

CIÊNCIAS EXATAS E DA TERRA

Conexões e Saberes

Resiane Silveira (Org.)




**Editora
DUCERE**

CIÊNCIAS EXATAS E DA TERRA

Conexões e Saberes

Resiane Silveira (Org.)




Editora
DUCERE

© 2022 – Editora Ducere

www.ducere.com.br

editoraducere@gmail.com

Organizadora

Resiane Paula da Silveira

Editor Chefe: Jader Luís da Silveira

Editoração e Arte: Resiane Paula da Silveira

Capa: Freepik/Ducere

Revisão: Respectiveos autores dos artigos

Conselho Editorial

Ma. Heloisa Alves Braga, Secretaria de Estado de Educação de Minas Gerais, SEE-MG

Me. Ricardo Ferreira de Sousa, Universidade Federal do Tocantins, UFT

Me. Guilherme de Andrade Ruela, Universidade Federal de Juiz de Fora, UFJF

Esp. Ricael Spirandeli Rocha, Instituto Federal Minas Gerais, IFMG

Ma. Luana Ferreira dos Santos, Universidade Estadual de Santa Cruz, UESC

Ma. Ana Paula Cota Moreira, Fundação Comunitária Educacional e Cultural de João Monlevade, FUNCEC

Me. Camilla Mariane Menezes Souza, Universidade Federal do Paraná, UFPR

Ma. Jocilene dos Santos Pereira, Universidade Estadual de Santa Cruz, UESC

Esp. Alessandro Moura Costa, Ministério da Defesa - Exército Brasileiro

Ma. Tatiany Michelle Gonçalves da Silva, Secretaria de Estado do Distrito Federal, SEE-DF

Dra. Haiany Aparecida Ferreira, Universidade Federal de Lavras, UFLA

Me. Arthur Lima de Oliveira, Fundação Centro de Ciências e Educação Superior à Distância do Estado do RJ, CECIERJ

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

S587c Silveira, Resiane Paula da
Ciências Exatas e da Terra: Conexões e Saberes / Resiane Paula da Silveira (organizadora). – Formiga (MG): Editora Ducere, 2022. 211 p. : il.

Formato: PDF
Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader
Modo de acesso: World Wide Web
Inclui bibliografia
ISBN 978-65-998511-0-0
DOI: 10.5281/zenodo.6999260

1. Ciências Exatas. 2. Terra. 3. Conexões. 4. Saberes. I. Silveira, Resiane Paula da. II. Título.

CDD: 510.07
CDU: 50

Os artigos, seus conteúdos, textos e contextos que participam da presente obra apresentam responsabilidade de seus autores.

Downloads podem ser feitos com créditos aos autores. São proibidas as modificações e os fins comerciais.

Proibido plágio e todas as formas de cópias.

Editora Ducere
CNPJ: 35.335.163/0001-00
Telefone: +55 (37) 99855-6001
www.ducere.com.br
editoraducere@gmail.com
Formiga - MG

Catálogo Geral: <https://editoras.grupomultiatual.com.br/>

Acesse a obra originalmente publicada em:
<https://www.ducere.com.br/>



AUTORES

ANA CAROLINA MAIA FRAGA
ANA PAULA ANDRADE BARBOSA
ANTÔNIA LÍLIA SOARES PEREIRA
ARIELLY CARDOSO
BEATRIZ CAETANO BENUTO
BRUNA SCHMITT
CAMILA CORRÊA TEIXEIRA
CARINA LEAL NASSAR
CÉSAR RICARDO TEIXEIRA TARLEY
DAIANI GOEDERT
ELISANGELA REGINA SELLI MELZ
GABRIELA PEREIRA KRZYZANOWSKI
GIOVANA SOUZA MARCATTO PEREIRA
GUILHERME AUGUSTO BARROS GOMES
JÉSSICA HOLANDINI COSTA
LEONARDO DA SILVA GUIMARÃES DOS SANTOS
LEONARDO FELIPE HOPPE ROSA
LEONARDO JESUS DE CAMPOS
LUAN PEREIRA CAMARGO
LUCAS DA COSTA RIBEIRO
LUIS RICARDO DE LIMA
LUIZ HENRIQUE DALL'ANTONIA
MALCUS CASSIANO KUHN
MAYARA DA SILVA ARAÚJO
OLGA MARIA LEHMKUHL
RAFAEL JOSÉ PÔNCIO
ROBERTA ANTIGO MEDEIROS
ROBERTO DE MATOS
SAMANTA CAROLINA MAGALHÃES QUARESMA
SILVIO LUIZ MARTINS BRITTO
STEFANY CRISTINA ALVES GONÇALVES

Com muita satisfação e alegria, recebemos esse lindo texto dos amigos advogados, Laurinaldo Felix Nascimento e Elaine Freitas Fernandes. Uma mensagem de apoio e que nos faz ir adiante, saber que estamos seguindo o caminho certo e cada vez mais, transformando Vidas através da Educação.

