do aluno ao finalizar o ensino médio, servindo de processo seletivo para cursos superiores, e de análise do desenvolvimento das competências e habilidades necessárias ao exercício pleno da cidadania (CASTRO, 2009).

No período de 1998 a 2008, a prova do ENEM era realizada em um único dia, e composta por uma redação e 63 questões (as quais estavam relacionadas a cinco competências gerais e 21 habilidades). No ano de 2004, com os resultados alcançados na realização deste exame, os candidatos poderiam participar de seleções tanto em instituições públicas, por meio do Sistema de Seleção Unificada (SISU), quanto privadas, através do Programa Universidade para Todos (PROUNI).

Em 2009, o ENEM passa a ser utilizado como forma de seleção em diversas instituições públicas de ensino superior. Dessa maneira, o exame passa a ser uma prova de grande importância na vida dos estudantes brasileiros. Destaca-se

¹ Discente do curso de Licenciatura Interdisciplinar em Ciências Naturais e Matemática da UFCA, campus Brejo Santo-CE. E-mail: larice.sena@aluno.ufca.edu.br

² Doutor em Educação pela UFRN. Professor da UFCA, campus Brejo Santo-CE. E-mail: paulo.goncalo@ufca.edu.br

³ Doutora em Educação pela UFRN. Professora da Escola de Magistratura do Estado do Rio Grande do Norte e Assessora da Presidência do TJ-RN. E-mail: karine.symonir.edu@gmail.com

que antes não era obrigatória a participação no exame, como ainda não é, mas a prova passou a ser imprescindível para quem objetiva adentrar em universidades públicas do país (RODRIGUES, 2013).

Atualmente, a configuração do ENEM pauta-se na avaliação de habilidades e competências referentes à Educação Básica, levando em consideração as quatro áreas gerais da Base Nacional Comum Curricular (BNCC), compreendendo a parte de Linguagens, Matemática, Ciências da Natureza e Ciências Humanas (PINHEIRO, 2021). Dentre essas, a disciplina de matemática, no Novo ENEM, começou a ser avaliada como área de conhecimento, sendo agora responsável por um quarto do exame, e consequente impacto relevante na nota final do candidato (ROCHA; ANTUNES; MACHADO, 2021).

Considerando a importância desse exame enquanto avaliação de larga escala, o presente trabalho tem como objetivo caracterizar as questões presentes nas provas de matemática e suas tecnologias do ENEM, no período de 2009 a 2021.

Detalhando o objetivo acima, apresentamos as seguintes questões específicas: Quais são as competências, habilidades e objetos de conhecimento da Matriz de Referência de Matemática e suas tecnologias, de maiores recorrências nas provas do ENEM, entre 2009 e 2021? Quais são as habilidades gerais mais recorrentes nas provas do ENEM, entre 2009 e 2021?

O presente capítulo foi organizado em 5 seções. A presente seção, de introdução, apresenta uma contextualização do objeto de estudo, objetivo e questões específicas da pesquisa. A seguir, na fundamentação teórica, é discutida a evolução histórica do ENEM e expostas as competências e habilidades da matriz de referência da prova de Matemática e suas Tecnologias do ENEM. Em seguida, na terceira parte, é apresentado percurso metodológico envolvendo os procedimentos utilizados para coletar os dados, bem como todo o movimento de constituição das categorias de análise. Em um quarto momento, são apresentados os resultados e discussões, em que foi realizada a descrição e análise interpretativa dos dados, de acordo com os objetivos da presente pesquisa. Por fim, elencam-se as compreensões e considerações finais do estudo.

Fundamentação teórica

Com o intuito inicial de avaliar a qualidade do Ensino Médio das escolas públicas e particulares do país, o ENEM surge como um instrumento de avaliação. Segundo a Portaria MEC nº 438, de 25 de maio de 1998, que diz:

Artigo 2º - O ENEM, que se constituirá de uma prova de múltipla escolha e uma redação, avaliará as competências e as habilidades desenvolvidas pelos examinandos ao longo do ensino fundamental e médio, imprescindíveis à vida acadêmica, ao mundo do trabalho e ao exercício da cidadania, tendo como base a matriz de competências especialmente definida para o exame (BRASIL, 1998, p. 1).

A princípio, entre os anos de 1998 e 2008, a prova do ENEM possuía uma proposta de redação dissertativa e 63 questões objetivas. Além disso, a prova era realizada em um único dia e tinha duração de até cinco horas. Comentando sobre o formato do ENEM no período citado, Ferreira (2014, p. 17) afirma que as questões eram:

[...] centradas na avaliação individual de desempenho por competências, com eixos estruturados na interdisciplinaridade e na contextualização de conhecimentos expressos na forma de situações-problema. O exame foi estruturado a partir de uma Matriz de 5 competências, que correspondiam a domínios específicos da estrutura mental, expressas por 21 habilidades.

Os itens do ENEM exigiam dos alunos o domínio de competências e de habilidades na solução de problemas e estavam em consonância com os Parâmetros Curriculares Nacionais (BRASIL, 1998).

Em 2009, foi introduzido um novo modelo para o Exame Nacional do Ensino Médio, com a proposta de unificar as provas de seleções de diferentes instituições de ensino do Brasil. Com a criação do Sistema de Seleção Unificada (SISU), os alunos passaram a se inscrever para as vagas disponíveis nas Universidades e Institutos participantes do sistema. Vale ressaltar que, como a utilização do Enem e do SISU por essas instituições era opcional, algumas delas utilizavam o ENEM em conjunto com seus próprios sistemas de seleção.

O Novo ENEM passa a ter 180 questões, distribuídas igualmente em quatro áreas, a saber: Ciências Humanas e suas Tecnologias, Ciências da Natureza e

suas Tecnologias, Linguagens, Códigos e suas Tecnologias e Matemática e suas Tecnologias e uma redação dissertativa. Segundo a Portaria nº 109, de 27 de maio de 2009, que diz:

Art. 16 O exame constituir-se-á em 04 (quatro) provas, contendo 45 (quarenta e cinco) questões objetivas de múltipla escolha, versando sobre as várias áreas de conhecimento em que se organizam as atividades pedagógicas da Educação Básica no Brasil e uma proposta para redação (BRASIL, 2009, p. 57).

O Exame Nacional do Ensino Médio é elaborado a partir de habilidades e competências que compõem sua Matriz de Referência. Discutindo sobre esses dois conceitos, Brasil (1999, p. 7) explica que:

Competências são as modalidades estruturais da inteligência, ou melhor, ações e operações que utilizamos para estabelecer relações com e entre objetos, situações, fenômenos e pessoas que desejamos conhecer. As habilidades decorrem das competências adquiridas e referem-se ao plano imediato do “saber fazer”. Por meio das ações e operações, as habilidades aperfeiçoam-se e articulam-se, possibilitando nova reorganização das competências.

Com a reformulação a partir do ano de 2009, em uma nova configuração da Matriz de Referência, organizou-se um conjunto de competências a serem avaliadas, totalizando 7 competências e 30 habilidades para cada uma das áreas, que são listadas no Quadro 1.

Quadro 1 - Competências e habilidades da matriz de referência da prova de Matemática e suas Tecnologias do ENEM

COMPETÊNCIAS	HABILIDADES
Competência de área 1 (C1) - Construir significados para os números naturais, inteiros, racionais e reais.	<p>H1- Reconhecer, no contexto social, diferentes significados e representações dos números e operações - naturais, inteiros, racionais ou reais.</p> <p>H2- Identificar padrões numéricos ou princípios de contagem.</p> <p>H3- Resolver situação-problema envolvendo conhecimentos numéricos.</p> <p>H4 - Avaliar a razoabilidade de um resultado numérico na construção de argumentos sobre afirmações quantitativas.</p> <p>H5- Avaliar propostas de intervenção na realidade utilizando conhecimentos numéricos.</p>
Competência de área 2 (C2) - Utilizar o conhecimento geométrico para realizar a leitura e a representação da realidade e agir sobre ela.	<p>H6- Interpretar a localização e a movimentação de pessoas/objetos no espaço tridimensional e sua representação no espaço bidimensional.</p> <p>H7- Identificar características de figuras planas ou espaciais.</p> <p>H8-Resolver situação-problema que envolva conhecimentos geométricos de espaço e forma.</p> <p>H9- Utilizar conhecimentos geométricos de espaço e forma na seleção de argumentos propostos como solução de problemas do cotidiano.</p>
Competência de área 3 (C3) - Construir noções de grandezas e medidas para a compreensão da realidade e a solução de problemas do cotidiano.	<p>H10- Identificar relações entre grandezas e unidades de medida</p> <p>H11- Utilizar a noção de escalas na leitura de representação de situação do cotidiano.</p> <p>H12- Resolver situação-problema que envolva medidas de grandezas.</p> <p>H13- Avaliar o resultado de uma medição na construção de um argumento consistente.</p> <p>H14- Avaliar proposta de intervenção na realidade utilizando conhecimentos geométricos relacionados a grandezas e medidas.</p>
Competência de área 4 (C4) - Construir noções de variação de grandezas para a compreensão da realidade e a solução de problemas do cotidiano.	<p>H15- Identificar a relação de dependência entre grandezas.</p> <p>H16- Resolver situação-problema envolvendo a variação de grandezas, direta ou inversamente proporcionais.</p> <p>H17- Analisar informações envolvendo a variação de grandezas como recurso para a construção de argumentação.</p> <p>H18- Avaliar propostas de intervenção na realidade envolvendo variação de grandezas.</p>

<p>Competência de área 5 (C5) - Modelar e resolver problemas que envolvem variáveis socioeconômicas ou técnico-científicas, usando representações algébricas.</p>	<p>H19- Identificar representações algébricas que expressem a relação entre grandezas. H20- Interpretar gráfico cartesiano que represente relações entre grandezas. H2-1 Resolver situação-problema cuja modelagem envolva conhecimentos algébricos. H22- Utilizar conhecimentos algébricos/geométricos como recurso para a construção de argumentação. H23- Avaliar propostas de intervenção na realidade utilizando conhecimentos algébricos.</p>
<p>Competência de área 6 (C6) - Interpretar informações de natureza científica e social obtidas da leitura de gráficos e tabelas, realizando previsão de tendência, extrapolação, interpolação e interpretação.</p>	<p>H24- Utilizar informações expressas em gráficos ou tabelas para fazer inferências. H25- Resolver problema com dados apresentados em tabelas ou gráficos. H26- Analisar informações expressas em gráficos ou tabelas como recurso para a construção de argumentos.</p>
<p>Competência de área 7 (C7) - Compreender o caráter aleatório e não determinístico dos fenômenos naturais e sociais e utilizar instrumentos adequados para medidas, determinação de amostras e cálculos de probabilidade para interpretar informações de variáveis apresentadas em uma distribuição estatística.</p>	<p>H27- Calcular medidas de tendência central ou de dispersão de um conjunto de dados expressos em uma tabela de frequências de dados agrupados (não em classes) ou em gráficos. H28- Resolver situação-problema que envolva conhecimentos de estatística e probabilidade. H29- Utilizar conhecimentos de estatística e probabilidade como recurso para a construção de argumentação. H30- Avaliar propostas de intervenção na realidade utilizando conhecimentos de estatística e probabilidade.</p>

Fonte: Adaptado de Brasil (2009, p. 61).

É possível observar no quadro acima que a matriz de referência estabelece sete competências de área de conhecimento e, a partir delas, são especificadas 30 habilidades e objetos de conhecimento, que são usadas para a construção dos itens.

É primordial saber diferenciar competência e conhecimento. A competência não parte somente do alcance de conhecimentos amplos em uma área específica, ou da memorização de seus conteúdos, mas ela vai muito além. Logo, é notório

que conhecimento e competência são estreitamente complementares, sendo fundamental se relacionar de forma harmoniosa. Já a habilidade é considerada como uma série de procedimentos mentais que o indivíduo processa para resolver uma situação real, onde ele precisa assumir uma decisão (NASCIMENTO; SOUZA; CRUZ, 2019).

Como referencial para analisarmos as principais habilidades gerais contidas nas provas de Matemática do ENEM, adotamos como ponto de partida os entendimentos de Pereira e Dantas (2011), descritos no Quadro 2.

Quadro 2 - Algumas habilidades gerais contidas na prova do ENEM

INTERPRETAR	Supõe traduzir informações de um objeto de forma que possam ser verificadas. É conferir significado a informações com base no conhecimento matemático (PEREIRA; DANTAS, 2011, p. 186).
TOMAR DECISÕES	É ponderar, fundamentado no conhecimento matemático, e decidir, entre duas ou mais opções colocadas entre várias e diferentes alternativas, qual é a que apresenta a melhor solução para a situação (PEREIRA; DANTAS, 2011, p. 187).
MODELAR	Utilização de representações da realidade, construídas por meio de conhecimentos matemáticos, para resolver situações diversas.
CALCULAR	Exige uma solução baseada, fundamentalmente, em cálculos matemáticos, e cuja resposta se expressa de forma numérica (PEREIRA; DANTAS, 2011, p. 184).

Fonte: Adaptado de Pereira e Dantas (2011, p. 184-191).

Nascimento, Souza e Cruz (2019) afirmam que o referido exame traz questões que objetivam a avaliação do conhecimento dos alunos através do enfoque multidisciplinar, sendo que para a resolução desses itens é indispensável a união dos conhecimentos obtidos em diversas áreas. Por conta disso, a compreensão de habilidades gerais, subjacentes às questões, são relevantes para compreendermos quais ações mobilizam os diferentes objetos de conhecimento que compõem o ENEM.

Metodologia

O referido estudo trata-se de uma pesquisa documental e descritiva, respectivamente. A pesquisa documental, segundo May (2004), tem como objetivo produzir ou reelaborar conhecimentos e criar novas formas de compreender os fenômenos. Nesse tipo de pesquisa, o investigador deve interpretá-los, sintetizar as informações, determinar tendências e, na medida do possível, fazer inferências. Além disso, ao explorar esses documentos, objetivando caracterizá-los e relacionar alguns de seus elementos, adota-se o caráter descritivo.

Esta investigação se debruça sobre as competências e as habilidades da Matriz de Referência de Matemática e suas tecnologias de maiores recorrências nas provas do ENEM, entre 2009 e 2021. O recorte temporal adotado se deu em virtude de 2009 marcar o início da utilização do ENEM como ferramenta de seleção de alunos para a Educação Superior, enquanto 2021 foi a versão mais recente do exame disponível no período de coleta de dados.

Haja vista não haver diferença entre as questões nos cadernos de prova por ano, optou-se pela análise do caderno de cor amarela em todo o período analisado. Partindo de 13 provas de Matemática e suas tecnologias do ENEM, foi obtido um conjunto de 585 questões. Ao aplicar a fórmula de uma amostra aleatória simples, estabelecida por padrão, com 95% de nível de confiança e uma margem de erro de 5%, a amostra foi constituída por 234 itens.

O sorteio das questões, para composição da amostra, foi realizado através do software Excel. Primeiramente, foi criada uma planilha com as seguintes informações: Ano de aplicação da Prova, Área de Conhecimento, Questões, Número para Seleção e Questão selecionada. Em seguida, utilizou-se da função “aleatoriamente” de 1 a 585, que retorna valores aleatórios dentro do intervalo. Após aplicação da fórmula e retirando as repetições, chegou-se às questões descritas na Tabela 1.

Tabela 1 - Questões selecionadas de 2009 a 2021

ANO	QUESTÕES SELECIONADAS
2009	139, 140, 142, 146, 150, 152, 157, 162, 163, 165, 166, 167, 169, 170, 172, 174, 175, 180.
2010	136, 139, 142, 143, 144, 146, 147, 148, 153, 156, 159, 163, 165, 166, 168, 171, 178, 180.
2011	136, 137, 138, 140, 143, 144, 146, 150, 154, 162, 166, 170, 171, 172, 173, 175, 177, 179.
2012	136, 138, 139, 140, 141, 142, 144, 145, 151, 153, 154, 155, 157, 168, 173, 174, 177, 178.
2013	139, 140, 142, 143, 144, 146, 148, 149, 152, 156, 157, 158, 159, 163, 154, 167, 176, 179.
2014	136, 138, 139, 142, 144, 147, 148, 155, 156, 158, 159, 161, 162, 166, 173, 175, 177, 179.
2015	136, 139, 142, 143, 144, 147, 149, 152, 154, 156, 158, 159, 164, 167, 168, 175, 178, 179.
2016	139, 141, 145, 149, 151, 153, 156, 158, 165, 166, 167, 168, 170, 172, 173, 174, 175, 177.
2017	140, 141, 143, 146, 149, 150, 151, 153, 155, 156, 157, 160, 162, 163, 169, 177, 178, 179.
2018	142, 143, 146, 148, 149, 154, 155, 156, 158, 161, 162, 166, 168, 169, 171, 172, 175, 177.
2019	137, 139, 141, 142, 147, 150, 151, 152, 155, 156, 161, 162, 163, 167, 174, 177, 178, 179.
2020	138, 139, 144, 145, 150, 151, 153, 154, 156, 159, 160, 164, 166, 172, 175, 178, 179, 180.
2021	136, 140, 141, 142, 143, 144, 146, 147, 152, 157, 161, 165, 168, 169, 170, 172, 175, 179.

Fonte: Autoria própria (2022).

Depois das questões selecionadas, foi realizada uma leitura e análise dos itens. Em seguida, todos eles foram organizados em um formulário do Google Forms. Partindo da amostra de questões obtidas, cada um dos referidos itens das provas foi resolvido e organizado em formulário, levando em consideração: Ano da Prova, Cor do Caderno de prova, Competência, Habilidade, Conteúdo(s) abordado(s) e Resolução da questão.

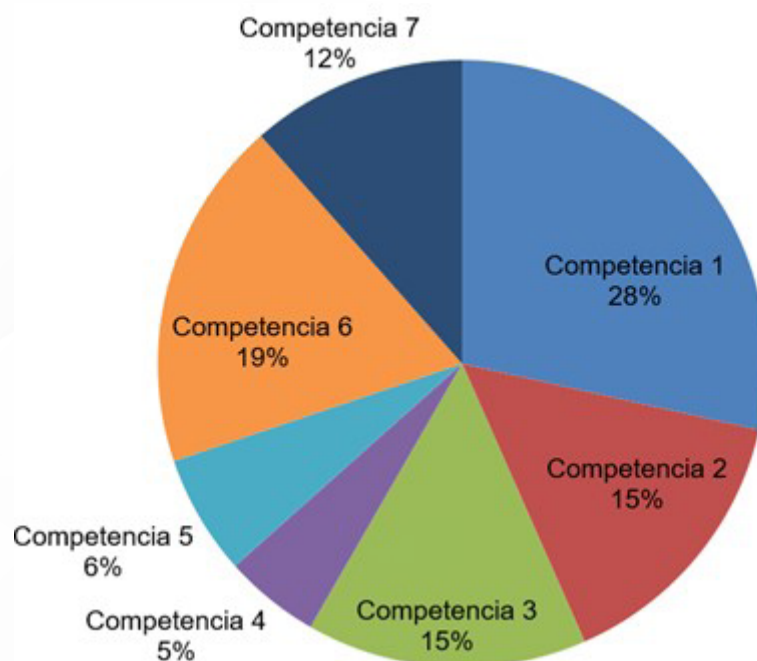
É importante destacar que as competências, habilidades e objetos de conhecimento tomaram como base a Matriz de Referência de Matemática e suas Tecnologias. Ao concluir a tabulação, avaliamos os registros e os interpretamos, conforme descrito na próxima seção.

Resultados e discussões

Nesta seção foi realizada a descrição e análise interpretativa dos dados, de acordo com os objetivos da presente pesquisa.

No Gráfico 1 apresentamos um resumo das competências de maior recorrência na amostra, tendo como norte a Matriz de Referência do ENEM.

Gráfico 1 - Competências da matriz de referência da prova de matemática do ENEM



Fonte: Autoria própria (2022).

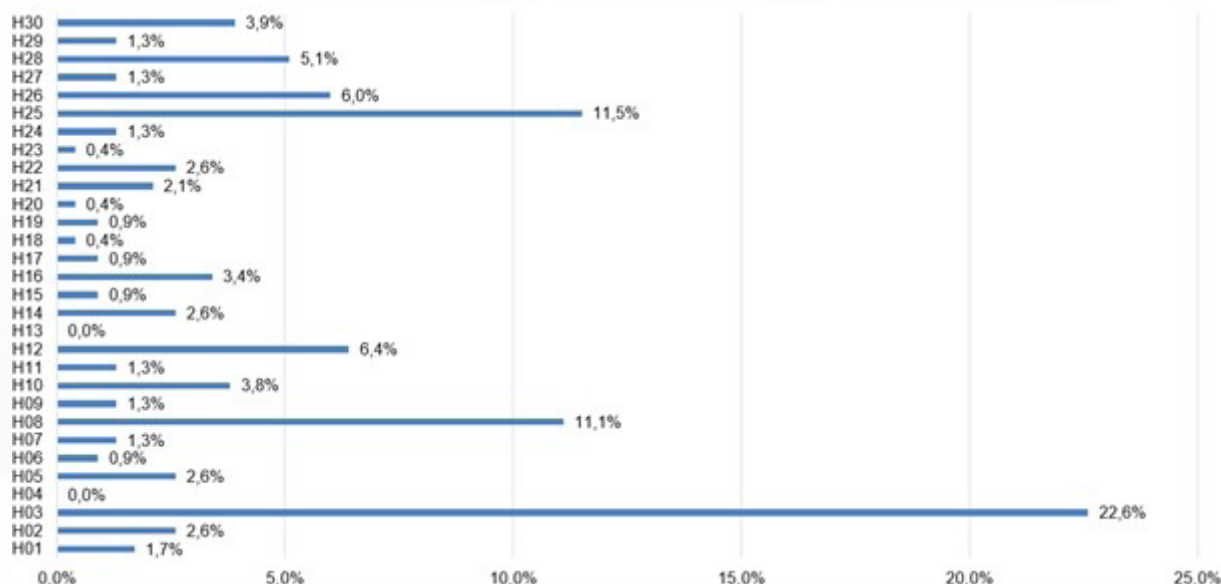
Ao observar o Gráfico 1, é possível verificar que as competências de maior frequência nas provas analisadas foram: C1 – Construir significados para os números naturais, inteiros, racionais e reais (28,50%); C6 – Interpretar informações de natureza científica e social obtidas da leitura de gráficos e tabelas, realizando previsão de tendência, extrapolação, interpolação e interpretação (18,70%); C2 – Utilizar o conhecimento geométrico para realizar a leitura e a representação da realidade e agir sobre ela (14,90%); e a C3 – Construir noções de grandezas e medidas para a compreensão da realidade e a solução de problemas do cotidiano (14,90%).

Corroborando com este estudo, Nascimento *et al.* (2019) mostrou que a competência 1 foi indispensável para a resolução das questões contidas tanto no ENEM 2015 como no ENEM 2016, já que tratavam do reconhecimento no contexto social dos diversos significados e representações dos números e operações - naturais, inteiros, racionais ou reais, sendo imprescindível que o resolvidor entendesse que todos os numerais têm contextos e podem ser geométricos, analíticos, ordinais ou cardinais.

De modo similar, no Gráfico 2, são apresentados os resultados da distribuição dos itens analisados em função das habilidades contidas na Matriz

de Referências do ENEM.

Gráfico 2 - Habilidades gerais da matriz de referência da prova de matemática do ENEM



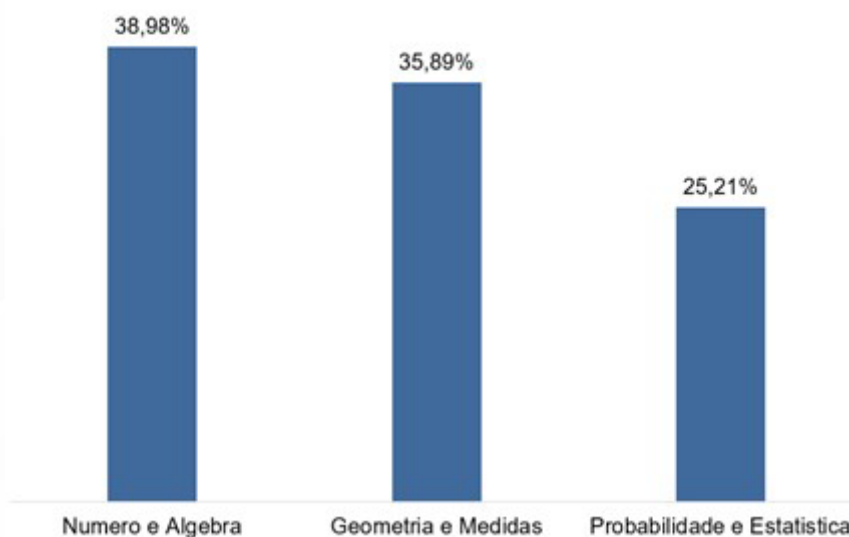
Fonte: Autoria própria (2022).

Podemos observar, no Gráfico 2, que 30 habilidades que constituem a matriz de referência da prova de matemática e suas tecnologias foram contempladas nos itens analisados. Além disso, como mostra no gráfico, a habilidade H3 - Resolver situação-problema envolvendo conhecimentos numéricos foi a de maior recorrência, com percentual de 22,60%. Essa habilidade faz parte do rol que forma a competência 1 (Construir significados para os números naturais, inteiros, racionais e reais).

Percebe-se que existem habilidades que são mais recorrentes do que outras. Diante disso, Rodrigues (2013) ressalta que esse aspecto precisa ser levado em consideração por parte dos responsáveis pela elaboração das questões de matemática do Novo ENEM, de modo a repensar uma ocorrência mais equilibrada entre todas as habilidades contidas nos itens de Matemática.

Acerca dos objetos de conhecimento, a Matriz de Referência do ENEM divide os conhecimentos matemáticos e numéricos, geométricos, de estatística e probabilidade, algébricos e algébricos/geométricos. Reorganizamos as referidas informações, conforme o Gráfico 3.

Gráfico 3 - Objetos de conhecimento da matriz de referência da prova de matemática do ENEM



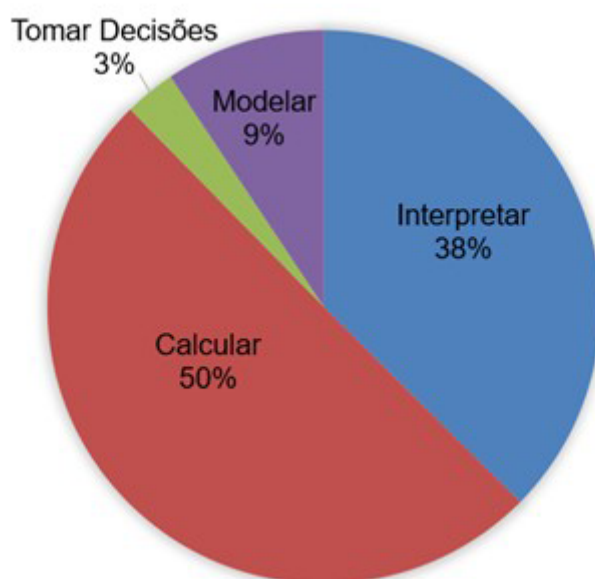
Fonte: Autoria própria (2022).

Dados convergentes foram encontrados por Pereira e Dantas (2011), que analisaram a prova de 2009. Os autores verificaram 33,3% de conhecimentos geométricos; 30% numéricos; 8,9% algébricos; 8,9% algébricos/geométricos; 12,2% estatísticos e 6,7% probabilísticos.

É possível observar que, diferente das habilidades, os objetos de conhecimento possuem uma distribuição mais equilibrada. Embora haja uma diferença de aproximadamente 13% entre o rol de conhecimentos mais e menos recorrentes, devemos levar em consideração que a categoria Números e Álgebra engloba ao menos 2 tipos de conhecimentos da prova de Matemática do ENEM, enquanto Probabilidade e Estatística constituem apenas 1.

Por fim, passamos a discutir as habilidades gerais contidas nas provas de Matemática à luz de um mapeamento anterior desenvolvido por Pereira e Dantas (2011). O Gráfico 4 apresenta uma síntese dos resultados obtidos.

Gráfico 4 - Habilidades gerais da matriz de referência da prova de matemática do ENEM



Fonte: Autoria própria (2022).

Em relação às habilidades gerais analisadas, observamos no Gráfico 5 que os maiores percentuais foram: calcular (50,42%) e interpretar (37,60%). De modo aproximado, Ramalho e Núñez (2011), ao discutirem as habilidades gerais contidas na prova de Ciências da Natureza do ENEM 2009, observaram que interpretar (37,8%) e calcular (17,6%) foram as de maior recorrência.

O fato de áreas do conhecimento distintas possuírem, dentre as habilidades mais frequentes, pontos comuns, indica um caráter transversal do Exame Nacional do Ensino Médio, sobretudo no que se refere às formas de colocar os conhecimentos em ação.

Assim, verificamos um potencial de integração na abordagem dos conteúdos no processo de ensino e aprendizagem da Educação, elencando as principais habilidades desejadas aos discentes e como os diferentes conhecimentos específicos podem ser colocados em ação a partir dessas habilidades gerais.

Conclusão

Enquanto uma das principais avaliações de larga escala do Brasil, o Exame Nacional do Ensino Médio (ENEM) é uma importante fonte de informações para a pesquisa educacional. Diante disso, o presente capítulo teve o intuito de caracterizar a prova de Matemática do ENEM, em função de categorias previamente estabelecidas.

As caracterizações sobre as principais competências, habilidades e objetos de conhecimentos, por meio de uma amostra representativa de itens analisados, nos permitiu inferir quais elementos foram mais enfatizados e quais foram menos recorrentes no período de 2009 a 2021.

É fundamental acompanhar e analisar as edições desse exame, com o intuito de destacar para futuros professores de matemática, bem como professores de matemática em serviço, os conceitos matemáticos, habilidades e competências que são mais abordadas no ENEM. Sendo assim, estes terão possibilidades de conciliar em suas práticas pedagógicas, o currículo de matemática do Ensino Médio, com os aportes do ENEM.

Desta maneira, a interpretação da estrutura das questões de Matemática, o conhecimento de conceitos como: contextualização, interdisciplinaridade, competências e habilidades que são explanadas na Prova de Matemática do Novo ENEM é um passo importante na procura de melhorar o desempenho educacional dos estudantes brasileiros.

Espera-se que este estudo possa auxiliar discussões e reflexões que tenham o “Novo ENEM” ou outras formas de exames como foco, além de dar suporte na reorganização dos conteúdos matemáticos que estão sendo analisados nos levantamentos avaliativos da educação básica.

Referências

BRASIL. **Portaria MEC Nº 438, de 28 de Maio de 1998.** Institui o Exame Nacional Do Ensino Médio – ENEM. 1998.

BRASIL. Ministério da Educação. Secretaria de Educação Média e Tecnológica. **Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio.** Brasília, DF, 1999.

BRASIL. **Portaria nº 264, de 26 de março de 2009.** Instituto Federal de Educação, ciência e tecnologia do Espírito Santo. 2009.

CASTRO, L. G. M. **Análise dos Microdados do ENEM a partir da Teoria da Resposta ao Item.** Dissertação (Mestrado em Modelagem Matemática da Informação) - Fundação Getúlio Vargas, Rio de Janeiro, 2009.

FERREIRA, E. M. **Análise da abrangência da matriz de referência do ENEM com relação as habilidades avaliadas nos itens de matemática aplicados de 2009 a 2013.** Dissertação (Mestrado profissional em matemática) - Universidade de Brasília, Brasília, 2014.

MAY, T. **Pesquisa social:** questões, métodos e processo. Porto Alegre: Artmed, 2004.

NASCIMENTO, M. A.; SOUSA, A. F.; CRUZ, D. B. Matemática e suas Tecnologias: Levantamento dos assuntos contidos no ENEM 2015 e 2016, correlacionando-os às habilidades e competências da matriz de referência do exame. *In:* ENCONTRO BAIANO DE EDUCAÇÃO MATEMÁTICA, 18., 2019. Ilhéus, Bahia. **Anais [...].** Ilhéus, Bahia: EBEM, 2019.

PEREIRA, J. E.; DANTAS, N. M. Conteúdos conceituais e procedimentais envolvidos nas provas de Matemática do ENEM 2009. *In:* RAMALHO, B. L.; NÚÑEZ, I. B. (org.). **Aprendendo com o ENEM:** Reflexões para melhor se pensar o ensino e a aprendizagem das Ciências Naturais e da Matemática. Brasília: Liber Livro, 2011, p. 173-204.

PINHEIRO, G. G. **Análise das questões de química orgânica na prova do Enem para o eixo de ciências da natureza no período de 2010 a 2019.** Trabalho Acadêmico de Conclusão de Curso (Licenciatura em Química) - Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, 2021.

RAMALHO, B. L.; NÚÑEZ, I. B. As habilidades gerais: Reconhecer, interpretar, tomar decisões, calcular, aplicar e explicar na prova do ENEM 2009. *In:* RAMALHO, B. L.; NÚÑEZ, I. B. (org.). **Aprendendo com o ENEM:** Reflexões para melhor se pensar o ensino e a aprendizagem das Ciências Naturais e da Matemática. Brasília: Liber Livro, 2011, p. 85-110.

ROCHA, D. S.; ANTUNES, M. M. S.; MACHADO, L. B. estatística no novo enem no período de 2009 a 2017: reflexões para a prática pedagógica dos professores de matemática. **Educação Matemática Pesquisa**, São Paulo, v. 1, n. 4, p. 453-555, 2021.

RODRIGUES, M. U. Análise das questões de matemática do novo ENEM (2009 a 2012): reflexões para professores de matemática. *In:* ENCONTRO NACIONAL DE EDUCAÇÃO MATEMÁTICA, 11., Curitiba, PR. **Anais [...].** Curitiba, PR: ENEM, 2013.

A utilização do geoespaço como recurso didático para o ensino de prismas e pirâmides

Paulo Eugênio Filgueira de Sousa¹

Rochelande Felipe Rodrigues²

Introdução

A matemática é de fundamental importância para a sociedade porque é uma ciência que está presente na economia, na música, na dança, na informática, na agricultura, na medicina e em outros ramos da ciência e, portanto, as pessoas estão intimamente relacionadas às suas aplicações. Apesar de sua grande relevância, a matemática ainda vivencia muitos obstáculos no processo de ensino e aprendizagem que precisam ser enfrentados e solucionados.

Durante todo o período de vivência escolar nos encontramos com relatos de professores que dizem que a matemática precisa se tornar mais fácil, ou pelo menos compreensível. Para Santos, França e Santos (2007, p. 26), “o educando sente vergonha por não aprendê-la”. Isto posto, os professores identificam na voz dos alunos uma forte angústia por muitas vezes não conseguirem acompanhar o processo de aprendizagem de forma proveitosa, produzindo uma espécie de bloqueio por propagarem a ideia de que a matemática é uma disciplina considerada para poucos e de difícil acesso, principalmente no que se refere à necessidade de muitas vezes ter que se exigir muito do pensamento abstrato, para que se possa identificar e solucionar alguns problemas ou expressões matemáticas, ou até mesmo pela representação de formas geométricas nem sempre de fácil visualização.

¹ Aluno do curso de Licenciatura em Matemática do IFE (Instituto de formação de Educadores) da Universidade Federal do Cariri (UFCA), Brejo Santo, CE.

Endereço eletrônico: paulo.eugenio@aluno.ufca.edu.br

² Doutor em Ciências Naturais e Matemática pela Universidade federal Rural de Pernambuco (UFRPE), Recife, PE. Mestre em Ensino das Ciências pela Universidade federal Rural de Pernambuco (UFRPE), Recife, PE. Professor da Universidade Federal do Cariri (UFCA), Brejo Santo, CE. Endereço eletrônico: rochelande.rodrigues@ufca.edu.br

Desse modo, segundo Oliveira, Souza e Costa (2018), ocorre uma rejeição dos alunos quanto ao estudo da matemática, os quais se enxergam incapazes de produzir e participar das aulas de maneira ativa, gerando uma imagem negativa da disciplina e do que está sendo estudado, o que prejudica o aprendizado destes, uma vez que não conseguem desenvolver estímulos em seus estudos.

Dessa forma, os PCN/Matemática (1997) afirmam que as discussões no contexto da educação matemática no Brasil e em outros países têm mostrado a necessidade de adequar o trabalho escolar a uma nova realidade caracterizada pela presença crescente da matemática em todas as áreas da atividade humana. Entre os obstáculos que o Brasil enfrenta no ensino de matemática, destacam-se a falta de formação profissional qualificada, limitações relacionadas às condições de trabalho, falta de políticas educacionais efetivas e incompreensão dos conceitos de ensino (FIORENTINI, 2008).

O ensino de geometria, como outros ramos da matemática, tem suas dificuldades e sua importância. Estudá-la é descobrir conhecimentos interessantes sobre pontos, linhas e planos, bem como determinar o comprimento, a área e o volume de figuras geométricas de diferentes formas e em diferentes espaços (SANTOS; BARBOZA, 2017). A geometria espacial, por sua vez, é o estudo de pontos, retas e planos no espaço. As figuras geométricas espaciais têm três dimensões: comprimento, altura e largura, e estas dimensões podem ser estudadas em cones, cubos, cilindros, prismas, pirâmides e esferas.

Durante o processo de ensino das características e particularidades de cada figura geométrica espacial citada, é comum encontrarmos muitas dificuldades de aprendizagem dos conceitos matemáticos ali empregados, pois em muitas das vezes os alunos não acompanham o ritmo em que se ensina a disciplina por não presenciarem o processo da forma que o mesmo acontece, e assim não associam as informações que estão sendo passadas (SANTOS; BARBOZA, 2017).

Nesses casos, os professores podem usar recursos que permitam os alunos compreenderem abstrações e perceberem suas conexões com a realidade. Uma das razões pelas quais os alunos têm dificuldades de aprendizagem é que os professores muitas vezes ensinam apenas o que estão discutindo usando lousas e giz, ou seja, usam representações planas para representar objetos tridimensionais, isso torna o assunto abstrato e de difícil visualização de objetos

3D, tornando o processo cansativo e desmotivante para os alunos.

Com isso, recursos didáticos que auxiliem no processo de ensino-aprendizagem devem ser cada vez mais utilizados, pois segundo o que defende Lorenzato (2006), nesses casos a aprendizagem se torna mais expressiva.

Ainda segundo os PCN/Matemática (1997), não existe um caminho que possa ser considerado o único e melhor caminho para ensinar qualquer disciplina, especialmente matemática. Portanto, para que os professores construam sua própria prática, é necessário compreender as diferentes possibilidades de trabalho em sala de aula, pois alguns recursos como a resolução de problemas, história da matemática, materiais manipuláveis e jogos são fundamentais para esse processo.

Nesse sentido, essa pesquisa justifica-se pela necessidade de apresentar uma ferramenta didática capaz de beneficiar o ensino de matemática por meio de um material didático manipulável, como forma de exemplificar o que está sendo estudado nas aulas desta disciplina, e dar suporte aos professores que ministram esses conteúdos.

O objetivo geral da pesquisa é apresentar o Geoespaço como uma importante ferramenta pedagógica, que visa auxiliar os professores durante as aulas de matemática, especialmente nas aulas de geometria espacial e, em particular, no estudo de prismas e pirâmides.

Assim, a pesquisa se caracteriza como uma revisão de literatura sobre esse recurso didático, a fim de que se possa buscar suporte teórico para apresentá-lo como proposta de ensino para as aulas da disciplina, e por fim, poder descrever os benefícios de uma educação matemática mais participativa e inclusiva, por meio da utilização desse recurso pedagógico que pode ser um importante aliado para os professores da disciplina.

Fundamentação teórica

A geometria é um ramo da matemática que lida com linhas, formas, pontos, curvas e superfícies. A palavra geometria é derivada de duas palavras gregas: *geo*, que significa terra, e *metrein*, que significa medir. Várias pessoas

descobriram aspectos e conceitos que ajudaram a evoluir e aumentar nosso conhecimento de geometria ao longo do tempo, começando com as eras antigas até os tempos atuais e modernos (RODRIGUES; SABIÃO, 2019).

A geometria começou com a necessidade de medir formas. No Egito, o faraó tributava os agricultores que cultivavam suas plantações junto ao rio Nilo. Para calcular o imposto, eles tiveram que aprender a medir a área de terra usada por cada morador. No entanto, o mais famoso acontecimento considerado como o início da geometria são as pirâmides no Egito. Em 2900 a.C., os egípcios usaram o que hoje chamamos de “geometria básica” para construir as pirâmides, um fundo quadrado com quatro faces triangulares (RODRIGUES; SABIÃO, 2019).

A geometria está presente em vários lugares, na escola, no trabalho e em nossas casas, estamos cercados por formas, linhas, pontos e dimensões. Os homens e mulheres que constroem um arranha-céu usam a geometria para decidir a altura da construção, quais formas as janelas devem ter ou qual o comprimento dos corredores internos. A NASA (Administração Nacional da Aeronáutica e Espaço) que trabalha com astrociência também usa geometria para estudar os planetas e as estrelas, que podem ser representadas por formas geométricas, tentando descobrir a área e a superfície do espaço sideral (D’AMBRÓSIO, 2012).

Então pode-se ver que a Geometria tem em sua essência os estudos sobre posição e deslocamentos no espaço, formas e relações entre elementos de figuras planas e espaciais, objetivando o desenvolvimento do pensamento Geométrico nos alunos. Portanto, é necessário trabalhar com os alunos em sala de aula para que eles possam construir essas relações, deve-se ensinar geometria de uma maneira que permita que os estudantes compreendam e explorem o ambiente em que vivem, seja na escola ou no dia a dia fora dela, mas que permitam aos alunos poderem identificar formas geométricas e conceitos matemáticos presentes em seu cotidiano.

Nesse sentido, Carvalho (2017) apresenta uma perspectiva bastante sensata quando afirma que os participantes de uma modalidade de recursos interativos se engajam não apenas na condição de aprendizes, mas também com o propósito de produtores de conhecimento, com o intuito de compartilhá-los em um grupo de estudos.

Dessa forma, os alunos podem adquirir algumas habilidades para o seu

desenvolvimento, mas acabam se limitando a memorizar fórmulas e definições para resolução de exercícios e avaliações futuras, ou seja, não têm essas habilidades estimuladas, podem até ser adquiridas posteriormente, mas isso pode atrasar o aprendizado, o que é lamentável dada a sua importância. Para Souza (2007), o material a ser utilizado nas aulas deve proporcionar ao aluno o estímulo à pesquisa e à busca de novos conhecimentos, com o propósito de fazê-lo adquirir a cultura investigativa.

Com isso, partimos de um pressuposto sobre possível aperfeiçoamento das práticas didáticas de ensino na disciplina de matemática, utilizando-se de métodos e ferramentas para o mesmo, com apoio de material concreto, como principal aliado da aprendizagem.

Apresentaremos a seguir o Geoespaço como exemplo de uma dessas ferramentas e as suas aplicações em sala de aula, abordando as limitações e as problemáticas enfrentadas por professores e alunos das escolas brasileiras relacionadas ao uso de práticas pedagógicas no ensino, e quanto a formação de qualidade para os docentes que irão desenvolver a oficina educativa.

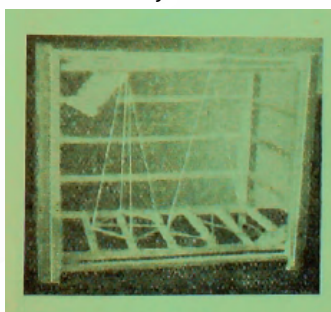
Conhecendo o Geoespaço

O Geoespaço é um material didático manipulável criado para se adaptar à realidade das escolas com baixo recurso financeiro, por ser de fácil acesso para confecção, embora ressaltamos exigir algumas habilidades e materiais específicos. Ele possibilita trabalhar com geometria espacial em sala de aula, facilitando a representação de modelos tridimensionais, evitando-se recorrer apenas às figuras planificadas (no quadro ou no livro). O material deve ser proposto como atividade de visualização dos modelos estudados, e também como forma de abordar toda investigação feita pelo professor a partir dos assuntos trabalhados em sala (LORENZATO, 2006).

Ainda segundo Lorenzato (2006, p. 50), o Geoespaço é um Material didático “adaptado” e “evoluído” no LEPAC (Laboratório de estudo e pesquisa da aprendizagem científica, da UFPB), baseado em um material sugerido para construção e o estudo de primas e pirâmides em uma publicação de uma amostra de materiais concretos para o ensino de matemática, realizada em Madri em

1958, como mostra a figura a seguir.

Figura 1 - 1ª edição do Geoespaço



Fonte: Adam (1958).

O evento descrito acima foi promovido em Madri, em 1958, e reuniu grandes pesquisadores e estudiosos na área da educação e ensino de matemática, a fim de expor modelos de objetos e protótipos que pudessem contribuir para o ensino de matemática, seja de maneira direta ou indireta servindo como auxílio para os professores e alunos que compõem o ciclo de aprendizagem nas aulas dessa disciplina (ADAM, 1958).

Nesse congresso, foram apresentados vários materiais didáticos, desenvolvidos por cada pesquisador, e colocados a um estudo coletivo ali entre os participantes, eles podiam explorar cada material e dar suas contribuições, de maneira prática e proveitosa, como forma de adaptar o material e criar alguma finalidade a mais se julgassem necessário, até mesmo a metodologia que deveria ser trabalhado em sala.

Adam (1958) nos mostra que esse evento aconteceu semelhante a um encontro realizado por qualquer grupo de pesquisadores de uma determinada área. Cada membro tinha um espaço aberto para divulgar seu trabalho que a princípio era individual, bem como tinham vez e voz para sugerir alguma contribuição para o material apresentado ali, para estudo e ensino dos conteúdos de matemática.

Dentre os vários materiais ali expostos, podemos destacar um protótipo que serviu como base para a criação e confecção do material aqui descrito nessa pesquisa. O espaço geométrico físico sugerido na amostra de materiais manipuláveis de Madri, ainda tem seus traços preservados até hoje, mesmo depois de adaptado e evoluído aqui no Brasil, por um grupo de pesquisadores da Universidade Federal da Paraíba UFPB, que percebendo a necessidade de criação de um material que possibilitasse descrever figuras geométricas espaciais,

iniciaram um estudo sobre educação matemática e começaram a desenvolver o Geoespaço (espaço geométrico) (LORENZATO, 2006).

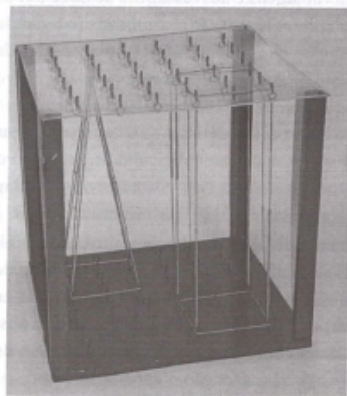
Apartir de então, o LEPAC percebeu a necessidade de criação de um material que possibilitasse descrever as figuras geométricas espaciais. Sendo assim, desenvolveu todos os estudos necessários para a criação e aperfeiçoamento do recurso manipulável, a fim de estabelecer maneiras de se construir e realizar o estudo de prismas e pirâmides, apropriando-se de conteúdos sugeridos pelos livros didáticos, procurando fazer uma ponte do conhecimento entre a teoria matemática que existe por trás de cada assunto e as técnicas utilizadas para uma melhor compreensão por parte dos alunos.

O recurso didático apresentado acima, quando trabalhado em sala de aula, não possui estratégia de vitória, pois não é apresentado com a finalidade de um jogo, mas como uma ferramenta que melhora a visualização dos sólidos estudados, e por sua vez a fixação dos conteúdos matemáticos. Lorenzato (2006) afirma que, para chegar ao abstrato, é preciso partir do concreto. Este, por sua vez, pode ser interpretado como palpável ou manipulável, de forma mais ampla inclui as imagens gráficas e imagens de modelos tridimensionais como os que podem ser construídos com a utilização dessa ferramenta de ensino.

O Geoespaço é um material didático manipulável composto por duas bases (superior e inferior), sendo a inferior de madeira e a base superior que também pode ser de madeira ou de material semelhante, mas que em muitas vezes é utilizado um material acrílico, que possui característica transparente e facilita a visualização do que está sendo feito no interior do material. Essas bases são fixadas uma a outra por quatro hastes de madeira em mesmo formato e mesma altura, podendo ter aspecto arredondado ou quadrangular. Essas hastes quando fixadas nas bases de madeira formam uma estrutura parecida como a de uma caixa, sendo que aberta, e facilitando a visualização do que está sendo estudado ou proposto.

Na Figura a seguir apresentamos o modelo criado com as contribuições do grupo de pesquisadores do LEPAC e com as adaptações que foram realizadas a partir de todos os estudos realizados por eles e relatados aqui nesta pesquisa.

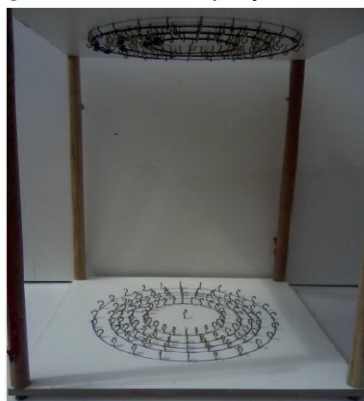
Figura 2 - Geoespaço desenvolvido no LEPAC



Fonte: Lorenzato (2006).

Em geral, existem alguns modelos diferentes que podem ser produzidos a partir do modelo inicial proposto pelo (LEPAC), entre eles podemos citar o Geoespaço circular, criado pelo grupo de estudos e planejamento de atividades matemáticas (GEPLAM) vinculado ao programa de pós-graduação em ensino de Ciências Exatas da Universidade Federal de São Carlos (KUSUKI, 2014). Este foi desenvolvido sobre os mesmos moldes do modelo exposto acima, mas com a finalidade de estudar figuras com características circulares, como podemos observar na figura a seguir.

Figura 3 - Geoespaço Circular



Fonte: Kusuki (2014).

Nesse Geoespaço é possível fazer a representação de cilindros e cones retos ou oblíquos. A partir da representação do cilindro no Geoespaço circular é possível visualizar o raio da base, a altura do cilindro, a seção meridiana, calcular sua área lateral, sua área da base e seu volume. Já na representação de um cone no Geoespaço, é possível visualizar o raio da base, a altura do cone, a geratriz

do cone, a secção meridiana, calcular a área da base, a área lateral e o volume (KUSUKI, 2014).

Também é possível construir um tronco de cone e um cone inscrito em um cilindro de mesma base, podemos calcular o volume do tronco do cone e a relação entre o volume do cilindro e do cone. Outra importante atividade que pode ser construída a partir do Geoespaço circular é a visualização e o cálculo do volume de uma secção do cone ou cilindro a partir do centro da base, como o cálculo do volume de $\frac{1}{4}$ do cilindro.

Para Kusuki (2014), é fundamental estudar os conceitos e objetos geométricos do ponto de vista experimental e indutivo, explorar aplicação da geometria a situações da vida real e utilizar diagramas concretos na construção conceitual em geometria, pois estas constituem experiências de aprendizagem importantes de acordo com as recomendações curriculares.

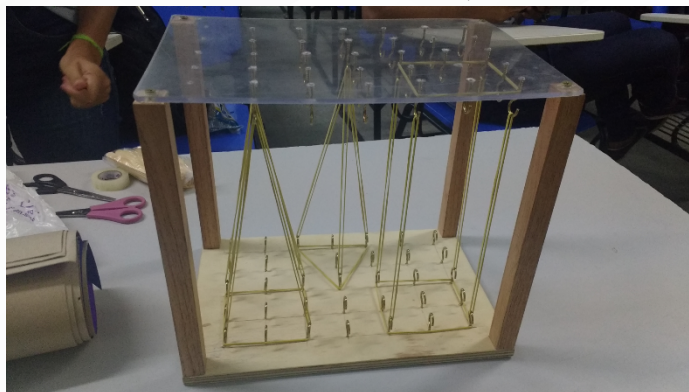
Outro modelo de estudo desenvolvido é o Geoespaço quadrangular, que será o nosso objeto de estudo aqui nessa pesquisa. Esse, por sua vez, tem características já descritas acima e como exemplificado na Figura 2 pelo modelo do Geoespaço desenvolvido no LEPAC. Mostraremos a seguir os materiais necessários para a confecção dessa ferramenta de ensino, bem como as potencialidades de se utilizar esse material didático nas aulas de matemática, em especial ao estudo de prismas e pirâmides, trabalhados de forma prática e objetiva pelo professor, por meio desse instrumento pedagógico.

Para a confecção do Geoespaço quadrangular são necessárias as duas bases (superior e inferior) como no outro modelo descrito, sendo a inferior de madeira e a superior de acrílico, pois o acrílico é um importante aliado para melhorar a visualização dos modelos que irão ser criados para estudo, ali no interior do material. Além dessas bases, iremos precisar de quatro hastes de madeira de mesmo formato e tamanho, para que sejam fixadas as bases uma a outra e assim seja possível a formação dessa estrutura tridimensional, que ao ser montada possuirá largura, que é determinada pelo tamanho das bases, comprimento, que também dependerá da dimensão das bases, e altura, que está diretamente ligada à dimensão das quatro hastes de madeira que dão sustentação às bases.

Feito isto, a estrutura estará pronta para receber as figuras geométricas

que serão estudadas e investigadas pelos alunos na aula. Para a construção dessas figuras geométricas iremos precisar de ganchos de cobre que serão colocados fixos nas duas bases de modo semelhante ao de um parafuso, para dar sustentação aos elásticos que serão postos entre as duas bases como forma de representar as arestas e faces da figura produzida. Esses elásticos são produzidos em material de fios de borracha natural, possibilitando fácil manuseio por parte de quem manipulará. A maneira que cada liga de elástico estiver sendo colocada entre as bases sobre o encontro de um gancho e outro, uma figura vai se formando e assim o professor pode ir ministrando sua aula e colocando o assunto estudado no centro da atividade manipulativa. A seguir é possível perceber o modelo do Geoespaço aqui exposto, bem como suas características e potencialidades após as figuras já construídas.

Figura 4 - Geoespaço Quadrangular (espaço geométrico)



Fonte: Acervo Próprio.

Semelhante ao Geoespaço construído no LEPAC, o modelo apresentado acima tem características retangulares, mas que preservam as mesmas finalidades e potencialidades do modelo quadrangular, permite trabalhar com as mesmas figuras geométricas que o outro modelo, variando apenas o formato do material didático, que pode ser construído em base quadrada ou retangular, a depender da necessidade e das condições de cada professor para a confecção do material.

O modelo que apresentaremos como proposta de ensino obedecerá o formato retangular, como mostra a Figura 4 acima, e é formado por duas placas retangulares, uma de madeira e a outra em acrílico medindo 30x20 cm cada, quatro hastes de madeira em formato de quadrangular com 30cm de altura, 70 ganchos de cobre, 8 parafusos para fixar as bases junto às hastes de madeira,

bem como elásticos de várias cores.

Nas bases do material didático são desenhadas malhas quadriculadas, sendo que cada quadrado possui 4cm de lado, em seguida são feitos furos nos cantos dos quadrados da malha de modo que em cada furo é fixado um gancho de cobre, a fim de dar sustentação aos elásticos que representarão as medidas das arestas que irão compor a figura construída. Logo após, a base superior de acrílico e inferior de madeira serão parafusadas nas hastes de madeira, formando o material didático já exemplificado na figura anterior.

Nesse Geoespaço é possível fazer a representação de prismas e pirâmides de diversas bases, sendo elas retas ou oblíquas. A partir da representação de um prisma no Geoespaço é possível determinar o número de arestas, vértices e faces, calcular a área lateral e a área da base, calcular o comprimento de uma diagonal da face ou comprimento de uma diagonal do prisma, bem como calcular o seu volume. Já na representação de uma pirâmide no Geoespaço também é possível determinar o número de arestas, vértices e faces, visualizar altura da pirâmide, calcular área lateral, área da base, bem como o seu volume. É possível ainda construir no Geoespaço o tronco de uma pirâmide, uma pirâmide inscrita em um prisma de mesma base, bem como representar a relação entre o volume de uma pirâmide e um prisma (KUSUKI, 2014).

De acordo com Lorenzato (2006), existem diferenças entre fazer uma representação gráfica e o uso de um material didático manipulável para exemplificar uma ideia, porque, apesar de todas as contribuições de perspectiva, a representação gráfica não retrata as reais dimensões e posições dos lados e faces de um objeto, e assim dificulta a compreensão da ideia em questão. Já o uso do material manipulável em sala de aula facilita a observação e a análise, desenvolvendo o raciocínio lógico, crítico e científico, tendo um papel fundamental para o ensino experimental e sendo um excelente auxiliar na construção dos conhecimentos em geral. Além disso, leva o aluno a realizar diversas observações e constatações, que dificilmente seriam atingidas sem o uso da ferramenta didática.

A BNCC (BRASIL, 2017) propõe aos professores ações e métodos para que os alunos desenvolvam habilidades em inferir, calcular e aplicar geometria e medição na vida cotidiana. Enfatiza-se habilidades relacionadas ao estudo

da geometria espacial que são relevantes para o que será explorado durante a aplicação das questões colocadas no material didático. São elas:

(EM13MAT309) Resolver e elaborar problemas que envolvem o cálculo de áreas totais e de volumes de prismas, pirâmides e corpos redondos em situações reais (como o cálculo do gasto de material para revestimento ou pinturas de objetos cujos formatos sejam composições dos sólidos estudados), com ou sem apoio de tecnologias digitais.

(EM13MAT504) Investigar processos de obtenção da medida do volume de prismas, pirâmides, cilindros e cones, incluindo o princípio de Cavalieri, para a obtenção das fórmulas de cálculo da medida do volume dessas figuras. Trata-se de habilidades que estão direta ou indiretamente ligadas com essa abordagem metodológica, pois com ela busca-se proporcionar momentos de construção de conhecimento geométrico para que os estudantes consigam dialogar sobre, construir reflexões, interpretar e resolver situações problemas propostos naquele momento e, todavia, posteriores problemas rotineiros do mundo que o cerca (BRASIL, 2017).

Dada à geometria espacial, o material em estudo é uma grande ajuda no ensino do conteúdo. Muitos alunos têm dificuldade porque não entendem a visualização de como são as figuras, embora o professor tenha desenhado na lousa como elas seriam, o aluno poder tocar nas representações dessas formas geométricas, o que lhe dá uma melhor capacidade de compreender sua natureza e estabelecer relações com os objetos na realidade. É importante ressaltar que devem ser considerados os pontos fortes e fracos do material que será utilizado, bem como os objetivos do exercício que será proposto, pois cada um deles possui limitações que influenciam em sua utilização (SANTOS; BARBOZA, 2017).

Metodologia

A metodologia é um instrumento indispensável frente aos problemas científicos que se apresentam, pois permite a operabilidade, técnica ou lógica, por meio do qual o pesquisador consegue se aprofundar em determinada área, o que constitui uma finalidade do ensino.

Para Gil (2008), a cientificidade de um trabalho exige um processo mental e técnico a fim de que seja validado e aceito pela comunidade científica. Em

suma, é preciso empregar um método capaz de conseguir obter o conhecimento. Dessa maneira, o método é a forma pela qual o pesquisador irá conseguir o objetivo proposto.

Assim, o presente estudo contou inicialmente com uma revisão de literatura para a construção de um referencial teórico sobre o objeto de estudo, “A utilização do Geoespaço como ferramenta didática para o ensino de prismas e pirâmides”, para melhor sedimentar este trabalho e permitir que pudéssemos conhecer suas potencialidades.

A pesquisa baseia-se num trabalho de revisão bibliográfica, onde se realizou uma investigação de como e o quanto esse material didático ao ser aplicado nas aulas de matemática contribui para uma efetiva aprendizagem dos conceitos matemáticos envolvidos no estudo de prismas e pirâmides, dois importantes conceitos estudados na geometria espacial.

Sobre a pesquisa bibliográfica, Gil (2008) explica que consiste no levantamento bibliográfico sobre as principais teorias que orientam o trabalho científico, podendo ser realizada a partir de livros, periódicos, artigo de jornais, sítios eletrônicos, entre outras fontes.

Assim, a busca pelo material foi realizada por meio de livros e através do portal de Periódico da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), Biblioteca Digital Brasileira de Teses e Dissertações (BDTD), o buscador Google Acadêmico e a *Scientific Eletronic Library Online* (SCIELO). Após a seleção do material, foram feitas várias leituras, discussões e fichamentos para obtenção dos conceitos relacionados ao tema.

É importante destacar que durante a pesquisa foi realizado apenas um estudo teórico desse recurso pedagógico e também a confecção de uma unidade do Geoespaço, a fim de se ter uma amostra do objeto estudado e poder, ao final desta pesquisa, apresentá-lo como uma importante proposta para o ensino desses conteúdos.

Discussão dos dados

O estudo de matemática envolve a formulação de questões, análise e filtragem de informações, que podem ou não ocorrer em um cenário puramente matemático. Quando essas pesquisas envolvem a situação real dos alunos, o trabalho torna-se ainda mais interessante considerando novas possibilidades para aprendizagem e interesse dos alunos, bem como o fato de que eles estarão aprendendo novos conceitos. Além disso, além de trazer à tona discussões enriquecedoras do conhecimento, também é importante que os professores interajam com os alunos da melhor maneira possível, atentando para as preocupações e oferecendo auxílio quando necessário (MONTENEGRO, 2019).

No entanto, o objetivo dessa pesquisa é apresentar uma ferramenta de ensino capaz de permitir ao aluno formular possíveis representações dos sólidos geométricos estudados e suas soluções, o que possibilita ao aluno agir de maneira diferente da forma tradicional, ou seja, melhorando a visualização desses objetos em 3D, além de proporcionar a troca de conhecimento entre eles nos trabalhos em grupo, o que é importante para beneficiar o ensino de matemática, especialmente nas aulas de geometria espacial.

A capacidade que o Geoespaço oferece de trazer figuras espaciais para o concreto ajuda os alunos a interagir com a aula, permitindo que o conteúdo do livro didático seja comparado com as formas existentes em nosso ambiente de vida. Desta forma, incentiva-se a criar gráficos na mente, construídos assim no Geoespaço, ou seja, materializando as suas ideias e conseguindo distinguir entre regular e irregular. Esse processo ancora melhor o conteúdo, uma vez que os alunos dão vida às suas ideias para que possam compreender melhor os conceitos que regem a geometria do espaço (KUSUKI, 2014).

Além disso, a manipulação do material em estudo amplia a percepção espacial dos alunos, pois eles entram em contato direto com os objetos propostos e ainda aprendem a construir a estrutura inerente às questões propostas nos exercícios, permitindo-lhes identificar as propriedades dos sólidos. Isso nos mostra que, de fato, o material estimula a capacidade de pensar dos alunos e pode tornar a sala de aula mais envolvente, proporcionando um desenvolvimento cognitivo mais satisfatório.

Para Kusuki (2014), a dificuldade em abstrair e imaginar sólidos geométricos (prismas, pirâmides, entre outros) se deve ao fato de a geometria ser um campo matemático que requer experimentação por meio de atividades concretas cuja análise de “modelos matemáticos” remete a situações reais. Essa análise só pode ser feita satisfatoriamente se os envolvidos compreenderem tal referência, fato que ocorre por meio da manipulação de “objetos matemáticos” concretos que auxiliam os alunos a compreender e abstrair (SILVA; LOPES, 2019).

Assim, para solucionar os obstáculos no ensino desses conteúdos, o Geoespaço foi escolhido por se tratar de um material didático adequado para construir e analisar esses modelos geométricos, pois eles não são estáticos e podem ser alterados conforme necessário, permitindo a construção de atributos que contribuem para as visualizações dos sólidos, tais como em: diagonais, alturas, apótemas, face, área e volumes.

Dessa forma, a pesquisa aqui apresentada evidencia o conjunto de habilidades e possibilidades que os materiais concretos (em especial o Geoespaço) proporcionam às aulas de matemática, quando são utilizados de maneira didática e com fins voltados para o ensino, contribuindo para um aperfeiçoamento dos níveis de aprendizagem e participação dos alunos nas aulas de matemática.

Conclusão da pesquisa

De fato, o ato de se manipular algo, ou algum objeto, transcende a ideia de apoio ao visual, como maneira de conseguir aprender através de representações impressas pelos materiais manipuláveis. Nesse contexto, Lorenzato (2006) afirma que a potência desses materiais em um processo pedagógico depende da maneira em que o material está inserido, concluindo que esta, por si só, não apresenta efeito algum, por essa razão precisa essencialmente do “professor” para que suas contribuições sejam aproveitadas.

Lorenzato (2006) afirma ainda que o professor de matemática, ao planejar sua aula, precisa saber se será conveniente, ou necessário, o uso de material didático em sala, se facilitará a aprendizagem e qual o material mais adequado para essa aula. O professor deve conhecer a importância do uso de material

didático em sala de aula, qual o material mais adequado, o momento ideal para o seu uso, além de como este material deve ser utilizado. A compreensão da metodologia a ser utilizada em sala de aula bem como das estratégias de ensino serão fundamentais no processo de ensino-aprendizagem.

É preciso também que o professor se mostre como pesquisador, para estar sempre estudando e vivenciando o conteúdo que será trabalhado, além de elaborar uma melhor forma de trabalhar o conhecimento. É preciso que o professor conheça a fundo a matemática e tenha total domínio das formas e modelos envolvidos na ferramenta de ensino. Para Souza (2007, p. 111), “o professor não deve ter o recurso didático como o Salvador da Pátria ou que este recurso, por si só, trará o aluno à luz do entendimento do conteúdo”.

No processo de ensinar e aprender, o professor precisa compreender as diferentes possibilidades de trabalho em sala de aula para estabelecer sua própria prática. O mesmo acontece com o uso de recursos que permitem aos alunos compreender conceitos abstratos e perceber sua conexão com a realidade.

Nesse sentido, o uso do Geoespaço tem possibilitado estimular e facilitar o aprendizado, inspirando os alunos, estimulando sua curiosidade e tornando as salas de aula mais dinâmicas, resultando em um melhor desempenho nas aulas de matemática.

Referências

ADAM, P. P. **El material didático matemático actual**. Madri, Espanha: Inspeccion central de Enseñanza Média, 1958.

BRASIL. Ministério da Educação. **Base Nacional Comum Curricular**. Brasília. Disponível em: <http://basenacionalcomum.mec.gov.br/>. Acesso em: 20 out. 2022.

BRASIL. **Secretaria de Educação Fundamental**. Parâmetros Curriculares Nacionais: Matemática. Brasília: MEC/SEF, 1997.

CARVALHO, R. L. **Contribuições do Campo Conceitual Multiplicativo para a Formação Inicial de Professores de Matemática com Suporte das Tecnologias Digitais**. 2017. 183 f. Tese (Doutorado em Educação) – Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2017.

D'AMBRÓSIO, U. **Educação Matemática: da teoria à prática**. 23. ed. Campinas: Papirus, 2012.

FIORENTINI, D. A pesquisa e as práticas de formação de professores de Matemática em face das políticas públicas no Brasil. **Bolema**, Rio claro, v. 21, n. 29, p. 43-70, 2008.

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

KUSUKI, Luiz Rodolfo. **Um estudo das potencialidades pedagógicas de atividades exploratórias-investigativas com o material didático geoespaço**. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências Exatas) - Universidade Federal de São Carlos, UFSCar, São Carlos, 2014.

LORENZATO, S. **O laboratório de ensino de matemática na formação de professores**. Campinas: Autores Associados, 2006.178 p.

MONTENEGRO, Andréa. **Uma breve revisão da literatura de van hiele sobre a geometria no livro didático do ensino fundamental**. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Matemática) - Universidade Estadual da Paraíba, Centro de Ciências e Tecnologia, 2019.

OLIVEIRA, D. H; SOUZA, K. D. F; COSTA. P. B. A. A Fabricação e a utilização do material manipulável geoespaço no âmbito escolar para uma melhor compreensão das figuras tridimensionais. *In*: ENCONTRO NACIONAL DAS LICENCIATURAS, 7., 2018, Natal, RN. **Anais [...]**. Campina Grande: Realize Editora, 2018. Disponível em: <https://www.editorarealize.com.br/artigo/visualizar/51756>. Acesso em: 20 out. 2022.

RODRIGUES. Rosimeire dos Santos; SABIÃO, Roseline Martins. A história da matemática e a importância da geometria. **Revista Científica Multidisciplinar Núcleo do Conhecimento**, [s. l.], ano 04, 6. ed., v. 01, p. 96-110, jun. 2019. ISSN:2448-0959.

SANTOS, E. A.; BARBOZA, P. L. Matemática e tecnologia: analisando a contribuição do software Geogebra 3D para o processo de ensino e aprendizagem de Geometria Espacial. *In*: CONGRESSO NACIONAL DE PESQUISA E ENSINO EM CIÊNCIAS, 4., 2017, Campina Grande, PB. **Anais [...]**. Campina Grande, PB: Realize Editora, 2017. Disponível em: <https://www.editorarealize.com.br/index.php/artigo/visualizar/37412>. Acesso em: 20 out. 2022.

SANTOS, J. A; FRANÇA, K. V; SANTOS, S. B. **Dificuldades na aprendizagem de Matemática**. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Matemática) – Centro Universitário Adventista de São Paulo, São Paulo, SP, 2019.

SILVA, Sandra Aparecida Fraga; LOPES, Anemari Roesler Vieira Luersen. Pesquisas brasileiras sobre geometria: contribuições da perspectiva históricocultural. **Alexandria: Revista de Educação em Ciência e Tecnologia**, [s. l.], v. 12, n. 2, p. 215-239, 2019.

SOUZA, S. E. **O uso de recursos didáticos no ensino escolar**. Infância e Práticas Educativas, I-Encontro de Pesquisa em Educação, IV Jornada de Prática de Ensino, XIII Semana de Pedagogia da UEM, Maringá. PR, 2007.

Resolução de problemas como ferramenta para o estudo de Mínimo Múltiplo Comum (MMC)

*Maria Rosângela dos Santos Alves*¹

*Wilter Freitas Ibiapina*²

Introdução

A Matemática está inserida no cotidiano, assim como em outras áreas do ensino, sendo considerada importante para estimular e desenvolver estratégias acerca do conhecimento humano, sendo uma área relevante para a compreensão do meio em que o sujeito está inserido.

Contudo, no âmbito escolar, pode-se perceber que muitos professores de Matemática encontram no dia a dia da sala de aula muitos desafios para ensinarem Matemática, dentre os quais pode-se destacar, conforme Maior e Trobia (2009, p. 3), “a falta de interesse dos alunos, a não relevância de alguns conteúdos de ensino, metodologias inadequadas e, as próprias condições em que desenvolvemos a nossa prática educativa”. Nesse sentido, pode-se perceber que são necessárias novas alternativas para se ensinar Matemática para que haja a ampliação do conhecimento de práticas pedagógicas para serem utilizadas em sala de aula.

Além disso, muitos alunos sentem dificuldades de aprendizagem durante as aulas. Dentre os conteúdos em que os alunos apresentam dificuldades nas aulas de Matemática, tem-se o conteúdo de Mínimo Múltiplo Comum (MMC). Conforme Silva (2014), pode-se observar uma defasagem de conteúdo e conceitos quando se é exigido dos alunos a necessidade de interpretar situações problemas acerca do conteúdo de MMC, visto que o estudo desse conteúdo no

¹ Graduada no Curso de Licenciatura Interdisciplinar em Ciências Naturais e Matemática da Universidade Federal do Cariri- UFCA, E-mail: rosangela.alves@aluno.ufca.edu.br;

² Doutor em Educação pela Universidade Federal de Pernambuco. Professor Adjunto da Universidade Federal do Piauí. E-mail: wilter.ibiapina@ufpi.edu.br.

Livro Didático é, geralmente, explorado como um tópico do assunto de números a partir da abordagem dos divisores e múltiplos, de forma que esse conteúdo é trabalhado de maneira rápida com enfoque apenas na memorização de fórmulas e também nos exercícios de fixação, os quais são considerados essenciais para a compreensão dos alunos. Logo, se torna necessário buscar propostas alternativas para tentar intervir e sanar os possíveis fatores dificultadores apresentados para reforçar e incentivar um ensino de qualidade que estimule o aprendizado dos alunos acerca dos conteúdos apresentados.

Diante disso, a Educação Matemática se apresenta como uma área de estudos e de pesquisas que visa diferentes aplicações para a construção do conhecimento e diferentes metodologias didáticas com o intuito de sanar as dificuldades relacionadas ao ensino de Matemática. A Educação Matemática tem-se estruturado a partir de algumas tendências metodológicas que estão “amparadas em várias concepções filosófico-metodológicas, que norteiam o pesquisador na sua busca de um ensino mais eficaz” (MENDES, 2008, p. 9).

Assim, Maior e Trobia (2009) e Mendes (2008) sugerem as seguintes tendências metodológicas para o ensino da Matemática: Etnomatemática, Modelagem Matemática, Tecnologias, História da Matemática, Materiais concretos e Resolução de Problemas. As tendências metodológicas são ferramentas que podem auxiliar tanto os alunos como os professores a superarem as dificuldades que surgem no processo de ensino e aprendizagem da Matemática.

Dentre essas tendências metodológicas, destacamos a Resolução de Problemas que desenvolvem diferentes habilidades e métodos para o ensino, pois, através dela, é possível perceber novas perspectivas que os professores podem utilizar para auxiliar os alunos a entenderem e compreenderem melhor o que está sendo ensinado. Além do que possibilita que o professor desenvolva estratégias específicas que possam contribuir para o aprimoramento do conhecimento dos alunos, bem como que os façam se sentirem mais interessados e que possam compreender o que está sendo ensinado para eles.

Nesse sentido, essa pesquisa tem como objetivo apresentar um recorte da pesquisa de Alves (2022), que teve como intento analisar a construção dos problemas matemáticos sobre Mínimo Múltiplo Comum construídos por alunos

de graduação que estão matriculados na disciplina de Laboratório de Educação Matemática II, do curso de Matemática da UFCA, *campus* Brejo Santo.

Este trabalho está estruturado da seguinte maneira: a seção inicial, Introdução, que aponta o objeto de estudo, apresentando seu objetivo geral. Tem-se também a Fundamentação Teórica, que apresenta tópicos com levantamentos bibliográficos de outros autores a respeito das temáticas acerca desse estudo. Logo após tem a Metodologia, onde é descrita a técnica utilizada, o tipo de pesquisa, o instrumento de coleta dos dados usados, bem como os procedimentos de análise e de discussões dos dados coletados. Adiante temos os resultados obtidos com a aplicação da pesquisa, sendo estes tabulados e analisados de acordo com os dados coletados. Por fim, a conclusão, em que são apresentadas algumas considerações a respeito da pesquisa e as conclusões.

Resolução de problemas

A Resolução de Problemas é uma tendência da Educação Matemática que tem como característica resolver um problema e serve como meio metodológico para o ensino aprendizagem da Matemática, de forma a auxiliar, principalmente, na compreensão de como resolver um determinado problema. Conforme Endrweit e Bieger (2017):

A resolução de problemas possibilita ao aluno construir o conhecimento matemático refletindo sobre sua realidade, além de permitir que compreendam efetivamente como a matemática contribui para o desenvolvimento do pensamento crítico, reflexivo, despertando assim o gosto pela (ENDRWEIT; BIEGER, 2017, p. 14).

Nesse sentido, pode-se perceber que a Resolução de Problemas possibilita ao aluno compreender e apreender conceitos, procedimentos e atitudes Matemática, de maneira que reflita sobre sua realidade, desenvolvendo a capacidade observar diversas situações cotidianas, contribuindo para o desenvolvimento do senso crítico.

Por conseguinte, é possível observar que essa metodologia serve como uma ferramenta para auxiliar a aprendizagem dos estudantes, para que possam utilizá-la como meio para enfrentar dificuldades no ensino de Matemática,

servindo como uma fonte de estratégia para conseguir sanar esses desafios trazidos por essa matéria.

Além do que já foi colocado, é preciso que o professor instigue o aluno a pensar em procurar uma resposta para um determinado problema exposto. De acordo com Polya (2006), o professor deve ajudar o estudante com naturalidade colocando-se no lugar dele ou até mesmo indicar passos que possam ser percorridos pelo próprio estudante, de tal forma que este procure compreender, por meio de perguntas, o que se passa na cabeça do mesmo, levando-o a descobrir a maneira ideal de utilizar a indagação, os passos e, assim, assimilar o que o professor está lhe orientando.

Dessa maneira, a Resolução de Problemas requer que o professor busque estratégias através de indagações e passos para auxiliar o estudante a compreender como usar corretamente cada indagação ou passo e, com isso, o estudante poderá adquirir conhecimentos necessários para um aprendizado matemático.

Abordagem Acerca dos Problemas e Exercícios Matemáticos

Nesse tópico exploraremos sobre os tipos de problemas matemáticos e exercícios, apontando as possíveis características destes e as classificações possíveis para esses diferentes tipos. A reflexão sobre os diferentes tipos de problemas e exercícios é importante para que os docentes possam propor aos seus alunos nas aulas de matemática.

De acordo com Dante (2011), há uma diferença entre exercícios e problemas matemáticos. Conforme o autor, o exercício serve para exercitar, para praticar determinado algoritmo ou procedimento. Já o problema é a descrição de uma situação em que se procura algo desconhecido e que não há, previamente, nenhum algoritmo que garanta sua solução.

Ainda, Dante (2011) classifica os problemas e os exercícios em vários tipos, dentre os quais destacam-se: Exercício de reconhecimento, Exercícios de algoritmos, Problemas-padrão, Problemas-processo ou heurísticos, Problemas de aplicação e Problemas de quebra-cabeça.

Segundo Dante (2011), os *exercícios de reconhecimento* têm como objetivo fazer com que o aluno identifique ou lembre de algum conceito, um fato específico,

uma definição, uma propriedade. Os *exercícios de algoritmos* são aqueles que podem ser resolvidos passo a passo, tem como objetivo treinar a habilidade em efetuar um algoritmo e pode fortalecer os conhecimentos anteriores. Quanto aos *problemas padrão*, sua resolução envolve a utilização direta de um ou mais algoritmos aprendidos anteriormente e não exige nenhuma estratégia.

Esses tipos de problemas podem ser classificados em problemas-padrão simples ou problemas-padrão compostos. Os *problemas-padrão simples* são aqueles resolvidos com uma única operação Matemática. Já os *problemas-padrão compostos* são aqueles resolvidos com duas ou mais operações matemáticas.

Os problemas-processo ou heurísticos são problemas cuja solução envolve operações que não estão incluídas explicitamente no enunciado. Além disso, não podem ser traduzidos diretamente para a linguagem matemática, nem resolvidos pela aplicação imediata de algoritmos, pois exigem do aluno um tempo para pensar e elaborar um plano de ação, uma estratégia que poderá levá-lo à solução.

Os problemas de aplicação são aqueles que retratam situações reais do dia a dia e requerem o uso da Matemática para serem resolvidos. São também chamados de situações-problema contextualizadas. Já os problemas de quebra-cabeça são aqueles que envolvem e desafiam os alunos. Geralmente, estabelecem a chamada Matemática recreativa e sua solução depende, quase sempre, de sorte ou da facilidade em perceber algum truque, alguma regularidade, que é a chave da solução.

Deste modo, pode-se perceber que os vários tipos de problemas apresentados por Dante (2011) podem auxiliar os professores a trabalharem com esses possíveis problemas no ensino de Matemática e, assim, possibilitar aos alunos a pensarem matematicamente.

Como Resolver um Problema

De acordo com Polya (2006), a Resolução de Problemas é uma habilitação prática, em que se adquire uma habilitação por meio de prática e imitação, de forma que, ao tentar resolver um problema, é preciso observar e imitar o que os outros fazem quando resolvem um determinado problema. Assim, aprende-se a

resolver problemas, praticando.

Para procurar a solução para um determinado problema, Polya (2006, p. 4-5) afirma que é necessário seguir quatro etapas básicas:

Primeiro, temos de compreender o problema, temos de perceber claramente o que é necessário. Segundo, temos de ver como os diversos itens estão inter-relacionados, como a incógnita está ligada aos dados, para termos a ideia da resolução, para estabelecermos um plano. Terceiro, executamos o nosso plano. Quarto fazemos um retrospecto da resolução completa, revendo-a e discutindo-a (POLYA, 2006, p. 4-5).

Diante das etapas propostas por Polya (2006), pode-se ver que são meios que estimulam os alunos a enxergarem como os problemas podem ser compreendidos e resolvidos, de modo a proporcionar que seus alunos executem, planejem e analisem o problema a fundo. Desta maneira, detalhando cada etapa, conforme Polya (2006), tem-se:

- **Compreensão do problema:** o problema deve ser bem escolhido, nem muito fácil e nem muito difícil. Ele deve ser de tal forma que o aluno possa identificar as partes principais do problema, como a incógnita, os dados e a condicionante.
- **Estabelecimento de um plano:** o professor deve relacionar o problema proposto com os conhecimentos matemáticos já adquiridos pelo aluno, tais como problemas anteriormente resolvidos, sendo necessário, muitas vezes, começar o trabalho pelas indagações e sugestões, levando o aluno a pensar em uma incógnita de um problema conhecido, que tenha a mesma semelhança com a incógnita do problema proposto.
- **Execução do plano:** nessa etapa, o professor deve insistir para que o aluno verifique cada passo que irá utilizar para resolver o problema proposto, fazendo com que o estudante fique convicto de cada passo para conseguir ter a ideia da resolução.
- **Retrospecto:** nessa etapa é necessário que o professor faça um retrospecto da resolução completa, reconsiderando, reexaminando o resultado final e o caminho que o aluno levou para resolver o problema proposto, de tal forma que o aluno possa consolidar seu

conhecimento e aperfeiçoar a sua capacidade de resolver outros problemas matemáticos.

Portanto, adotando essas etapas propostas pelo autor Polya (2006), o aluno pode se beneficiar, pois sempre quando estiver diante de qualquer problema matemático, ele poderá executar os mesmos passos e, assim, obter um aprimoramento na aprendizagem acerca do conteúdo ensinado.

O Estudo de Mínimo Múltiplo Comum (MMC)

Neste tópico, iremos abordar o estudo de Mínimo Múltiplo Comum (MMC), no qual será trazida a definição de MMC, como podemos trabalhar esse conteúdo e possíveis exemplos do livro didático A Conquista da Matemática de Giovanni, Castrucci e Junior (1998).

Segundo Silva (2016), podemos definir MMC da seguinte forma: Sejam a e b números naturais, um número natural m pode ser denominado de mínimo múltiplo de a e b , se, e somente se, atenderem as condições:

- I. m é múltiplo de a e m é múltiplo de b ;
- II. Se c é múltiplo de a e c é múltiplo de b , então c é múltiplo de m .

Além disso, Silva (2016) mostra que, por convenção, o $MMC(a, b) = m$ sempre que m for o mínimo múltiplo comum de a e b .

Silva (2016) ressalta que, conforme a primeira condição, para que um número seja o MMC de dois números naturais a e b , é preciso que este número seja ao mesmo tempo múltiplo de a e de b . Já a segunda condição determina que qualquer outro número que seja múltiplo de a e b também será múltiplo de m .

O docente tem um conjunto amplo de resolução de problemas relacionados ao conteúdo de MMC e suas aplicações em sala de aula, podendo trabalhar com esse conteúdo a partir dos múltiplos comuns de dois números naturais. Abaixo seguem alguns exemplos de exercícios do livro didático A Conquista da Matemática de Giovanni, Castrucci e Junior (1998) para serem trabalhados em sala.

Exemplo 1: Usando múltiplos comuns de dois números naturais.

Consideremos os números naturais 30 e 40. Nessas condições, escreva

pelo menos quatro menores múltiplos comuns de 30 e 40.

Para resolver este problema, devemos inicialmente escrever os conjuntos:

$$M(30) = \{0, 30, 60, 90, 120, 150, 180, 210, 240, 270, 300, 360, 390, \dots\}$$

$$M(40) = \{0, 40, 80, 120, 160, 200, 240, 280, 320, 360, 400, 440, \dots\}$$

Pelos conjuntos escritos, podemos dizer que os quatro menores múltiplos comuns de 30 e 40 são: 0, 120, 240 e 360.

O professor pode também trabalhar usando a decomposição simultânea em fatores primos, que basta o aluno fazer o cálculo do produto de todos os fatores primos que aparecem na decomposição para encontrar o MMC dos números dados na questão. A seguir é possível observar um exemplo.

Exemplo 2: Usando a decomposição simultânea em fatores primos.

Qual é o menor múltiplo comum dos números 6, 8, 12?

Fazendo a decomposição simultânea dos três números dados, temos:

6, 8, 12	2 (2 é o menor divisor primo de 6, 8 e 12)
3, 4, 6	2 (2 é o menor divisor primo de 4 e 6)
3, 2, 3	2 (2 é o menor divisor primo de 2)
3, 1, 3	3 (3 é o menor divisor primo de 3)
1, 1, 1	

$$\text{MMC}(6, 8, 12) = 2^3 \cdot 3 = 8 \cdot 3 = 24$$

Logo, o menor múltiplo comum de 6, 8 e 12 é o número 24.

Metodologia

Optou-se em trabalhar com a turma de Laboratório de Educação Matemática II da Universidade Federal do Cariri, pois são alunos de graduação e por estarem se formando em Matemática, além de que é nessa disciplina que os alunos vivenciarão boa parte das experiências que poderão ser utilizadas nas suas práticas docentes. Optou-se pelo campus de Brejo Santo pelo fato de

a presente pesquisadora ser aluna da instituição e, com isso, ter mais facilidade de acesso a esta.

Quanto à abordagem, a pesquisa é do tipo qualitativa, pois, segundo Gerhardt e Silveira (2009, p. 32), se preocupa “com aspectos da realidade que não podem ser quantificados, centrando-se na compreensão e explicação da dinâmica das relações sociais”. Através disso, o nosso estudo tem como ambiente de produção dos dados a sala de aula, e também não está preocupada com os aspectos quantitativos, mas com os aspectos descritivos dos dados, embora possa ter dados mensuráveis.

Dentre as modalidades de pesquisa qualitativa, optou-se pela pesquisa-ação. Conforme Thiollent (2008):

a pesquisa-ação é um tipo de pesquisa social com base empírica que é concebida e realizada em estreita associação com uma ação ou com a resolução de um problema coletivo e no qual os pesquisadores e os participantes representativos da situação ou problema estão envolvidos de modo cooperativo ou participativo (THIOLLENT, 2008, p. 14).

A pesquisa-ação promove condições de ações e transformações de situações dentro da sala de aula, de modo a possibilitar soluções para determinado problema, possibilitando que o indivíduo intervenha dentro de uma problemática social, mobilizando os participantes na construção de novos saberes.

Quanto aos instrumentos de coleta de dados, foi utilizado o questionário do tipo semiestruturado. Esse questionário foi redigido com perguntas abertas, de forma que os alunos puderam expor sua compreensão e posicionamento sobre o que lhe foi inquirido. A escolha por esse tipo de instrumento se deu por causa da estrutura das perguntas, uma vez que elas são previamente estabelecidas e possibilitam a criação de outras conforme a direção que o diálogo se encaminha, além de possibilitar a espontaneidade e a flexibilidade das percepções dos participantes nas informações.

Além disso, foi desenvolvido um minicurso com cinco estudantes da disciplina de Laboratório de Introdução a Educação Matemática II que pertence à estrutura curricular do curso de Matemática da Universidade Federal do Cariri (UFCA), campus Brejo Santo. Este minicurso se deu com a apresentação da

tendência de Resolução de Problemas, sendo discutido como essa tendência pode ser trabalhada em sala de aula, bem como explicando os passos que poderão ser seguidos, conforme Polya (2006), para a resolução de um problema relacionado ao conceito de Mínimo Múltiplo Comum. Ainda foi proposto que os alunos de graduação construíssem problemas acerca desse conteúdo pensando nos passos utilizados por essa tendência.

A análise dos dados foi do tipo análise de conteúdo, tendo como base Bardin (2011, p. 47), o qual designa:

Um conjunto de técnicas de análise das comunicações visando a obter, por procedimentos sistemáticos e objetivos de descrição do conteúdo das mensagens, indicadores (quantitativos ou não) que permitam a inferência de conhecimentos relativos às condições de produção/recepção (variáveis inferidas) destas mensagens (BARDIN, 2011, p. 47).

Desta maneira, as respostas dos alunos nos questionários e nas atividades construídas por eles seguirão três fases fundamentais, conforme elenca Bardin (2011): *pré-análise, exploração do material e tratamento dos resultados*.

A *pré-análise* se deu a partir das respostas dos alunos nos questionários e nas atividades construídas no minicurso, procurando interpretar cada uma delas de forma a facilitar a manipulação da análise e alcançar o objetivo a que foi proposto na presente pesquisa. Sendo assim, os dados estão organizados em categorias que podem ser entendidas como conceitos ou características em comuns dos dados coletados, nas quais são separadas por conceitos/características específico/as que podem usar para explicar a realidade.

Deste modo, na fase *exploração do material*, existe a unidade de contexto que foi construída a partir das respostas dos alunos no primeiro questionário, nas atividades do minicurso e no segundo questionário final avaliativo. Já na unidade de registro retiramos as palavras-chave das respostas dos alunos, visando a categorização das características comuns entre as respostas dele, observando seus pontos de vista sobre a mesma, como também se eles têm conhecimentos do conceito de Mínimo Múltiplo Comum, bem como a categorização dos tipos de problemas construídos pelos estudantes.

A terceira fase do processo de análise do conteúdo é denominada

tratamento dos resultados obtidos e interpretação. Essa etapa se deu a partir da interpretação dos resultados da coleta de dados.

Resultados e Discussões

RESULTADOS DO QUESTIONÁRIO INICIAL

Inicialmente, é preciso destacar que para melhor explicitar as respostas dos estudantes no questionário inicial e, para manter o sigilo dos mesmos, eles foram nomeados(as) de A1 a A3.

Conforme as respostas dos estudantes acerca da Resolução de Problemas como ferramenta metodológica, pode-se perceber que o aluno A1 comentou que “é algo inovador, que pode contribuir para uma aprendizagem mais concretizada”. Já o aluno A2 ressaltou “que essa ferramenta facilita a aprendizagem do aluno, pois o mesmo terá que levantar suas próprias estratégias para resolver um determinado problema com isso levar o aluno a pensar e a desenvolver suas habilidades”. E o aluno A3 destaca “que seja de grande valia, uma vez que pode favorecer a uma maior aprendizagem por parte dos alunos os tornando agentes ativos no próprio processo de aprendizagem”.

À vista disso, as características comuns entre as respostas dos alunos A1, A2, A3 trazem aspectos positivos acerca da Resolução de Problemas, dentre os quais pode-se dizer: “É algo inovador”, “Acredito que essa ferramenta facilitar a aprendizagem do aluno” e “Acredito que seja de grande valia, uma vez que pode favorecer a uma maior aprendizagem por parte dos alunos os tornando agentes ativos no próprio processo de aprendizagem”. Assim, conforme Bossler (2016):

A resolução de problemas é uma das metodologias de ensino mais dinâmicas e eficazes para serem consideradas em aulas de matemática, pois, entre outros aspectos, possibilita ao aluno relacionar conceitos da matemática com outras áreas do conhecimento. Na resolução de um problema o aluno é instigado a elaborar estratégias de resolução, a usar o raciocínio lógico e, dependendo da situação, trabalhar em equipe. Estes elementos são fundamentais na formação integral de um educando (BOSSLER, 2016, p. 1).

Portanto, vemos que a Resolução de Problemas é uma ferramenta

metodológica que pode tornar a aula de Matemática mais atrativa e dinâmica, possibilitando estimular o raciocínio lógico dos alunos, bem como o desenvolvimento de habilidades em aprender a resolver problemas matemáticas. Inclusive, isso é também uma opinião dos participantes.

Dando continuidade na discussão, trazendo as respostas quanto à pergunta sobre o que eles entendiam do conceito de MMC, bem como a categoria que elas se encaixam, pode-se dizer que o aluno A1 respondeu o Mínimo Múltiplo Comum (MMC) “é um número inteiro positivo e menor possível, que pode ser múltiplo simultaneamente de dois outros números”. Já o aluno A2 destacou que “é uma forma de calcular o menor número inteiro positivo que é múltiplo ao mesmo tempo de dois números”. E o aluno A3 trouxe que “se trata do menor valor que é simultaneamente múltiplo entre dois ou mais valores. Por exemplo, o menor múltiplo comum entre 2 e 3 é o número 6”.

Conforme as falas dos alunos A1, A2, A3, podemos observar que eles ressaltaram que o MMC “é um número inteiro positivo e menor possível”, “É uma forma de calcular o menor número inteiro positivo que é múltiplo”, e “se trata do menor valor que é simultaneamente múltiplo entre dois ou mais valores”. Logo, os alunos demonstraram diferentes entendimentos acerca do conceito de Mínimo Múltiplo Comum (MMC).

Com base no que foi colocado, pode-se perceber que os alunos têm entendimento acerca da metodologia de Resolução de Problemas, além de que é possível perceber que eles compreendem Resolução de Problemas como recurso metodológico.

Resultados das Atividades Desenvolvidas pelos Participantes do Minicurso

Nas atividades desenvolvidas no minicurso, foi pedido para os participantes construir problemas do conteúdo de MMC e, depois, foi pedido que os mesmos respondessem os problemas trazendo os passos da metodologia de Resolução de Problemas, conforme o que foi trabalhado no minicurso. Para melhor explicar as falas dos participantes e para manter o sigilo dos alunos, os problemas foram nomeados de: Problema 1, Problema 2, Problema 3 e Problema 4.

Diante disso, o problema 1 foi: “Em uma rua, duas luzes da iluminação

pública estão com defeito e ficam piscando com frequência diferente. A luz A pisca 15 vezes por minuto e a luz B pisca 10 vezes por minutos. Se em um certo instante, as luzes piscam simultaneamente, após quantos segundos elas voltarão a piscarem simultaneamente?”. Como podemos identificar, esse problema se trata de um *problema-processo*, pois exige dos alunos um tempo para pensar e elaborar um plano de ação, uma estratégia que poderá levar o aluno à solução.

O problema 2 trata o seguinte: “Três amigos viajam num mesmo dia da cidade de Abaiara. Cada um desses três amigos retorna à cidade de Abaiara exatamente a cada 30, 48 e 72 dias, respectivamente. O número mínimo de dias transcorridos para que os três amigos estejam juntos novamente na cidade de Abaiara?”. Portanto, esse problema é do tipo *problema-padrão* que tem como função transformar a linguagem usual em linguagem matemática, possibilitando que o aluno reveja e fixe os fatos básicos por meio de cálculos matemáticos, não exigindo muita estratégia para a solução.

O problema 3 traz que “Um dono de supermercado pretende organizar de 100 a 150 refrigerantes, de três marcas distintas, na prateleira de produtos, agrupando-os de 12 em 12, de 15 em 15 ou de 20 em 20, mas sempre restando um. Quantos refrigerantes esse homem tem em seu supermercado?”. Logo, é possível observar que esse problema se trata, novamente, de *problema-processo*, na qual possibilita aos alunos o desenvolvimento de estratégias e procedimentos para a resolução da situação do problema, permitindo que eles desenvolvam a criatividade, a iniciativa e explorem o problema.

O problema 4 aborda “Calcule o MMC dos números abaixo”. Nesse sentido, vemos que o problema é do tipo *exercício de algoritmo*, esse problema tinha como intenção treinar a habilidade dos alunos para efetuar o algoritmo de resolução do MMC, possibilitando fortalecer os conhecimentos relativos a esse conteúdo.

Dessa forma, vemos que os alunos trouxeram distintos tipos de problemas e o problema que mais se repetiu foi o *problema-processo*, que foi citado duas vezes e, tem como característica estimular o conhecimento do aluno, permitindo que ele desenvolva estratégias e procedimentos para a resolução de situações-problema, tornando mais relevante encontrar a resposta correta para esse problema.

Portanto, vemos que todas as questões apresentadas pelos alunos são problemas distintos, em que cada um trouxe o seu entendimento do que foi trabalhado no minicurso, bem como os alunos também trouxeram os passos da tendência metodológica de Resolução de Problemas, assim como foi discutido no decorrer do minicurso sobre as quatro etapas que o autor Polya (2006) defende.

Resultados do Questionário Final Avaliativo

No questionário final, isto é, o questionário avaliativo do minicurso, a questão principal para análise dos dados finais foi: Qual a sua opinião sobre a Resolução de Problemas como ferramenta para o ensino do conceito de Mínimo Múltiplo Comum?

Nesse sentido, apresentamos o tratamento das respostas dadas as questões sobre a opinião dos participantes em relação a Resolução de Problemas como recurso metodológico e como ferramenta para o ensino do conceito de Mínimo Múltiplo Comum.

O aluno B1 disse: “Achei bem interessante. Você fazer o aluno pensar e entender o que a questão pede faz com que o aluno entenda melhor o conteúdo e consiga de fato entender a utilizar esse conhecimento no dia a dia”. Já o aluno B2 afirmou que “É uma abordagem bem dinâmica, que pode propiciar um aprendizado mais acessível”. Por fim, o aluno B3 comentou: “Acho que torna o ensino desse conteúdo mais atrativo para os alunos, uma vez que mostra sua relevância no cotidiano por meio de situações que o envolva”.

Com base nas respostas dos alunos, é possível observar que os alunos B1 a B3 apontaram concepções favoráveis em relação a Resolução de Problemas como ferramenta para o ensino do conceito de Mínimo Múltiplo Comum. Conforme o que foi colocado, a Resolução de problemas como recurso metodológico representa uma mudança de comportamento em relação ao que se deseja ensinar. De acordo com Smole (2008):

Nessa comunidade, os alunos – mediados por um professor que questiona, instiga a análise, valoriza a troca de impressões e opiniões – desenvolvem um conhecimento matemático que lhes permite identificar, selecionar e utilizar estratégias adequadas ao

resolver situações-problema por meio de diferentes processos de resolução, em detrimento das respostas mecânicas para problemas sem sentido para eles (SMOLE, 2008, p. 93).

Com isso, podemos entender a metodologia de resolução de problemas como uma ferramenta de ensino para qualquer conteúdo matemático, que possibilita ao professor avaliar se o aluno realmente aprendeu o conteúdo e se sabe aplicar o conhecimento para resolver uma determinada situação.

Além disso, foi perguntado aos participantes se as experiências vivenciadas na construção dos problemas podem auxiliar nas suas futuras práticas docentes. Assim, o estudante B1 disse: “Me propiciou momentos críticos reflexivos e a ter um olhar mais criterioso”. O estudante B2 comentou: “Ter maior atenção na forma de abordar determinado conteúdo para os alunos, colocar-se no lugar deles. ter uma preocupação com a aprendizagem significativa deles”. E o aluno B3 destacou: “Que devermos trabalhar sempre com foco no aluno”.

Conforme as respostas dos estudantes, é possível observar que os alunos B1, B2 e B3 destacaram em suas falas, experiências proveitosas para futuras práticas docentes. Cabe ressaltar que a prática traz uma relação com o processo formativo do professor, conforme destaca Sacristán (1999, p. 55), ao afirmar que “sua experiência teórica é composta pelos esquemas cognitivos ligados aos seus conhecimentos práticos e outros encadeados a esses conhecimentos”. Logo, a teoria aparece agregada ao conhecimento das práticas, possibilitando uma relação entre a teoria e prática no trabalho docente.

Diante disso, concluímos que o minicurso foi proveitoso para ampliar os horizontes dos alunos em relação a utilização da metodologia de Resolução de Problemas no ensino do conteúdo de Mínimo Múltiplo Comum (MMC), bem como ferramenta de ensino nas aulas de Matemática. Portanto, vemos a importância de trazer mais experiências para o âmbito acadêmico, para que, assim, os docentes sejam capacitados para mudanças significativas em suas práticas pedagógicas e que possam contribuir para a formação de pessoas participativas, críticas, reflexivas, transformando as realidades nas quais estão inseridos.

Considerações Finais

Através dessa pesquisa foi possível observar que no ensino da Matemática,

assim como outras áreas do conhecimento, é preciso sempre estar renovando e conhecendo novas tendências metodológicas, ou seja, novas ferramentas como proposta didática para tornar as aulas mais atrativas e dinâmicas.

Conforme foi apresentado nos dados deste trabalho, a Resolução de Problemas, como proposta didática, possibilita novas perspectivas para que os professores possam utilizar de modo a auxiliar os seus alunos a entenderem e compreenderem melhor o que está sendo ensinado, possibilitando que os objetivos, tanto dos professores como dos alunos, sejam alcançados.

A metodologia de ensino de Resolução de Problemas se apresentou como uma alternativa de trabalho, em sala de aula, de problemas geradores relacionados ao conteúdo de Mínimo Múltiplo Comum (MMC), de modo a possibilitar a construção de novos conhecimentos.

As experiências vivenciadas com alunos de graduação e com as atividades desenvolvidas no minicurso, favoreceram significativos avanços para a compreensão da metodologia de Resolução de Problemas no conteúdo de MMC, como também no aprimoramento da prática docente pelos alunos durante a sua formação.

Ainda foi possível perceber que, a partir dos resultados apresentados, os problemas desenvolvidos pelos participantes foram fatores importantes que contribuíram para a aprendizagem dos mesmos acerca dos tipos de problemas que podem ser usados na metodologia de Resolução de Problemas para o ensino do conteúdo de MMC, trazendo uma nova perspectiva de ensino e de aprendizagem.

Dessa forma, podemos concluir que a Resolução de Problemas, como proposta didática, representa uma possibilidade significativa que efetivou um aprofundamento teórico e prático dos alunos. Outro aspecto relevante da pesquisa se refere a sua contribuição para a prática pedagógica do professor em sala de aula, de modo a possibilitar que os mesmos agreguem conhecimentos as suas práticas pedagógicas, além de melhorar o seu ensino e estimular o aprendizado dos seus alunos.

Referências

BARDIN, L. **Análise de conteúdo**. São Paulo: Edições 70, 2011.

BOSSLER, A. **A resolução de problemas no ensino de matemática**: reflexões a partir

de vivências em um estágio curricular supervisionado. Rio Grande do Sul: [s. n.], 2016.

DANTE, L. R. **Formulação e resolução de problemas de matemática: teoria e prática**. São Paulo: Ática, 2011.

ENDRWEIT, A. E.; BIEGER, G. R. Resolução de problemas e o ensino de matemática na educação básica: aprendizado e desafio. **Revista Multitexto**, [s. l.], v. 4, n. 2, p. 14-19, fev. 2017. Disponível em: <http://www.ead.unimontes.br/multitexto/index.php/rmcead/article/view/194>. Acesso em: 11 abr. 2023.

GERHARDT, T. E; SILVEIRA, D. T. **Métodos de pesquisa**. Porto Alegre: Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2009. Disponível em: <http://www.ufrgs.br/cursopgdr/downloadsSerie/derad005.pdf>. Acesso em: 11 abr. 2023.

GIOVANNI, J. R; CASTRUCCI, B; JUNIOR. J. R. G. **A conquista da matemática**. São Paulo: [s. n.], 1998.

MAIOR, L.; TROBIA, J. **Tendências metodológicas de ensino-aprendizagem em educação matemática: resolução de problemas - um caminho**. Ponta Grossa: [s. n.], 2009.

MENDES, I. A. **Tendências metodológicas no ensino de matemática**. Belém: EdUFPA, v. 41, 2008.

ONUCHIC, L. R. A Resolução de Problemas na Educação Matemática: Onde estamos? E para onde iremos? **Revista Espaço Pedagógico**, [s. l.], v. 20, n. 1, 2013. Disponível em: <http://seer.upf.br/index.php/rep/article/view/3509>. Acesso em: 11 abr. 2023.

POLYA, G. **A arte de resolver problemas**. Rio de Janeiro: Interciência, 2006.

SACRISTÁN, J. G. **Poderes instáveis em educação**. Porto Alegre: Artmed, 1999.

SILVA, B. F. M. **Múltiplos e Divisores: importantes ferramentas no Ensino Médio**. 2014. 60 f. Dissertação (Mestrado em Matemática) - Centro de Ciências e Tecnologia da Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, Rio de Janeiro, 2014.

SILVA, T. M. **A Criatividade no Ensino do MDC: Atividades práticas para a sala de aula**. 2016. 48 f. TCC (Especialização em Matemática para o Ensino Médio) - Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Caicó, RN, 2016.

SMOLE, K. S. **A resolução de problemas e o pensamento matemático**. [S. l.], [s. n.], 2008.

THIOLLENT, M. **Metodologia da pesquisa-ação**. São Paulo: Cortez, 2008.

Teorema de Pick: o cálculo não convencional de áreas de polígonos como proposta de ensino em sala de aula

*Cícero Helton Pereira*¹

*Edicarlos Pereira de Sousa*²

*José Weverton da Silva Santos*³

*Luiz Eduardo da Silva Santos*⁴

Introdução

No ensino da Matemática, uma das dificuldades para que algumas habilidades não sejam bem desenvolvidas é, por exemplo, a centralização em metodologias de ensino demasiadamente exploradas, como o ensino convencional. Segundo Andrade e Braga (2016, p. 1), “a geometria é multifacetada quando se refere a sua gama de explorações [...]”, nesse contexto, é um dos objetos de estudo que mais abre possibilidades para a utilização de variados métodos de ensino. Assim, pode-se criar maiores oportunidades e propiciar ambientes mais motivadores nos quais os alunos possam, de maneira autônoma, perceber, relacionar e contextualizar o seu aprendizado.

Como sugestão para superar as possíveis dificuldades que os alunos podem vivenciar, tais como a falta de estímulo e de relação do conteúdo de geometria com a vida social, é importante que sejam exploradas diferentes abordagens metodológicas em sala. Nesse sentido, torna-se necessário conhecer as dificuldades originárias que os discentes possuem. Assim, pode-se traçar objetivos que elucidem as dificuldades citadas, trabalhando especificamente

¹ Licenciado em Matemática pela Universidade Federal do Cariri.

E-mail: cicero.helton@aluno.ufca.edu.br

² Professor Doutor da Universidade Federal do Cariri. E-mail: edicarlos.pereira@ufca.edu.br

³ Licenciado em Matemática pela Universidade Federal do Cariri.

E-mail: werverton.santos@aluno.ufca.edu.br

⁴ Professor de Matemática da Educação Básica do município de Milagres-CE.

para saná-las ou, no mínimo, amenizá-las. Eis aqui a importância do planejamento das atividades que buscam atender as demandas de ensino e proporcionam melhores resultados.

Considerando uma verticalização do ensino, no qual os alunos são participantes passivos no processo de ensino-aprendizagem, é importante analisar e visualizar que uma maior interatividade e participação dos alunos favorecem conhecimentos mais construtivos (RESENDE, 2013).

Nos Anos Finais do Ensino Fundamental, espera-se que diversas habilidades matemáticas sejam desenvolvidas pelos alunos. Segundo a Base Nacional Comum Curricular - BNCC (BRASIL, 2017), uma delas é o cálculo de áreas. A expectativa, de modo geral, “é a de que os alunos reconheçam comprimento, área, volume e abertura de ângulo como grandezas associadas a figuras geométricas”, além de “resolver problemas envolvendo essas grandezas com o uso de unidades de medida padronizadas mais usuais” (BRASIL, 2018, p. 273).

Em complemento ao que é dito anteriormente, o tratamento de conteúdos relacionados à Geometria, em especial o cálculo de áreas, é importante à medida em que possibilita ao aluno entender todas as implicações e aplicações que esse conhecimento pode apresentar, não só conseguindo reproduzi-lo, mas também sabendo demonstrá-lo e relacioná-lo, adequadamente, às situações nas quais esse conhecimento se faz necessário, pois a ideia de que a real e significativa aprendizagem em Matemática consiste unicamente na capacidade de reproduzir aquilo que o professor apresenta em sala é bastante errônea. Infelizmente, há todo um condicionamento enraizado por avaliações que buscam medir o quão o aluno assimilou durante determinado período (HIRATSUKA, 2006).

Assim, o objetivo principal deste trabalho foi possibilitar que os alunos dos anos finais do Ensino Fundamental desenvolvessem uma compreensão alternativa em relação aos métodos convencionais do cálculo de áreas de polígonos, surgindo, assim, novas percepções que venham contribuir para suas aprendizagens.

Fundamentação Teórica

O ensino da Geometria deve atentar-se a uma sequência lógica dos conceitos que se constroem ao longo da vida escolar dos alunos. Para tanto, é necessário que haja também concordância quando se trata da seleção e da organização de tais conceitos. Por motivos diversos, a Geometria acaba sendo deixada de lado ou muito pouco trabalhada, surgindo ocasionalmente no currículo escolar e de forma desarticulada (ALMOULOU, 2004).

A pluralidade de conhecimentos geométricos que se espera desenvolver nos alunos está ainda em consonância com aquilo que já era indicado nos Parâmetros Curriculares Nacionais – PCN (BRASIL, 1998, p. 122), ao apontarem que esses conhecimentos desempenham “um papel fundamental no currículo, na medida em que possibilita ao aluno desenvolver um tipo de pensamento particular para compreender, descrever e representar, de forma organizada, o mundo em que vive”. Reconhece-se também que a Geometria permite ótimas chances de desenvolver situações-problemas que façam transparecer o interesse dos alunos e estimulem capacidades de argumentação, por exemplo (BRASIL, 1998).

Contemplando o que é dito nos PCNs, a BNCC, documento normativo que norteia o currículo de toda a Educação Básica, afirma que:

É importante, também, considerar o aspecto funcional que deve estar presente no estudo da Geometria: as transformações geométricas, sobretudo as simetrias. As ideias matemáticas fundamentais associadas a essa temática são, principalmente, construção, representação e interdependência (BRASIL, 2018, p. 271).

Em conformidade com a BNCC, observa-se que o ensino de geometria é de extrema importância e precisa efetuar a correlação dessa área com a sua utilidade, assim, demonstrando a funcionalidade e as transformações, fazendo com que o aluno consiga ter a percepção da reciprocidade deste com outros conteúdos. No entanto, diversas dificuldades rodeiam o ensino de geometria. Uma delas é que, muitas vezes, esse ensino é deixado de lado em períodos desfavoráveis do ano letivo que são datas reservadas apenas para o estudo de descritores do Sistema Permanente de Avaliação da Educação Básica do Ceará (Spaace). Quanto aos livros didáticos, geralmente, os problemas de geometria dão maior ênfase a resoluções algébricas, em detrimento da análise dedutiva

e da demonstração como métodos de resolução. Além disso, há daqueles que privilegiam resoluções rápidas, que dispensam a leitura profunda e a interpretação com base em deduções. Isso é preocupante, uma vez que significa uma distorção na construção de concepções no ensino de Geometria (VALENTIN; OLIVEIRA; HINTZE, 2017).

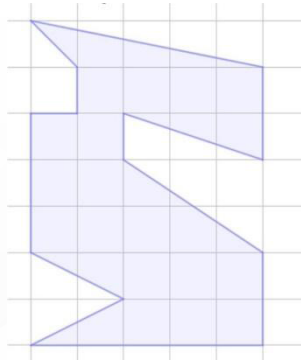
Outro ponto a ser discutido no ensino de geometria é consequência de mudanças ocorridas ao longo do tempo, e que influenciaram diretamente essa área do currículo, pois ao “[...] despir a matemática das suas longas tradições para vesti-la com teorias e estruturas, muitos assuntos perderam o encanto e a atração” (TASHIMA; SILVA, 2007, p. 6). Tais mudanças são decorrentes da ênfase dada ao simbolismo e aos termos (palavras) de origem matemática em função de um ensino voltado para o incentivo do raciocínio lógico e da construção de significações subjetivas.

O cálculo de áreas na perspectiva do Teorema de Pick

Georg Alexander Pick, um matemático tcheco, deduziu uma equação, em 1899, que serve para calcular a área de polígonos de uma maneira não convencional, isto é, de modo alternativo ao uso de equações algébricas (fórmulas) normalmente aplicadas para este fim. Conforme Crilly (2011, p. 113), esse teorema “dá-nos os meios para calcular a área de uma forma com muitos lados (poligonal) constituída pela ligação de pontos cujas coordenadas são números inteiros”.

Como exemplo, temos o polígono da Figura 1, que apresenta vários lados e reentrâncias. Usualmente, o cálculo da sua área seria trabalhoso, pois envolveria a decomposição do polígono em formas geométricas menores, cujas áreas sejam mais fáceis de calcular. Ainda assim, em alguns casos, as pequenas áreas não seriam facilmente obtidas.

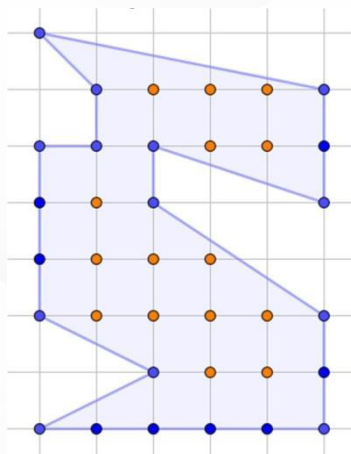
Figura 1 – Forma poligonal de vários lados



Fonte: Geogebra (2022).

O Teorema de Pick, nesse contexto, ajuda-nos a calcular a área do polígono de forma mais rápida, de um modo não usualmente feito. Aqui, é necessário um reticulado de pontos sobre o polígono (Figura 2). Um reticulado pode ser definido como “um conjunto infinito de pontos dispostos regularmente ao longo de retas horizontais e verticais, de modo que a distância de cada um deles aos pontos mais próximos na horizontal ou na vertical é igual 1” (LIMA, 1991, p. 103).

Figura 2 - Forma poligonal em reticulado de pontos



Fonte: elaborado pelos autores (2022).

O Teorema de Pick define que a área de uma figura poligonal pode ser calculada pela equação abaixo:

$$A = \frac{B}{2} + I - 1$$

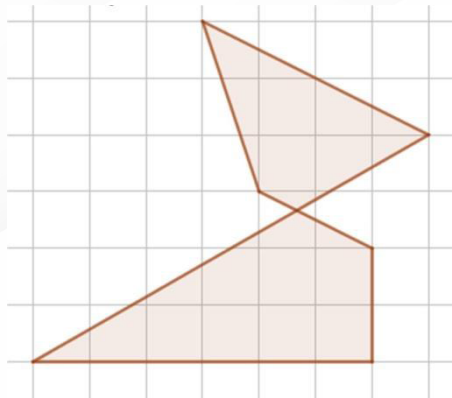
Em que A é a área do polígono B é a quantidade de pontos da malha situados sobre a fronteira do polígono, e I o número de pontos do reticulado existentes no interior do polígono. Dessa maneira, o teorema associa a área de um polígono à quantidade de pontos de um reticulado que se situam no interior do polígono e sobre os segmentos que determinam seu perímetro (STEWART, 2009). Nesse sentido, Souza (2021, p. 2) complementa que “junto ao teorema, o Geoplano que representa uma malha reticulada retangular, permite que o aluno manipule e visualize cada passo da aplicação do Teorema de Pick”.

No exemplo das Figuras 1 e 2, o número de pontos sobre os lados do polígono (na fronteira) é 21 ($B = 21$) e o número de pontos interiores é 15 ($I = 15$). Aplicando os dados no teorema, temos que:

$$A = \frac{21}{2} + 15 - 1 = 10,5 + 14 = 24,5 \text{ u. a.}$$

Crilly (2011) acrescenta que o teorema “pode ser aplicado a qualquer forma que uma pontos discretos com números inteiros como coordenadas, sendo a única condição que a fronteira não se cruze a si própria”, conforme visto na figura abaixo:

Figura 3 - Polígono com cruzamento de fronteiras



Fonte: elaborado pelos autores (2022).

Outros autores, a exemplo de Abreu (2015), defendem que o teorema de Pick permite a realização de atividades práticas que envolvem o conhecimento geométrico, principalmente no tocante aos conceitos de área. Segundo a autora, o que se percebe no contexto escolar, com poucas exceções, são os conteúdos de geometria plana serem apresentados ao aluno de forma desmembrada e desvinculada de qualquer atividade contextualizada.

O Teorema se configura numa maneira não convencional para o cálculo da área de polígonos quaisquer. Essa característica é desafiadora e pode ser ponto de partida para situações problemáticas que despertem a curiosidade dos alunos, além de tornar o cálculo numa simples contagem de pontos. Em outros aspectos, as atividades desenvolvidas a partir do Teorema de Pick podem ser objeto para aprofundar, introduzir ou fazer constatações sobre conteúdos matemáticos e conceitos diversos (PEREIRA; MELO, 2012).

Metodologia

O caminho metodológico partiu da pesquisa bibliográfica sobre o ensino de geometria e a resolução de problemas, sendo a abordagem do tipo qualitativa. Proetti (2017, p. 2) afirma que:

A pesquisa qualitativa não visa à quantificação, mas sim ao direcionamento para o desenvolvimento de estudos que buscam respostas que possibilitam entender, descrever e interpretar fatos. Ela permite ao pesquisador manter contato direto e interativo com o objeto de estudo.

Assim, a pesquisa seguiu algumas sugestões metodológicas trazidas por Dante (2011): moderar e incentivar as estratégias dos alunos na resolução de um problema, apresentar um problema recreativo, mas que possa ser associado a conteúdos anteriormente vistos pelos estudantes. Outro ponto também defendido por Dante (2011) é trabalhar com grupos menores e motivar a participação de todos na resolução para, em seguida, partir para uma discussão sobre a solução e interação entre professor e aluno.

Na coleta dos dados, foram necessárias duas etapas: na primeira, discutiu-se o cálculo convencional da área de figuras planas. O objetivo era explorar o conhecimento que os alunos já possuíam sobre o cálculo de áreas (quadriláteros e triângulos, a exemplo da Figura 4) e, em caso de necessidade, lembrá-los de como deveriam fazer.

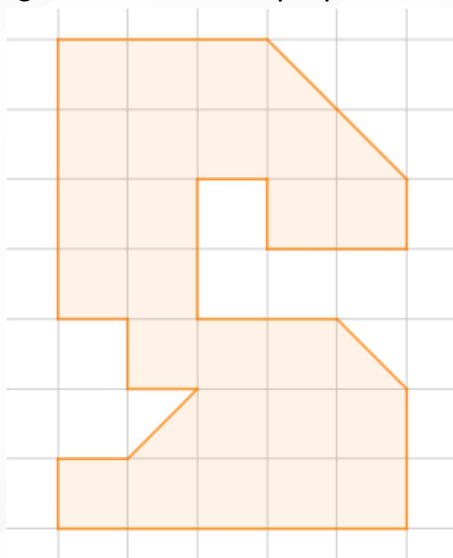
Figura 4 – Figuras utilizadas para o cálculo convencional de área



Fonte: Geogebra (2022).

Na segunda parte, os alunos foram desafiados a calcular a área de uma figura mais complexa, conforme mostrado na Figura 5. Esta segunda etapa correspondia à abordagem do cálculo de áreas, a partir do Teorema de Pick, como meio alternativo para o mesmo tipo de cálculo feito anteriormente.

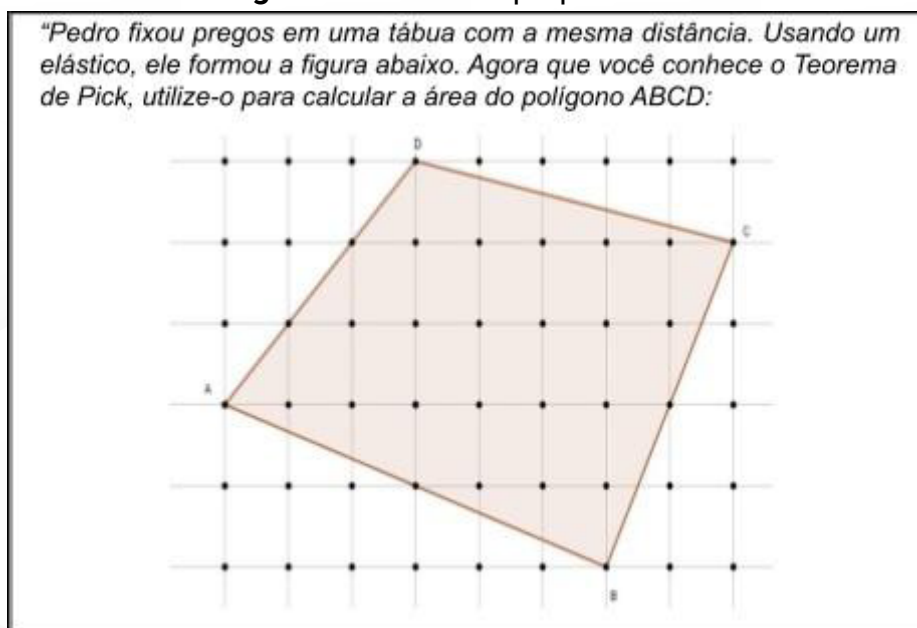
Figura 5 - Problema proposto N° 1



Fonte: Geogebra (2022).

A segunda parte da atividade explorou também a identificação de pontos internos e de fronteira que formam o polígono. O problema inicial apresentado aos alunos está mostrado abaixo na Figura 6.

Figura 6 - Problema proposto N° 2



Fonte: Adaptado de Geogebra (2022).

Os itens seguintes (Figuras 7, 8, 9, 10 e 11) reforçam a aplicabilidade do Teorema de Pick no cálculo de áreas, ao propor que os alunos o utilizem para calcular as áreas dos polígonos, resolvidos de forma convencional na primeira parte da atividade.

Esta pesquisa foi desenvolvida com 21 alunos dos anos finais do ensino fundamental (8° ano) de uma escola da rede pública municipal localizada no município de Porteiras – CE, com faixa etária entre 13 e 14 anos. Em sala, os alunos foram orientados a formar pequenos grupos para prosseguirem com a atividade apresentada, pois entendemos que seria uma forma de incentivar a discussão em pequenos núcleos, nos quais alguns tinham certas dificuldades e outros não.

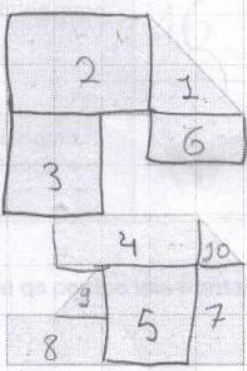
A atividade proposta foi desenvolvida em um único encontro, com duração de 2 horas/aula, mediante a disponibilidade da escola. A amostra foi escolhida por conveniência, tendo em vista que, de acordo com o professor-regente, o conteúdo ministrado, até aquele momento, havia explorado exatamente o cálculo de áreas. Assim, a atividade proposta funcionava como complemento às aulas.

Discussão dos dados

Conforme mencionado na seção anterior, na segunda parte da atividade, foi proposto que os participantes calculassem as áreas dos dois polígonos mostrados nas Figuras 5 e 6. Nesse momento, quase todos os alunos conseguiram resolvê-la sem muita dificuldade. Apenas um dos alunos não prosseguiu com a atividade. Ao longo da resolução, identificavam a medida da base e da altura e, em seguida, faziam a substituição dos valores nas equações do cálculo de áreas de polígonos, já conhecidas por eles. Entretanto, poucos foram os alunos que atentaram para mencionar a unidade de medida considerada, que era o centímetro quadrado (cm²).

Figura 7 – Atividade não concluída

2) E essa figura? Você saberia como calcular a área? Que estratégia você usaria?



1-3 x 2 = 6
2-4 x 2 = 8
3-3 x 3 = 9
4-2 x 4 = 8
5-3 x 3 = 9
6-2 x 2 = 4
7

Leia o texto: **Fórmula de Pick:** calcula a área de um polígono cujas arestas estão alinhadas com as linhas de uma grade. Em 1899, o matemático tcheco Pick descobriu a fórmula para cálculo de áreas de polígonos cujas arestas estão alinhadas com as linhas de uma grade. Observando a composição e a decomposição de um polígono, associava a área de um polígono à quantidade de pontos interiores e sobre a sua fronteira. A fórmula de Pick, para um polígono, é dada por $A = \frac{B}{2} + I - 1$, em que A é a área do polígono, B o número de pontos na fronteira do polígono e I, o número de pontos interiores.

2) Decomporam a figura, mas os cálculos não condizem com as legendas. Não concluíram os cálculos e não deram o resultado final.

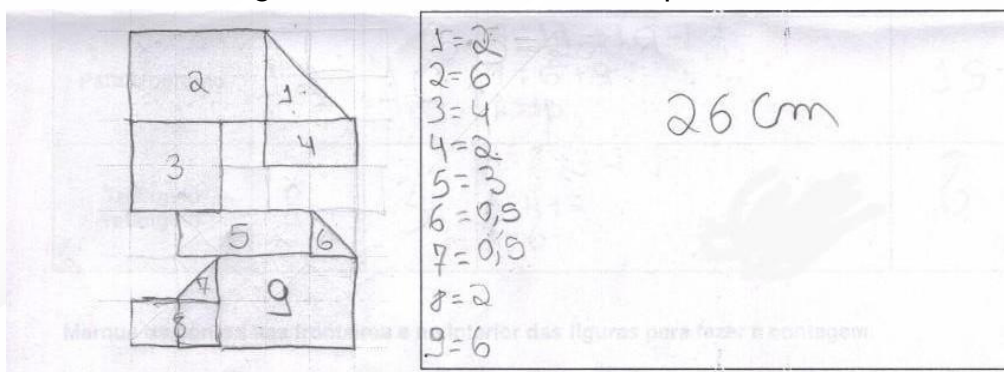
va uma calculada. Não que e sobre ilada, é: sobre a

Fonte: acervo dos autores (2022).

No segundo item, os alunos foram desafiados a calcular a área do polígono mostrado na Figura 5. Desse modo, era necessário que criassem uma estratégia válida que facilitasse o cálculo e chegassem a uma solução correta. De início, o que muitos grupos reconheceram foi a possibilidade de decompor a figura em polígonos menores, porém conhecidos. A seguir, observa-se a

representação de algumas partições realizadas por um dos grupos.

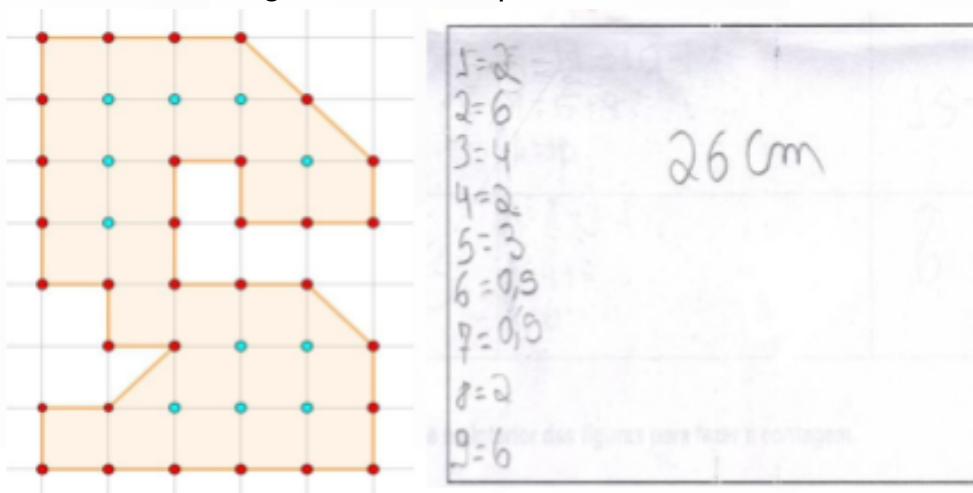
Figura 8 – Problema resolvido pelos alunos



Fonte: Acervo dos autores (2022).

Observa-se que o aluno dividiu o polígono maior em partes, de modo a obter as áreas de cada uma das partes e, depois, a área total do polígono. Uma estratégia comentada por um dos alunos foi que era possível calcular mentalmente as áreas. Segundo o estudante, bastava contar os quadradinhos que formavam a malha por trás dos polígonos, que coincidiam com os limites da figura, e depois fazer a soma. Alguns grupos só chegaram a responder este item depois de conhecer o Teorema de Pick, prosseguindo de acordo com a Figura 9.

Figura 9 – Das respostas dos alunos

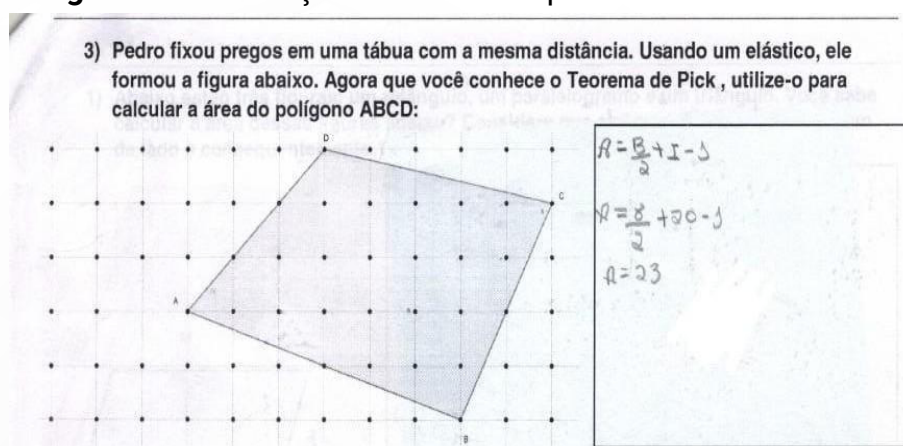


Fonte: acervo dos autores (2022).

Na segunda parte do encontro, após conhecerem o Teorema de Pick, os alunos foram apresentados à situação da Figura 6. A resolução era simples, pois cabia aos alunos apenas identificar os pontos que faziam parte da fronteira e aqueles que pertenciam ao interior da figura. Como os pontos já estavam

marcados, era fácil a visualização para realizar a contagem.

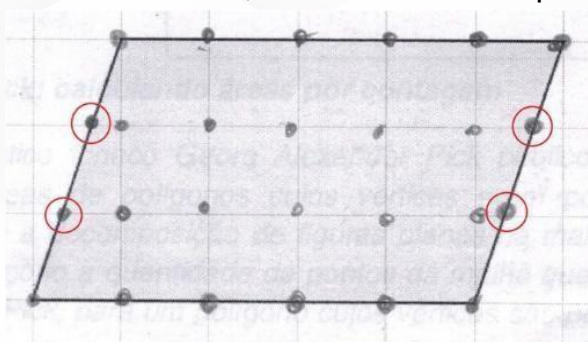
Figura 10 - Resolução dos alunos a partir do Teorema de Pick



Fonte: acervo dos autores (2022).

A maioria dos alunos conseguiu achar o resultado mostrado na imagem acima, sem muitas dificuldades, a não ser aritméticas. O item seguinte tinha como proposta fazer com que os participantes aplicassem o teorema nas mesmas figuras em que a área havia sido calculada de maneira convencional, na primeira questão. Neste momento, surgiram algumas dúvidas e, por vezes, os alunos não conseguiram identificar os pontos das fronteiras do quadrilátero. Diante disso, foi necessária uma orientação que haveria apenas um único ponto para a intersecção de dois segmentos da malha. Ao não identificarem corretamente esses pontos e aplicarem o teorema, o cálculo não correspondia aos valores achados no primeiro momento.

Figura 11 - Scanner de D e F, onde marcaram os pontos errados



Fonte: acervo dos autores (2022).

Na figura acima, observamos que os alunos se confundiram em relação aos quatro pontos nas fronteiras. Possivelmente, acharam que seria

necessário demarcar os pontos citados, devido a linha da malha está passando perpendicularmente às fronteiras da figura. Como se tratava de arestas, deduziram erroneamente que seria obrigatório ter pontos em todas as partes em que fossem cruzadas uma linha da malha com a aresta do quadrilátero.

Conclusão da pesquisa

Durante e após a aplicação deste trabalho, foi possível perceber a motivação e o engajamento dos alunos nas atividades propostas e isso se deu pela forma como a temática foi abordada, usando a resolução de problemas para tratar sobre o cálculo de áreas de figuras planas.

Observou-se que o processo de ensino deve proporcionar ao aluno o espírito de protagonista, fazendo com que se distancie da ideia de ser um mero espectador de sua aprendizagem. Isso se faz possível quando não somente o professor, mas também todo o ambiente escolar busca formas para alcançar tal objetivo.

A partir das estratégias de resoluções que os alunos utilizaram para resolver os problemas, pode-se constatar que a grande maioria logrou êxito na atividade proposta, o que evidenciou a apropriação de uma forma não convencional do cálculo de área de polígonos, alcançando o objetivo proposto neste trabalho.

No que se refere ao processo de ensino-aprendizagem de conteúdos matemáticos na educação básica e, em especial o ensino de geometria, percebemos que, muitas vezes, a forma como esses conteúdos matemáticos são trabalhados pelos professores implica na possibilidade de apreensão ou não dos conceitos por parte dos alunos.

Referências

- ABREU, Renata da Costa. **Teorema de Pick**: uma abordagem para o cálculo de áreas de polígonos simples. 2015. Dissertação (Mestrado em Matemática) - Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, Centro de Ciência e Tecnologia, Laboratório de Ciências Matemáticas, Campus dos Goytacazes, 2015.
- ALMOULOU, Saddo Ag *et al.* A geometria no ensino fundamental: reflexões sobre uma experiência de formação envolvendo professores e alunos. **Rev. Bras. Educ.**, Rio de Janeiro, n. 27, p. 94-108, dec. 2004. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rbedu/a/xzRGKxDRJ6XS4ZXxLnBTkFL/?format=pdf&lang=pt>. Acesso em: 21 out. 2022.
- ANDRADE, Aécio Alves; BRAGA, Patrícia Valleria Santos. Metodologias de ensino de geometria plana na educação básica utilizando materiais concretos. *In*: JICE - JORNADA DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA E EXTENSÃO, 7., 2016, Araguatins. **Anais** [...]. Palmas: IFTO, 2016.
- BRASIL. **Parâmetros curriculares nacionais**: matemática. Secretaria de Educação Fundamental. Brasília: MEC/SEF, 1998.
- BRASIL. **Base Nacional Comum Curricular**. Brasília - DF: Mec, Secretaria de Educação.
- CRILLY, Tony. **50 Ideias de Matemática que precisa mesmo de saber**. Editora Grupo Leya: Alfragide, Portugal, 2011.
- Dante, Luiz Roberto. **Formulação e resolução de problemas de matemática**: teoria e prática. São Paulo: Ática, 2011. 151 p.
- GEOGEBRA. [**Sem título**]. Disponível em: www.geogebra.org. Acesso em: 18 set. 2022.
- HIRATSUKA, Paulo Isamo. O lúdico na superação de dificuldades no ensino de geometria. **Educação em Revista**, Marília, 2006, v. 7, n. 1/2, p. 55-66.
- LIMA, Elon Lages. **Meu Professor de Matemática e outras histórias**. Rio de Janeiro: IMPA, 1991.
- PEREIRA, Antonio Luiz; MELO, Severino Toscano. Contando Áreas: O Teorema de Pick. **Revista do Professor de Matemática**, São Paulo, n. 78, p. 36-42, 2º quadrimestre. 2012.
- PROETTI, Sidney. As pesquisas qualitativa e quantitativa como métodos de investigação científica: um estudo comparativo e objetivo. **Revista Lumen**, [S. l.],

v. 2, n. 4, 2017. Disponível em: <http://www.periodicos.unifai.edu.br/index.php/lumen/article/view/60/88>. Acesso em: 09 dez. 2022.

RESENDE, Giovani; MESQUITA, Maria da Gloria B. F. Principais dificuldades percebidas no processo ensino-aprendizagem de matemática em escolas do município de Divinópolis, MG. **Educ. Matem. Pesq.**, São Paulo, v. 15, n. 1, p. 199-222, 2013.

SOUZA, Rubens Caio de. **Teorema de Pick como proposta para a construção de aula de geometria**. 2021. 62 f. Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Programa de Pós-graduação em Matemática - Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2021.

STEWART, Ian. **Almanaque das curiosidades matemáticas**. Rio de Janeiro: Zahar, 2009.

TASHIMA, Marina Massaco; SILVA, Ana Lúcia da. **As Lacunas no ensino-aprendizagem da geometria**. 2007. Itambaracá. Disponível em: http://www.gestaoescolar.diaadia.pr.gov.br/arquivos/File/producoes_pde/artigo_marina_massaco_tashima.pdf. Acesso em: 21 out. 2022.

VALENTIN, Ismael Forte; OLIVEIRA, Fábio F.; HINTZE, Helio. C. (org.). **Pedagogia**. Temas da educação na singularidade do conhecimento. Jundiaí: Paco Editorial, 2017.

Aprendizagem cooperativa no ensino de multiplicação e divisão: uma análise através da teoria antropológica do didático

*Talyta Sampaio Figueiredo*¹

*Rochelande Felipe Rodrigues*²

*José Luiz Cavalcante*³

Introdução

No contexto escolar das últimas décadas são perceptíveis os avanços no que tangem as práticas de ensino. Além de oferecer suporte aos alunos, algumas escolas e seus docentes vêm aderindo às metodologias ativas, que têm potencial para que os estudantes possam construir seus conhecimentos de forma dinâmica. Segundo Morán (2015, p. 17), “se queremos que os alunos sejam proativos, precisamos adotar metodologias em que envolvam atividades cada vez mais complexas, em que os alunos tenham que tomar decisões e avaliar os resultados, com apoio de materiais relevantes”.

Com a pandemia da COVID19, as práticas escolares e os docentes tiveram que se adaptar a essa nova realidade. Além das práticas convencionais, o uso de metodologias ativas precisou ser adaptado também. De fato, com o período pandêmico, ocorreram diversas demandas e necessidades de modificações no que diz respeito ao ensino. A formação inicial de professores não esteve indiferente a essa situação, tendo em vista que a própria formação também passou por mudanças.

Durante o estágio supervisionado III da primeira autora, ocorreu a mesma oportunidade de refletir sobre diversas metodologias ativas, dentre elas, a

¹ Graduada no Curso de Licenciatura Interdisciplinar em Ciências Naturais e Matemática da Universidade Federal do Cariri- UFCA. E-mail: talyta.sampaio@aluno.ufca.edu.br;

² Doutor em Ensino de Ciências e Matemática pela Universidade Federal Rural de Pernambuco. Professor Adjunto da Universidade Federal do Cariri. E-mail: rochelanderodrigues@ufca.edu.br;

³ Doutor em Ensino de Ciências e Matemática pela Universidade Federal Rural de Pernambuco. Professor Adjunto da Universidade Estadual da Paraíba. E-mail: zeluiz@servidor.uepb.edu.br.

Aprendizagem Cooperativa (AC). A aprendizagem cooperativa se baseia no trabalho em equipe, no qual todos partilham seus conhecimentos e trabalham de forma conjunta, para atingirem um bem comum. Com esse método de aprendizagem os alunos se ajudam mutuamente no ambiente escolar sem haver competições entre si, onde todos aprendem a planejar, compartilhar saberes e se organizar para consolidar um bom desempenho. Bona (2012, p. 63) cita que “a cooperação é um processo de aprendizagem criador de realidades novas, de novas perspectivas sobre um assunto de matemática, por exemplo, e não apenas um meio de trocas entre estudantes”.

Partindo desse cenário, começamos a refletir sobre AC e suas potencialidades tendo em vista o cenário pandêmico. Por outro lado, observamos que estudantes da Escola Básica demonstram dificuldades ao estudarem conceitos relacionados às operações básicas com números naturais. De acordo com Vergnaud (2009), as dificuldades nesses casos podem ter diversas causas, uma delas está na diferença entre os conceitos de numeração e os procedimentos das operações. Por exemplo, no caso da divisão, esta dificuldade pode estar ligada à própria complexidade do algoritmo (VERGNAUD, 2009).

Assim, nosso trabalho traz a seguinte questão: quais as potencialidades da Aprendizagem Cooperativa para ensinar as operações de multiplicação e divisão, mesmo em situação de ensino remoto?

Para realizar esta análise utilizamos a Teoria Antropológica do Didático (TAD), mas especificamente a noção de análise praxeológica. Idealizada por Yves Chevallard, a TAD analisa situações que se apresentam no ensino que está sendo inserido no contexto escolar ou fora dele. Além disso, com essa teoria, é possível compreender as condições ou restrições em torno de um objeto de estudo da área da matemática e efetivá-lo a partir do funcionamento em sala de aula. É sob esse olhar teórico que os fenômenos didáticos são analisados.

A experiência de estágio ocorreu de forma remota na disciplina de Matemática Básica com duas turmas de 8º ano, em uma escola pública da cidade de Brejo Santo-CE. Sendo assim, o presente estudo teve como principal objetivo analisar, a partir da Teoria Antropológica do Didático, as potencialidades da Aprendizagem Cooperativa no ensino remoto de multiplicação e divisão.

Nesse sentido, apresentamos em seguida, aspectos do nosso referencial teórico, metodologia, resultados e discussão.

Referencial Teórico

APRENDIZAGEM COOPERATIVA

A aprendizagem Cooperativa surge na década de 1980, desencadeando diversas pesquisas na área e também trabalhos na vertente educacional, por exemplo, nas escolas e também nas Universidades, sendo eles direcionados a estratégias de ensino, como o trabalho em equipe, como fonte de pesquisa, e que serviu de base para o que conhecemos hoje. Nesta perspectiva, algumas escolas já vêm aderir a essa nova prática metodológica.

Firmiano (2011) ressalta que, nos últimos anos, vêm surgindo inúmeras pesquisas em aprendizagem cooperativa realizadas nas universidades dos Estados Unidos e Europa. No Brasil, especificamente, o autor ainda ressalta que a aprendizagem cooperativa é extremamente nova, mesmo existindo alguns estudos sobre a ideia e algumas experiências isoladas. No estado do Ceará, apresenta-se o PRECE – Programa de Educação em Células Cooperativas, que utiliza o sistema de estudo em células cooperativas com os mesmos princípios dessa metodologia.

Temos como exemplo a Escola Estadual de Educação Profissional Alan Pinho Tabosa, considerada inovadora, e está situada no município de Pentecoste (CE). Esta escola estabeleceu-se inicialmente como uma parceria entre a Secretaria da Educação do Ceará (SEDUC) e a Universidade Federal do Ceará (UFC), que se responsabiliza pela implantação da aprendizagem cooperativa em sala de aula e pela orientação e gestão pedagógica da escola. Além dos momentos de cooperação realizados durante as aulas, é disponibilizado para os alunos no sentido de estimular sua autonomia intelectual, uma carga horária específica para que eles se organizem em grupos de estudo e possam se dedicar a assuntos de seu maior interesse.

A aprendizagem cooperativa se baseia na formação de grupos, nos qual todos partilham seus conhecimentos e trabalham de forma conjunta, para atingirem um bem comum, sendo o alcance dos objetos propostos pelos

mesmos. Com esse método de aprendizagem, os alunos se ajudam mutuamente no ambiente escolar sem haver competições entre ambos, onde todos saberão planejar, compartilhar e se organizar para consolidar um bom desempenho. Com isso, a capacidade de se estabilizar e manter relações faz com que os alunos criem laços que se concretizam durante o tempo. Podemos considerar que:

A cooperação proporcionada pelo agir comunicativo só acontecerá se o grupo conseguir coordenar seus pontos de vista, usando palavras com sentido conhecido por todos ou definindo-as no campo comum ao grupo, apresentando argumentos para as suas proposições, e sendo responsáveis em relação aos seus parceiros de discussão. A cooperação deixa de acontecer se faltar reciprocidade entre os envolvidos, respeito mútuo, ou quando um dos envolvidos partir da ideia de que o seu ponto de vista é o único possível (SCHERER; BRITO, 2014, p. 60).

Para a consolidação do trabalho em equipe, faz-se necessário abranger os cinco pilares essenciais da aprendizagem cooperativa, por meio de células que são grupos formados por até seis integrantes, com a ausência de tais pilares o grupo passa por algumas dificuldades para atingir os resultados propostos. Vale salientar que esta proposta enriquece a interação dos alunos entre eles e junto ao professor, pois pode aumentar a eficácia da aprendizagem de modo geral.

O primeiro pilar da aprendizagem cooperativa, sendo de suma importância, é a interdependência positiva. Esta é abordada de várias maneiras e considera-se que é a “cola” que gruda todos os membros da equipe, ocasionando uma ligação entre eles. Com a ausência desse pilar, não é possível traçar metas durante o processo, pois é através dele que acontece a troca de saberes entre os envolvidos e a distribuição de tarefas que remetem às responsabilidades de cada integrante.

Em segundo, apresenta-se a responsabilidade individual, nessa etapa todos devem responsabilizar-se a cumprir adequadamente os papéis que são atribuídos na célula cooperativa, pois é a partir desse momento que o grupo começa a atribuir funções para cada membro. Quando todos se ajudam, é possível formar um indivíduo que é capaz de exercer sua contribuição aprendendo de forma conjunta, o que posteriormente proporciona uma capacidade de progredir individualmente como pessoa ou profissional em suas relativas escolhas.

O terceiro componente dessa aprendizagem é a interação promotora, é

através dela que acontece a aprendizagem e o bom desenvolvimento da equipe. Segundo Johnson, Johnson e Smith (1991, p. 36), “para os alunos revelarem seu raciocínio e informações ao grupo seria preciso confiar nos outros indivíduos”. Assim, é através dessa interação que surge um sentimento de pertença e confiança entre todos os integrantes, pois é de suma importância que estejam conectados em seus pensamentos, partilhando saberes. A união seria um elemento essencial que remete a esse pilar, pois é através dela que será transmitida a concordância, para a resolução de eventuais conflitos de forma construtiva.

O quarto pilar fundamental da aprendizagem cooperativa é a habilidade social, a qual retrata o convívio na célula cooperativa, destacando o comportamento diante das situações interpessoais. Essas habilidades podem envolver tanto a comunicação, cooperação, resoluções de problemas do cotidiano e o desempenho no que é abordado. O quinto e último elemento é o processamento em grupo, onde se é verificado tudo que ocorreu no trabalho em equipe, especificamente na célula cooperativa. Em cada finalização dos encontros os alunos fazem um processamento com destino a analisar as condições necessárias, havendo uma interação entre os membros na análise da evolução das ações e metas definidas.

TEORIA ANTROPOLÓGICA DO DIDÁTICO

A Teoria Antropológica do Didático (TAD) permite analisar fenômenos didáticos que podem ser apresentados no âmbito escolar ou não, mais precisamente nas instituições de ensino. Ademais, a TAD pode ser encontrada com mais explicações sobre sua evolução nos textos de Yves Chevallard (cf. CHEVALLARD, 1992; 1994; 1997; 1999; 2002; 2006; 2011).

A TAD e suas pesquisas trazem várias possibilidades de compreender as relações que se dão no ensino da matemática. Segundo Rodrigues, Menezes e Santos (2017, p. 41), “na condução das situações didáticas propostas, outro elemento presente na TAD procura dar sentido e sinalização para os caminhos de ensino e aprendizagem da Matemática, tais caminhos são alicerçados e direcionados por modelos de referência que orientam as conduções didáticas e matemáticas”.

A TAD defende a existência de princípios inter-relacionados de elementos práticos e teóricos de qualquer que seja a ação humana. E a partir disso, as atividades matemáticas - que por sinal são consideradas como um exemplo de ações humanas

- são elaboradas e executadas para algum fim, que por sua vez são advindas de pelo menos um questionamento, que é apoiado por elementos lógicos e teóricos embutidos. A partir disso, a TAD, mais especificamente, a praxeologia ou a organização praxeológica – um dos elementos conceituais da TAD - defende a existência de justificação e explicação de qualquer que seja a ação, o fazer humano (MENDES, 2015, p. 200).

Referindo-se a praxeologia, que é uma das principais noções teóricas da TAD, Chevallard ressalta que a mesma é como uma ferramenta que facilita a análise de todo processo didático e complexidade crescente das organizações matemáticas (OM), estabelecida a partir da realização de uma atividade de planejamento elaborada pelo professor. Segundo Cavalcante (2018, p. 134), “de modo geral, as organizações didáticas (OD) revelam as escolhas feitas pelo professor para que seus alunos possam construir ou reconstruir determinadas OM previstas no currículo”. Temos ainda que:

Uma praxeologia pode ser matemática (PM) ou didática (PD). Na PM, temos uma organização matemática (OM) que está relacionada com a construção Matemática ligada às situações didáticas; e, na PD, temos a organização didática (OD), nas quais são organizações que fazem a transposição das OM para fins didáticos. O conjunto de organizações (OM e OD) permite analisar a prática durante as situações de ensino e aprendizagem (RODRIGUES, 2018, p. 45).

Ademais, a praxeologia é composta por quatro elementos que são articulados a partir de blocos considerados pratico-técnico e tecnológico-teórico, sendo respectivamente no saber fazer e amparado no saber, ambos são de suma importância para o modelo praxeológico. Rossini (2006, p. 201) cita que “o termo tecnologia é um discurso racional (logos) sobre a técnica. É a explicação e justificação, de maneira racional, da técnica. De tal forma que a técnica garanta executar, realizara tarefa do tipo T de maneira eficiente e lógica”. Já Martensen (2011, p. 218) ressalta que “a teoria se refere a um conjunto mais abstrato de conceitos e argumentos dispostos em um discurso geral que justifica a tecnologia em si”. Portanto, é notório que esses elementos possuem uma relação de concordância na qual um depende do outro para que ocorra a concretização da teoria.

Metodologia

Devido ao contexto pandêmico, ocasionado pelo vírus COVID-19, a aplicação do presente trabalho não foi desenvolvida de forma presencial, pois ainda não estávamos mantendo o contato direto com outras pessoas por conta do isolamento social. Apoiando-se nessa perspectiva, apresentou-se a possibilidade de aplicar a pesquisa na escola, onde estava ocorrendo o estágio supervisionado III do curso de Licenciatura em Ciências Naturais e Matemática.

Apresenta-se para contextualizar e fundamentar a nossa pesquisa, a Aprendizagem Cooperativa e também a Teoria Antropológica do Didático (TAD). Para realizar a aplicação do conteúdo em sala de aula, trabalhamos de forma conjunta com os discentes, baseando-se na Aprendizagem Cooperativa, proporcionando momentos nos quais surgiram a possibilidade de provocar uma mediação para que os alunos se ajudassem mutuamente no ambiente durante as aulas, sem haver competições entre ambos. Decorrente a isso, todos tiveram a possibilidade de planejar, compartilhar e se organizar para o cumprimento das atividades.

Ademais, os alunos foram divididos em grupo para a realização da atividade proposta, esses grupos foram denominados como as células virtuais, já que devido ao período pandêmico as aulas ainda não estavam acontecendo de maneira presencial. Com isso, a capacidade de se estabilizar e manter relações fez com que os alunos criassem laços que se concretizem durante o tempo, já que não estavam podendo ter um contato maior. Os grupos de células, cooperativa online, apresentou uma oportunidade de os discentes estreitarem laços maiores.

O local de pesquisa e os sujeitos participantes foram os alunos de uma escola de rede pública de ensino, localizada na zona urbana da cidade de Brejo Santo/CE, assim o público alvo foi formado por alunos de duas turmas do oitavo ano. Vale ressaltar que o conteúdo abordado para a análise foi decidido a partir das aulas direcionadas na regência, assim não é um conteúdo já definido pela pesquisadora, mas que se apresenta na ementa da disciplina no período de estágio.

MÉTODO PARA APLICAÇÃO

Através dos encontros cedidos no estágio supervisionado III, foi realizada a aplicação. No total foram cedidos três encontros síncronos e três assíncronos, nestes momentos assíncronos foi realizada a aplicação das atividades propostas.

Na prática da regência síncrona apresentamos aos alunos os pontos necessários para compreensão. Foi exposto e explicado, primeiramente aos discentes, através de slides pela aula no Google Meet, sobre o conteúdo de Multiplicação de Números Naturais e seus algoritmos, com a exposição de algumas propriedades da multiplicação. Além disso, se fez necessário ao decorrer da aula envolver situações problemas do cotidiano para que os alunos pudessem assimilar o que estava sendo exposto, através de exemplos resolvidos.

Vale salientar que as aulas foram ministradas nas duas turmas de uma só vez, pois a escola adotou a modalidade de ensino remoto. Desta forma, através das duas turmas, dividimos os alunos em 6 grupos no aplicativo de mensagens contendo no máximo 12 participantes, para que assim, através dos grupos online, fossem resolvidas as questões acerca do conteúdo de forma cooperativa trocando ideias e incentivando uns aos outros. Apresentou-se assim a seguinte sequência para os encontros síncronos e assíncronos:

1º Momento: Aplicação e explicação do conteúdo sobre Multiplicação de Números naturais, de forma síncrona pelo Google Meet¹. Posteriormente, encontro assíncrono através do grupo de cooperação para as resoluções das três questões de forma cooperativa;

2º Momento: Continuação da explanação sobre o conteúdo de números naturais, através do envio de uma gravação de vídeo. Encontro assíncrono, através do grupo de cooperação para as resoluções de três questões de forma cooperativa;

3º Momento: Apresentação do conteúdo de divisão, de forma síncrona pelo Google Meet, definindo alguns conceitos e métodos que o conteúdo aborda. Posteriormente, encontro assíncrono através do grupo para as resoluções de três questões de forma cooperativa.

Resultados e Discussões

Nesta etapa, iremos descrever como foi o desenvolvimento dos grupos durante a aplicação explícita na metodologia proposta, analisando sobre um olhar da TAD a aprendizagem cooperativa, visando o desenvolvimento das habilidades dos alunos em trabalharem de forma conjunta através dos grupos

formados, apresentando também as restrições e condições. Assim, no decorrer desse tópico, veremos de forma mais detalhada como foi o desempenho dos discentes diante desta proposta.

Ao iniciarmos a nossa pesquisa, notamos uma restrição inicial para o desenvolvimento da aplicação, pois nem todos os alunos têm um acesso devido às ferramentas necessárias para participarem e assistirem às aulas remotas, essa foi uma das maiores dificuldades enfrentadas durante a aplicação da pesquisa aqui descrita, pois sabemos que essa é uma realidade presente em vários lares brasileiros. Assim, a participação não foi tão elevada quanto esperávamos, porém, é compreensível que isto aconteça, pois a aplicação das questões em si foram realizadas nas aulas assíncronas no contra turno, o que também dificultou o acesso de alguns integrantes dos grupos, ao relatarmos que os pais trabalhavam nesse horário e que não tinham os equipamentos (celulares) para acessar o grupo naquele momento, logo notamos uma restrição por parte de alguns alunos no que tange a participação.

Os alunos das duas turmas de oitavo ano foram divididos em 6 grupos. Na Distribuição, percebeu-se uma variância de 10 a 12 alunos por equipes, devido às turmas serem numerosas ocasionando uma restrição. Os encontros aconteceram de maneira assíncrona atendendo a três grupos por horário nas sextas-feiras. A distribuição se deu da seguinte maneira: Grupos 1, 2 e 3 se reuniam nas sextas-feiras pela manhã no horário de 10:00 às 11:00; Grupos 4, 5 e 6 também se reuniam nas sextas-feiras, porém de 11:00 às 12:00 da manhã. Vale salientar que foram realizados três encontros com todos os grupos separadamente via um aplicativo de comunicação para a aplicação da proposta discutida. Além desses momentos assíncronos, foram seguidas também as aulas síncronas que aconteciam para a explanação e explicação do conteúdo de multiplicação e divisão, além de ocorrer também a apresentação para os alunos sobre a aprendizagem cooperativa que seria desenvolvida através dos grupos.

Cada grupo é considerado uma célula de aprendizagem cooperativa, na qual se distribuem os pilares que sustentam tal aprendizagem, promovendo um alcance maior dos objetivos propostos. Vale considerar ainda que trabalhamos com tal proposta na resolução de questões envolvendo os conteúdos que estavam sendo vistos em sala de aula no estágio supervisionado III, sendo eles a multiplicação e a divisão, pois não tínhamos definido um conteúdo específico

e deixamos em aberto para se trabalhar a temática que vinha sendo exposta pelo professor. Desta maneira, nas seções seguintes, apresentam-se as análises de cada encontro, seguindo com um olhar da Teoria Antropológica do Didático (TAD) sobre aplicação da Aprendizagem Cooperativa no conteúdo matemático.

PRIMEIRO ENCONTRO ASSÍNCRONO

Foi notório que, nesse primeiro momento, os alunos se sentiram bem à vontade para se apresentarem e conhecerem melhor seus colegas de grupo, assim, analisaram ser um ambiente propício, com condições necessárias para uma maior participação. No segundo momento, partimos para a aplicação das questões, onde os mesmos deveriam resolvê-las de forma cooperativa, através do grupo formado. O conteúdo utilizado para a resolução foi o de multiplicação. Desta forma, as três questões tiveram um direcionamento ligado com o contexto e conteúdo visto em sala, assemelhando-se, portanto, aos exemplos.

É notório que as questões apresentadas foram de nível mediano, considerando que para alunos de oitavo ano do ensino fundamental tal conteúdo já poderia ser dominado, mas esta é uma realidade que ainda não se faz presente em parte das escolas brasileiras, pois alguns dos discentes chegam até estas séries possuindo dificuldades na resolução dessas operações. Muitos alunos não compreenderam inicialmente as técnicas que poderiam ser utilizadas para a resolução de tais propostas surgindo, com isso, restrições nas resoluções.

Com o trabalho em grupo, podemos considerar que o processo de compreensão foi facilitado, pois, quando um dos integrantes do grupo não sabia que caminho seguir para a resolução, o outro ajudava nesse processo formando um ambiente propício de condições que favorecessem o desenvolvimento do grupo. A professora também intervia quando necessário, em algumas situações, para o melhor desempenho, por exemplo, questionando alguns alunos para instigá-los a pensar e desenvolver o raciocínio acerca do que estava sendo exposto. No diálogo abaixo, os sujeitos participantes, no caso os alunos, serão definidos por numerações, desta forma apresenta-se o seguinte questionamento através dos diálogos no momento de encontro assíncrono:

Professora: Gostaria de explicar para o grupo como resolveu a questão três, Aluna 1?

Aluna 1: (Envia um áudio explicando). Se uma dúzia é 12, então de 800 eu multipliquei por 12 que deu o resultado do total de quantas bananas tinham nas 800 dúzias que seria 9.600 bananas.

Podemos observar que a aluna 1, do grupo 4, utilizou uma técnica considerada importante para a resolução, pois a mesma distinguiu que efetuar a multiplicação da dúzia que seria 12 pelo total de bananas, ou seja, ela efetuou a operação 800×12 , o que resultou em 9.600. Percebe-se que é necessário interpretar o contexto da questão, pois os dados estavam explícitos. A partir da explicação da mesma, os outros alunos conseguiram resolver a questão proposta. É nesse cenário que percebemos o quanto é importante a partilha de ideias para a consolidação do trabalho em grupo.

Nessa etapa, destacamos Rossini (2006, p. 26) “que distingue a atividade matemática das outras atividades humanas é que diante de uma tarefa, é preciso saber como resolvê-la”. O “como resolver” a tarefa é o motor gerador de uma praxeologia: é preciso ter (ou construir) uma técnica, que deve ser justificada por uma tecnologia, a qual, por sua vez, precisa ser amparada por uma teoria. O quadro abaixo mostrará de maneira detalhada a tarefa, técnica, tecnologia e teoria utilizadas na resolução da primeira questão (anexada ao final do trabalho) e desenvolvida por 2 alunos do grupo.

Quadro 1 - Tipo de tarefa (T1) e Subtipo

T1	Calcular o valor obtido com a venda de ingressos, utilizando a multiplicação
t 1,1	Utiliza o algoritmo da multiplicação: antes da multiplicação um dos fatores é dividido por 1000, em seguida, o produto é multiplicado por 1000
t 1,2	Utiliza o algoritmo da multiplicação: multiplica os fatores sem qualquer alteração
θ	Multiplicação de números naturais

Fonte: Própria autora (2021).

É notório que os alunos resolveram a questão a partir de técnicas diferentes, mesmo ambos utilizando a montagem da operação de multiplicação. O aluno 3 desenvolveu em sua técnica a utilização de todos os algarismos que compunham os números que foram disponibilizados no enunciado da questão, ou seja, ela

utiliza o algoritmo da multiplicação: multiplica os fatores sem qualquer alteração. Já a aluno 2 seguiu outra maneira de resolução semelhante, pois ela utiliza o algoritmo da multiplicação de maneira direta, deixando para acrescentar os zeros da função ao final do resultado encontrado, multiplicando o produto por 1000.

A aluna considerou essa técnica mais rápida e compreensiva, compartilhando com seus colegas de grupo tal proposta de resolução. Ademais, a mesma teve o cuidado de especificar de maneira mais clara a unidade de medida utilizada, além de descrever por extenso a explicação de sua resposta. A partir disso, foi possível que outros alunos integrantes da equipe conseguissem desenvolver de forma mais rápida a resolução da questão, justamente por a aluna ter compartilhado essa técnica com os demais. Com um olhar da TAD sobre essa perspectiva percebemos que essa troca de ideias entre os alunos não seria possível, caso não utilizássemos a metodologia da aprendizagem cooperativa. Além disso, os discentes utilizaram de maneira conjunta uma multiplicidade de técnicas necessárias para resolução.

SEGUNDO ENCONTRO ASSÍNCRONO

No segundo dia de encontro os grupos já estavam à vontade no que tange a interação entre eles, pois já sabiam como se daria a proposta e a dinâmica da aplicação. Desta forma, o primeiro momento foi disponibilizado para uma rápida dinâmica, onde cada integrante enviava uma mensagem de voz ou escrita, através do aplicativo utilizado, interagindo com os colegas do grupo. Esta foi uma forma mais interativa para haver uma participação e uma comunicação, mesmo que de maneira online entre a equipe. Por conseguinte, foi iniciado o momento de resolução de forma cooperativa da atividade proposta e como planejado foram disponibilizadas três questões ainda sobre o conteúdo de multiplicação, que estava sendo visto durante as aulas síncronas da escola campo do estágio.

Para despertar o interesse na participação dos alunos, a cada questão enviada solicitava-se que algum destes lessem a questão através de áudios pelo aplicativo utilizado, justamente para ocorrer a partilha de tarefas dentro do grupo, promovendo uma responsabilidade individual em cada componente, que verá a necessidade de participar para que ocorra um bom desempenho do grupo. Neste aspecto, ressaltamos segundo Firmiano (2011, p. 10), que cada célula deve sentir-se responsável pelas aprendizagens definidas para essa célula, e cada membro

será responsável pela tarefa que lhe foi atribuída. O quadro abaixo mostra de maneira detalhada as praxeologias apresentadas, como a tarefa, técnica, tecnologia e teoria utilizadas na resolução das alunas na terceira questão.

Quadro 2 - Tipo de tarefa (T2) e Subtipos

T1	Calcular o produto entre o total de travessas e o de barrinha de cereal. Fazer a subtração posteriormente, para encontrar quantas barrinhas sobraram
t 1,1	Primeiramente os alunos efetuaram a multiplicação do total de travessas pelo de barrinhas. Obtendo o resultado efetuou-se a subtração do valor encontrado pela quantidade distribuída
θ	Multiplicação de números naturais Subtração de números naturais
θ	Aritmética

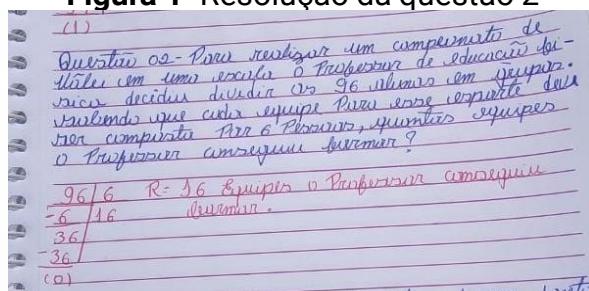
Fonte: Própria autora (2021).

Para a resolução especificamente da questão três (anexada ao final do trabalho), seria necessário que os alunos notassem que teriam que utilizar duas técnicas para a resolução do problema proposto, pois além da operação de multiplicação, para atingir o resultado final, faz-se uma operação de subtração. Com o trabalho em grupo podemos analisar, através da TAD, que foi possível aos alunos perceberem essa técnica de resolução e repassarem para seus colegas, através do compartilhamento de técnicas, e foi possível obter o resultado esperado da questão. Respalda-se ainda, que para os 6 grupos foram aplicadas as mesmas questões, porém algumas das equipes se destacavam mais que outras no que tange ao quesito de participação e resolução.

TERCEIRO ENCONTRO ASSÍNCRONO

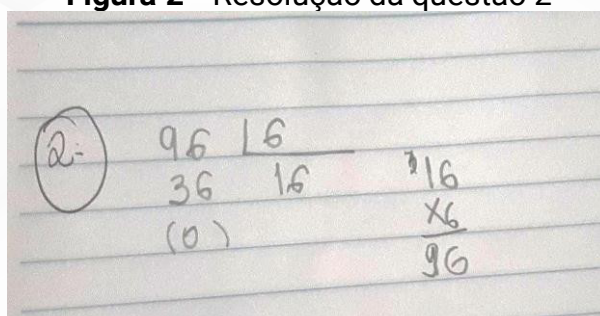
Cada questão foi enviada separadamente para que assim pudesse haver um tempo de discussão entre os alunos e chegassem a um consenso necessário para a resolução. Segundo Magalhães (2014, p. 24), “no seio do grupo é necessário analisar as ações dos membros que são úteis ou inúteis e tomar decisões sobre quais os comportamentos que deverão continuar ou mudar”. A melhoria contínua do processo e dos resultados de aprendizagem depende da análise cuidadosa de como todos os seus membros estão a trabalhar em conjunto. Analisamos na imagem abaixo a resolução da questão 2 de dois alunos do grupo 4.

Figura 1- Resolução da questão 2



Fonte: Aluno 8/Grupo 4.

Figura 2 - Resolução da questão 2



Fonte: Aluno 10/Grupo 4.

Podemos perceber que para a resolução da tarefa apresentada, as técnicas utilizadas se diferem no que tange a resolução da operação da divisão, pois o aluno 8 desenvolveu passo a passo, efetuando a subtração do divisor pelo dividendo e posteriormente realizando a operação de subtração, que é necessária para descobrir o resto. Já o aluno 10 foi mais direto, não realizando a subtração dos valores, apenas efetuou a divisão do divisor pelo dividendo, encontrando o quociente.

Analisamos que os alunos estão acostumados a desenvolverem as técnicas mais comuns de resoluções tanto para a multiplicação, como também a divisão. Mediante a isso, notamos que as técnicas são semelhantes em alguns casos de resolução como na utilização das operações, portanto, difere-se na maneira que cada aluno possui em desenvolvê-las. Além disso, com a aprendizagem cooperativa, os discentes conseguem partilhar com o grupo as técnicas que utilizam para resolver as questões.

Ademais, tal proposta acrescentou de maneira significativa no conhecimento de todos os integrantes envolvidos. Com isso, podemos perceber a eficácia do trabalho em grupo no que tange a cooperação e o compartilhamento dos saberes na resolução das atividades, bem como o avanço obtido na temática

exposta que gerou discussões consideradas cruciais. Vale salientar que as eventuais problemáticas que surgiram no decorrer da aplicação deste trabalho, a exemplo das dificuldades de acesso durante os encontros. Porém, essas restrições serviram como apoio para buscar mudanças necessárias, que serão consideradas também como incentivo para uma autoanálise do que se precisa melhorar e mudar em uma futura aplicação semelhante a tal proposta.

Considerações Finais

Analisando a aprendizagem cooperativa através da Teoria Antropológica do Didático, direcionado aos conteúdos de divisão e multiplicação, deduzimos que os alunos compartilharam na resolução das tarefas, as técnicas múltiplas de resolução, colaborando no desenvolvimento do grupo e contribuindo para a aprendizagem de todos os envolvidos. Notou-se, portanto, que com o trabalho em grupo sob um olhar da TAD, foi possível que alunos desenvolvessem um novo ambiente de interação através da aprendizagem cooperativa. Com essa partilha de ideias foi possível que os integrantes da equipe conseguissem desenvolver de forma mais rápida a resolução da questão apresentando novas aprendizagens justamente por apresentar esse compartilhamento das técnicas de resoluções entre eles.

Ressalta-se que o fato de utilizarmos um aplicativo de comunicação na formação dos grupos para a aplicação da proposta da aprendizagem cooperativa, permitia que as mensagens ficassem salvas e os alunos que não acompanharam no momento proposto poderiam acessá-las em outro horário, apesar de não ocorrer a mesma interação com os outros componentes. Ademais, essa experiência possibilitou aos alunos trocas de ideias e conhecimentos necessários para cada discente envolvido na proposta, pois tiveram a oportunidade de conhecer melhor seus colegas de turma e trabalhar de forma cooperativa, criando elos de afetividade e cumplicidade para um bom desempenho em equipe que são primordiais no âmbito escolar.

Ademais, apresentam-se algumas limitações ocorridas ao decorrer da aplicação da metodologia da aprendizagem cooperativa de maneira online, como a falta de acesso dos alunos às ferramentas necessárias, sendo elas a internet de qualidade, bem como também um aparelho eletrônico de comunicação para o acesso às aulas e aos encontros. Por conta disso, muitos alunos não puderam

participar, o que ocasionou em alguns grupos a falta de interação. Além disso, as células cooperativas continham um número maior de alunos do que o ideal, por conta de as turmas serem numerosas, pois a proposta estava sendo aplicada em duas turmas de oitavo ano do ensino fundamental, por conta do período remoto. Além disso, os discentes não possuíam conhecimentos sobre como acontecia o desenvolvimento da aprendizagem cooperativa, logo foi necessária uma explicação inicial sobre a mesma.

Vale salientar também que tal proposta é incipiente, pois são poucos os estudos que refletem tal aplicação de maneira remota, porém possíveis desafios são propícios que surjam devido ao período pandêmico. A metodologia utilizada colaborou para a amenização das dificuldades de interação entre os alunos nesse período. Mediante a isso, concluímos que a nossa pesquisa pode contribuir nas discussões relacionadas ao ensino da Matemática, gerando possíveis propostas futuras de pesquisas realizadas em tal campo.

Referências

BONA, A. S. **Espaço de aprendizagem digital da matemática: O aprender a aprender por cooperação**. 2012. Tese (Doutorado em Informática na Educação) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Centro de Estudos Interdisciplinares em Novas Tecnologias na Educação, Porto Alegre, 2012.

CAVALCANTE, J. L. **A dimensão cognitiva na teoria antropológica do didático: reflexão teórico-crítica no ensino de probabilidade na licenciatura em matemática**. 2018. Tese (Doutorado em Ensino das Ciências) - Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2018.

CHEVALLARD, Y. Analyse des pratiques enseignantes et didactique des mathématiques: l'approche anthropologique. **Actes de l'UE de la Rochelle**, [s. l.], p. 91-118, 1998.

CHEVALLARD, Y. L'analyse des pratiques enseignantes en théorie anthropologique du didactique. **Recherches en didactique des mathématiques (Revue)**, [s. l.], v. 19, n. 2, p. 221-265, 1999.

FIRMIANO, E. P. Aprendizagem Cooperativa na sala de aula. **Programa de Educação em células cooperativas-PRECE**, [s. l.], 2011.

FREITAS, L. V.; FREITAS, C. V. **Aprendizagem Cooperativa**. Porto: Edições ASA, 2002.

FREIRE, P. **Pedagogia do oprimido**. 6. ed. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1978.

JOHNSON, D. W.; Johnson, R.; HOLUBEC, E. Cooperation in the classroom. **Edina, MN:** Interaction Book Company, [s. l.], 1993.

JOHNSON, D. W.; JOHNSON, R. **Learning together and alone:** Cooperative, competitive, and individualistic learning. 4. ed. Boston: Allyn & Bacon, 1999.

JOHNSON, D. W.; JOHNSON, R. T.; SMITH, K. A. **Cooperative Learning:** Increasing College faculty Instructional Productivity ASHE ERIC George Washington University Washington DC, 1991.

MAGALHÃES, Alice Maria Carvalho. **A aprendizagem cooperativa enquanto estratégia para a promoção da atenção dos alunos:** o caso de uma turma do 10º ano na disciplina de Economia. 2014. Dissertação (Mestrado em Ensino de Economia e Contabilidade) - Universidade de Lisboa, Lisboa, 2014. Disponível em: http://repositorio.ul.pt/bitstream/10451/17963/1/ulfpie047139_tm_tese.Pdf. Acesso em: 28 nov. 2015.

MENEZES, G.; BARBOSA, R.; JÓFILI, Z. Aprendizagem Cooperativa: O que pensam os estudantes. **Linguagens, Educação e Sociedade**, [s. l.], v. 17, p. 51-62, 2007.

MORTENSEN, M. Praxeology as a tool for the analysis of a science museum exhibit. Um panorama de la TAD. **Centre de Recerca Matemática, Campus de Bella-Terra Barcelona**, [s. l.], p. 217-224, 2011.

MORÁN, José. Mudando a educação com metodologias ativas. Coleção mídias contemporâneas. **Convergências midiáticas, educação e cidadania:** aproximações jovens, [s. l.], v. 2, n. 1, p. 15-33, 2015.

NIQUINI, D. P. **O grupo cooperativo:** uma metodologia de ensino. Brasília: Universa, 1997.

RODRIGUES, R. F.; DE MENEZES, M. B.; DOS SANTOS, M. C. Licenciatura em matemática e o percurso de estudo e pesquisa: uma proposta do modelo epistemológico de referência para o ensino e aprendizagem do conceito de função. **Amazônia: Revista de Educação em Ciências e Matemáticas**, [s. l.], v. 13, n. 27, p. 36-50, 2017.

ROSSINI, R. **Saberes docentes sobre o tema função:** uma investigação das praxeologias. 2006. Tese (Doutorado em Educação Matemática) – Pontifícia Universidade Católica, São Paulo, 2006.

SCHERER, Suely; BRITO, Glaucia da Silva. Educação a distância: possibilidades e desafios para a aprendizagem cooperativa em ambientes virtuais de aprendizagem. **Educar em Revista**, [s. l.], p. 53-77, 2014.

Anexo

Questões aplicadas no I Encontro:

1. Em um jogo de futebol foram vendidos 11.000 ingressos a R\$ 8,00 cada. Qual o valor obtido com a venda dos ingressos?
2. Um supermercado recebeu 14 caixas com biscoitos, quantos pacotes o supermercado recebeu?
3. Sabendo que 1 dúzia equivale a 12 unidades. Quantas bananas há em 800 dúzias?

Questões Aplicadas no II Encontro:

1. A professora passou a seguinte operação 82×15 . Qual foi o resultado?
2. A lanchonete utiliza 5 litros de leite para fazer o café com leite todos os dias. Quantos litros de leite serão utilizados no mês de abril?
3. Rita fez 95 travessas de barrinha de cereal, com 35 barrinhas em cada travessa. Ela distribuiu 1.100 barrinhas para os vizinhos experimentarem. Quantas barrinhas sobraram?

Questões Aplicadas no III Encontro:

1. Mariana tem 55 bolinhas de gude e deseja dividir essas bolinhas com sua amiga Rute. Desta forma, quantas bolinhas cada uma delas irá receber de maneira que seja uma quantidade igual para as duas?
2. Para realizar um campeonato de vôlei em uma escola o professor de educação física decidiu dividir os 96 alunos em grupos. Sabendo que cada equipe para esse esporte deve ser composta por 6 pessoas, quantas equipes o professor conseguiu formar?
3. Ana, Paula e Carla foram jantar em um restaurante e a conta foi de R\$ 63,00. Se elas dividirem as despesas em partes iguais, quanto cada uma pagou?

Informações sobre os Autores

Anna Karla Silva do Nascimento

Licenciada em Matemática pela Universidade Federal do Rio Grande do Norte (2009). Mestrado Profissional em Ensino de Ciências Naturais e Matemática pela Universidade Federal do Rio Grande do Norte (2013). Doutoranda do programa de Pós-graduação em Ensino de Ciências e Matemática da Universidade Federal do Rio Grande do Norte. Docente da Universidade Federal do Cariri. Membro do Grupo de Pesquisa em Educação, Ciências e Mídias Digitais (EDUCMÍDIA). Membro do Grupo de Pesquisa sobre Práticas Socioculturais e Educação Matemática (GPSEM/UFPA). Tem experiência na área de Matemática, com ênfase em História da Matemática, atuando principalmente nos seguintes temas: matemática, jogo africano, educação matemática, geometrias não euclidianas e História da Matemática.

Camila Aparecida Pereira da Silva

Graduada em Licenciatura Interdisciplinar em Ciências Naturais pela Universidade Federal do Cariri - UFCA (2019). Graduanda de Licenciatura em Biologia pela Universidade Federal do Cariri - UFCA. Atualmente bolsista FUNCAP/ BPI.

Cícero Helton Pereira

Nascido no município de Porteiras-Ceará, Brasil, aos 05 dias do mês de julho do ano 1989, 33 anos, concluiu o ensino médio na Escola Aristarco Cardoso na cidade de Porteiras-Ce. Fez Licenciatura Interdisciplinar em Ciências Naturais e Matemática e o curso de Licenciatura plena em Matemática pelo Instituto de Formação de Educadores (IFE) da Universidade Federal do Cariri (UFCA).

Clarisse de Almeida Alves

Nascida em 06 de março de 1997, na cidade de Brejo Santo/CE, filha de Antônio Alve e Maria das Graças. Possui graduação em Licenciatura Interdisciplinar em Ciências Naturais e Matemática pela Universidade Federal do Cariri - Instituto de Formação de Educadores (UFCA/IFE). Atualmente é estudante do curso de Licenciatura em Biologia (UFCA/IFE) e Auxiliar Administrativa (UFCA/IFE).

Daniela Valentim Almeida Mota

Discente da Universidade Federal do Cariri, do Instituto e Formação de Educadores, graduanda do curso: Licenciatura em ciências naturais e matemática, com ingresso no ano de 2016. Foi bolsista do projeto de iniciação científica: Monitoramento de Partículas Inaláveis e Estudo da Correlação com Dados de Internações Clínicas.

Edicarlos Pereira de Sousa

Licenciado em Ciências / Matemática (2008) pela Universidade Federal de Campina Grande (UFCG), Especialista em Novas Tecnologias no Ensino de Matemática (2019) pela Universidade Federal Fluminense (UFF), Mestre (2011) e Doutor (2016) em Meteorologia pela UFCG e Doutorando em Educação Matemática e Tecnológica pela Universidade Federal de Pernambuco (UFPE). Professor Adjunto do Instituto de Formação de Educadores (IFE) da Universidade Federal do Cariri (UFCA). Foi professor de Matemática por vários anos na educação básica, nas redes pública e privada de ensino, nos segmentos regular e da Educação de Jovens e Adultos (EJA). Desenvolveu pesquisas na área de meteorologia, por meio estudos que utilizam Análise Multivariada, o Índice de Precipitação Normalizada e a Transformada de Ondeletas. Atualmente, dedica-se a estudos na área de Educação Matemática, com ênfase na formação de professores e no letramento estatístico.

Edileusa Francisca Silva

Formada em Licenciatura interdisciplinar em ciências naturais e matemática pela Universidade Federal do Cariri (UFCA), é graduanda na Licenciatura em Matemática pela UFCA. É componente do Núcleo de Estudos em Educação, História, Diversidade, Raça, Etnia e Movimentos Sociais (NEEHREM). Pesquisa sobre as temáticas: Lei 10.639/2003, relações étnico-raciais, racismo e educação, educação antirracista, Etnomatemática, Cultura e História Africana e Afro-brasileira e Educação Matemática.

Francisco Nascimento Pereira Junior

Possui curso de Licenciatura (2008) e bacharelado (2009) em Ciências Biológicas pela Universidade Regional do Cariri - URCA, Mestrado em Bioquímica (2011) e Doutorado em Bioquímica (2014) pela Universidade Federal do Ceará - UFC. Atualmente é Professor Adjunto da Universidade Federal do Cariri - UFCA. Coordenador do Programa Multicêntrico de Pós-Graduação em Bioquímica e Biologia Molecular da Faculdade de Medicina da UFCA. Tem experiência na área de Bioquímica, com ênfase em Química de Proteínas, atuando principalmente

nos seguintes temas: proteínas, lectina, atividade hemaglutinante, cristalização de proteínas e espectrometria de massas.

Jacqueline Cosmo Andrade Pinheiro

Doutora em Etnobiologia e Conservação da Natureza (2019) pela Universidade Federal Rural do Pernambuco-UFRPE, na linha de pesquisa Sistemas Cognitivos e Uso dos Recursos Naturais. Mestra em Bioprospecção Molecular (2013), na área de concentração Bioprospecção de Produtos Naturais. Possui Licenciatura (2009) e bacharelado (2010) em Ciências Biológicas pela Universidade Regional do Cariri-URCA. Especialista em Farmacologia Clínica pela URCA (2011). Professora Adjunta da Universidade Federal do Cariri -UFCA, *Campus* Brejo Santo-CE, nos Cursos Licenciatura em Ciências Naturais e Licenciatura em Biologia. Tem experiência na área de microbiologia aplicada, atuando principalmente em atividade antimicrobiana intrínseca ou associada a produtos naturais/composto isolados, mecanismos de resistência a antibióticos e erradicação de biofilmes microbianos. Professora permanente e orientadora do Programa de Pós-Graduação em Ciências da Saúde - PPGCS da Universidade Federal do Cariri-UFCA, atuando na linha de Bioquímica e Farmacologia nas Doenças Infecciosas. Atualmente é bolsista de produtividade em pesquisa BPI/Funcap.

José Werverton da Silva Santos

Nasceu no dia 05 de junho de 1992, na cidade de Brejo Santo, no sul do Ceará. No ano de 2016 ingressou no curso de Licenciatura Interdisciplinar em Ciências Naturais e Matemática da Universidade Federal do Cariri campus Brejo Santo e em 2020 ingressou no curso de Licenciatura em Matemática na mesma instituição de ensino e finalizando em 2022.

José Luiz Cavalcante

Doutor em Ensino das Ciências e Matemática pelo Programa de Pós Graduação em Ensino das Ciências da Universidade Federal Rural de Pernambuco (PPGEC-UFRPE), Professor da Universidade Estadual da Paraíba - *Campus* VI - em Monteiro - PB. Mestre em Ensino de Ciências e Matemática pela Universidade Estadual da Paraíba. Atua como professor e pesquisador no Curso de Licenciatura em Matemática e na Especialização em Ensino de Ciências da Natureza para a Convivência com o Semiárido CDSA-UFCG. Foi Diretor Adjunto do Centro de Ciências Humanas e Exatas do Campus - VI - UEPB. Foi coordenador de área do Subprojeto Matemática do Programa Institucional de Bolsa de Iniciação à Docência (CAPES / PIBID / UEPB) no Campus - VI (2012-2022). Atuou como educador na Educação Básica por mais de 10 anos tendo experiência em todos os níveis de ensino. Coordena o Núcleo de Estudos e Pesquisas em Educação

Matemática (NEPEMAT) que está ligado à Reunião de Estudos em Didática da Matemática (REDE) e que abriga atividades de pesquisa e extensão nas linhas de Didática da Matemática e Cognição, Teoria Antropológica do Didático, Formação de Professores que ensinam Matemática e práticas no Ensino de Matemática. Atualmente é coordenador do Grupo de Trabalho 14 da Sociedade Brasileira de Educação Matemática - Didática da Matemática (GT14 - SBEM).

Juliete Bezerra Soares

Nasceu no dia 18 de novembro de 1997 em Brejo Santo - CE, filha de um agricultor, Cicero Bezerra Soares e de uma professora, Maria Panta da Conceição. Possui um curso Técnico de Saúde Bucal do Centro Educacional Ivonete Castelo Branco, CEICB. Graduada no Curso de Licenciatura Interdisciplinar em Ciências Naturais e Matemática e em Licenciatura Biologia do Instituto de Formação de Educadores, da Universidade Federal do Cariri. Atualmente, realiza pesquisas com plantas medicinais com foco na identificação de proteínas bioativas e atividades antibacterianas, antibiofilmes e faz parte do grupo de pesquisa Laboratório de Microbiologia Aplicada – LAMAP.

Karine Symonir de Brito Pessoa

Graduada em Estatística, Mestre em Demografia e Doutora em Educação, todos pela Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN). Atuando principalmente nas seguintes linhas de pesquisa: gestão estratégica; letramento estatístico; ciência de dados; jurimetria; demografia escolar. Professora dos cursos de graduação e pós-graduação do Centro Universitário do Rio Grande do Norte (UNI-RN) na área de Estatística aplicada, membro do Núcleo de Estudos Transdisciplinares e responsável pela avaliação de indicadores de qualidade do ensino superior. Experiência profissional como Secretária de Gestão Estratégica do Poder Judiciário do RN, Coordenadora Administrativa da Corregedoria Geral de Justiça. Estatística do Núcleo Permanente de Concursos da UFRN, Consultora na área gestão de risco, gestão escolar e gestão estratégica, consultora na área de estatística na Secretaria de Educação do RN e NUPLAN/UFRN.

Lenice Sena Santos Silva

Nasceu em 1999, em Brejo Santo no estado do Ceará. Filha de agricultores, se formou no ensino médio na escola Belarmino Lins de Medeiros, na cidade de Abaiara, onde desenvolveu sua paixão por números e pela matemática. Primeira mulher negra da sua família a conquistar um diploma universitário.

Letícia Caetano da Silva

Possui graduação em Licenciatura Plena em Química pela UNESP - Bauru (2006), Mestrado em Química Analítica (Arar.) (2009) quando trabalhou com determinação química de aminas em atmosfera por eletroforese capilar e doutorado em Química Analítica (Arar.) ambos pela UNESP - Araraquara (2013). Em seu doutorado iniciou suas atividades com Química Ambiental Atmosférica. Possui Pós-doutorado pela mesma universidade. Pós-Doutorado no Laboratório de Ecotoxicologia e Genotoxicidade pela Unicamp (2018). Tem experiência na área de Química, com ênfase em Química Analítica, atuando principalmente nos seguintes temas: química ambiental, química da atmosfera, material particulado atmosférico. Atualmente é professora na Universidade Federal do Cariri no Instituto de Formação de Educadores em Brejo Santo, Ceará.

Luiz Francisco Pires Guimarães Maia

Possui graduação em Meteorologia pela Universidade Federal do Rio de Janeiro (1978), mestrado em Engenharia Agrícola pela Universidade Federal de Viçosa (1986) e doutorado em Geografia pela Universidade Federal do Rio de Janeiro (2005). Atualmente é Professor Adjunto da Universidade Federal do Rio de Janeiro. Tem experiência na área de Geociências, com ênfase em Poluição do Ar, Meteorologia e Climatologia Ambiental, atuando principalmente nos seguintes temas: qualidade do ar, material particulado, índice ultravioleta, ozônio troposférico e chuva ácida.

Luiz Eduardo da Silva Santos

Licenciado em Matemática pela Universidade Federal do Cariri (UFCA) (2021). Tem experiência com extensão universitária, atuando no Programa Institucional de Extensão (PIE), vinculado à Pró-Reitoria de Extensão (PROEX/UFCA) na linha de trabalho Ciência, Educação e Interdisciplinaridade. Desenvolveu atividades como monitor das disciplinas de Cálculo Integral e Cálculo Integral no Instituto de Formação de Educadores (IFE/UFCA). Tem experiência desenvolvendo atividades com jogos de origem africana e geometria dinâmica.

Maria Rosângela dos Santos Alves

Nasceu na cidade de Brejo Santo- CE, tem 23 anos de idade, reside no sítio Olho d'Água de Pedra em Abaiara-CE. Graduada em Licenciatura Interdisciplinar em Ciências Naturais e Matemática pelo Instituto de Formação de Educadores (IFE) da Universidade Federal do Cariri (UFCA). Está cursando Licenciatura em Matemática. Possui Especialização de Ensino da Matemática na Faculdade Única de Ipatinga.

Maria Heloisa Feliz da Silva

Graduada pela Universidade do Cariri, no Curso Interdisciplinar em Ciências Naturais e Matemática e Discente do curso de Licenciatura em Biologia do Instituto de Formação de Educadores da Universidade Federal do Cariri.

Micael Rodrigues de Lima

Graduado pela Universidade Federal Do Cariri, no curso Interdisciplinar em ciências naturais e matemática do Instituto de Formação de Educadores- IFE. Atualmente está cursando o curso de Biologia pelo mesmo instituto. Bolsista de pesquisa pelo CNPQ durante o período de 2015 a 2016. Bolsista de pesquisa pela FUNCAP durante o período de 2016 a 2017. Trabalhou com o respectivo projeto, Estudo de proteínas animais com propriedades bioativas. Atuou como bolsista do programa de aprendizagem a prática- PAP, nos laboratórios de química e biologia no ano de 2019.

Neide Ervele Oliveira Henrique

Nasceu no ano de 2000, na cidade de Abaiara-CE, no Sopé da chapada do Araripe. É uma mulher negra, filha de pequenos agricultores e integrante de uma família de 8 irmãos. Professora, graduada em Licenciatura Interdisciplinar em Ciências Naturais e Matemática, pela Universidade Federal do Cariri (UFCA) e graduanda da Licenciatura em Química, pela mesma universidade. Atua na comissão organizadora do Encontro de Saberes Indígenas do Semiárido (EnSIS) e Semana do Meio Ambiente do Cariri Oriental (SEMACO).

Paulo Eugenio Filgueira de Sousa

Paulo Eugênio Filgueira de Sousa, Licenciado em Ciências Naturais e Matemática pela Universidade Federal do Cariri (UFCA), e aluno do curso de Licenciatura em Matemática pela Universidade Federal do Cariri (UFCA).

Paulo Gonçalo Farias Gonçalves

Doutor em Educação pela UFRN (2020), Mestre em Ensino de Ciências Naturais e Matemática pela UFRN (2013) e Licenciado em Matemática pela UECE (2011). É Professor Adjunto da Universidade Federal do Cariri (UFCA), campus Brejo Santo. Líder do Grupo de Pesquisa em Educação Matemática e Didática Desenvolvimental (GPEM2D). Coordenador do curso de Licenciatura Interdisciplinar em Ciências Naturais e Matemática. Compõe o Banco de Avaliadores do Sistema Nacional de Avaliação da Educação Superior (BASIS) do INEP. Atua como coorientador no Programa de Pós-graduação em Ensino

de Ciências Naturais e Matemática da UFRN (PPGECNM/UFRN) e docente permanente do Mestrado Profissional em Educação da Universidade Regional do Cariri (MPE/ URCA). É membro do Conselho Nacional Fiscal da Sociedade Brasileira de Educação Matemática (SBEM). Tem experiência como docente e pesquisador de Educação Matemática, nas seguintes linhas de pesquisa: Formação de Professores, Etnomatemática e Didática Desenvolvimental.

Rochelande Felipe Rodrigues

Professor Adjunto do Instituto de Formação de Educadores (IFE) do Campus de Brejo Santo da Universidade Federal do Cariri (UFCA). Atua nos cursos de Licenciatura Interdisciplinar em Ciências Naturais e Matemática e na Licenciatura em Matemática do IFE. Pesquisa na área da Didática da Matemática, especificamente, a Teoria Antropológica do Didático (TAD). Tem trabalhos nas áreas de Formação de Professores e recursos didáticos.

Sheyla Henrique Moraes Santana

Graduada pela Universidade do Cariri, no Curso Interdisciplinar em Ciências Naturais e Matemática e do curso de Licenciatura em Biologia do Instituto de Formação de Educadores da Universidade Federal do Cariri.

Talyta Sampaio Figueiredo

Graduada em Licenciatura Interdisciplinar em Ciências Naturais e Matemática, pelo Instituto de Formação de Educadores (IFE) da Universidade Federal do Cariri (UFCA) que se localiza na cidade de Brejo Santo/CE, onde também está cursando Licenciatura em Matemática. Especialização em Ensino da Matemática na Faculdade Única de Ipatinga. Atualmente é monitora no Programa Pacto pela Aprendizagem em parceria com o município de Abaiara-CE, na escola da rede básica de ensino Rosa Tavares Leite. Além disso, é integrante do grupo de pesquisa em Ensino das Ciências da Natureza e Matemática e também no grupo de Ensino e Aprendizagem da Matemática.

Willian Fernando Domingues Vilela

Pelo respeito aos direitos étnicos-raciais e sociais constitucionais. Sou Educador, Permacultor, graduado em Química, mestre e doutor em Química Orgânica e Biológica pela Universidade de São Paulo. Atualmente sou Professor Adjunto da Universidade Federal do Cariri, trabalhando com formação de professores numa perspectiva interdisciplinar e intercultural, educação escolar indígena e agroecologia. Ocupo o cargo de gerente na divisão de fomento a curricularização da cultura na Pró-reitoria de Cultura e coordeno o Encontro de

Saberes Indígenas do Semiárido. Nosso maior interesse é buscar impulsionar movimentos contracoloniais que reconheçam a ecologia de saberes em detrimento a monocultura científica hegemônica.

Wilter Freitas Ibiapina

Graduado em Matemática pela Universidade Federal do Piauí (2009) e em Pedagogia pela Universidade Cruzeiro do Sul (2021). Mestre no Ensino de Ciências Naturais e Matemática pela Universidade Federal do Rio Grande do Norte (2014) e Doutor em Educação Matemática e Tecnológica pela Universidade Federal de Pernambuco (2021). Professor da Universidade Federal do Piauí. Também possui experiência como docente na Educação Básica. Além disso, tenho experiência na área de Matemática, com ênfase em Educação da Matemática.



PRPI
Pró-Reitoria de Pesquisa,
Pós-Graduação e Inovação

ISBN: 978-65-88329-44-3