Agradecemos ao Laurinaldo e a Elaine pela emocionante homenagem, pela amizade e principalmente por estarem conosco.

PREFÁCIO

“Deus, quer o homem sonha e a obra nasce”. Este é um pequeno, mas importante trecho do poema o Infante do Poeta português Fernando Pessoa (1888-1935). Pessoa retrata no primeiro verso, com explicam, diversos críticos literários, a vontade divina que precede o sonho do homem e daí vem a concretização da obra.

O Infante D. Henrique (1394 - 1460) foi o impulsionador dos Descobrimentos, por exemplo ao fundar a Escola de Sagres. Daí o título do texto: embora nele se refira a aventura marítima levada a cabo pelos portugueses, foi o Infante quem desempenhou um papel crucial nessa aventura, o de protagonista, de propulsor, o de símbolo do início da construção do império.

O Infante foi o “descobridor da ideia de descoberta do mundo”.

Por outro lado, ele é também, frequentemente, apresentado como símbolo das vontades e dos esforços de navegadores, mercadores e aventureiros que ajudaram o homem moderno a construir novas dimensões para a perspectiva do mundo, “navegar é preciso” diria Pessoa em outro poema.

Assim sem nenhuma forma de submissão apresentamos o Editor-chefe Jader Luís da Silveira e Resiane de Paula Silveira, Editora-executiva, com os Infantes da Publicação e da Educação.

“Publicar é preciso”, parafraseando o poeta famoso, nesse ensejo, o **Grupo MultiAtual** está lançando a **Editora Ducere**, que vem na mesma perspectiva de trazer o conhecimento e navegar pelas novas propostas educacionais de conhecimentos e saberes, sendo uma Editora que se aventurará nas grandes navegações dos saberes ou publicações editoriais, que descortinam novos horizontes de conhecimentos.

Ducere, tem uma etimologia latina que significa conduzir, guiar, num sentido hodierno educar.

A proposta do **Grupo MultiAtual**, tem sido esta: de conduzir pessoas ao conhecimento com suas publicações, educando vidas.

Uma nova Editora que trabalha com a mesma qualidade e com serviços *premium* e multimodal de campos dos saberes epistemológicos do conhecimento, que possibilitam pessoas da comunidade acadêmica, servidores e pesquisadores a realizarem mudanças de vida por intermédio de publicações e edições de qualidade e cuidado e esmero.

A concretização do árduo trabalho veio na briosa e singela frase, para poder afirmar de Formiga/MG para o mundo que: “**Somos a maior 5ª Editora Científica do Brasil**”.

O sonho continua, mas do sonho vem a obra, que é fruto de um trabalho dedicado e árduo, nada chega por acaso, tudo vem da vontade daquele que guia os passos de Jader e Resiane, podendo afirma o que foi dito pelo profeta em 1º Samuel 7:12 “**Ebenezer, até aqui nos ajudou o SENHOR**”.

Do exposto, exalta-se o ineditismo propositivo e coragem dos trabalhos até aqui desenvolvidos pelo **Grupo MultiAtual** que o colocam em destaque no conteúdo didático pátrio, sendo estimulante prefaciarmos este livro que será o primeiro de muitas obras. É com altivez e grata satisfação que apresentamos e recomendamos a presente obra.

Parabéns Jader Luís da Silveira e Resiane de Paula Silveira.

Aos mares das publicações **Grupo MultiAtual!**

Boa leitura e reflexões aos leitores!

Dos seus Editores e Revisores da Equipe MultiAtual.

Laurinaldo Felix Nascimento

Advogado. Doutorando em Direito fundamentais e novos direitos pela Universidade Estácio de Sá – UNESA/RJ. Mestre em Administração Pública na Fundação Getúlio Vargas/RJ. Pós-Graduado em Gestão Governamental na Universidade de Pernambuco-FCAP/UPE, Bacharel em Direito na Universidade Estácio de Sá/Recife. Coronel da Reserva da Polícia Militar de Pernambuco.

E-mail: lfelixfuncional@gmail.com

Elaine Freitas Fernandes

Advogada; Mestre em Direito, Políticas Públicas e Desenvolvimento Regional pelo Centro Universitário do Pará – CESUPA, na linha de pesquisa: Direito, Políticas Públicas e Desenvolvimento Regional; Doutoranda em Direito Público e evolução social- Direitos fundamentais e novos direitos pela Universidade Estácio de Sá – UNESA/RJ; professora universitária e coordenadora de curso;

E-mail: elainefff@hotmail.com

APRESENTAÇÃO

As Ciências Exatas são os estudos que utilizam mais o raciocínio lógico, cálculos, números e o teste de hipóteses, tendo como objetivo a resolução de problemas através da matemática, para conseguir resultados precisos e lógicos. As Exatas são focadas em medições, expressões matemáticas e cálculos.

Assim, a obra “Ciências Exatas e da Terra: Conexões e Saberes” foi concebida diante artigos científicos especialmente selecionados por pesquisadores da área. Os conteúdos apresentam considerações pertinentes sobre os temas abordados diante o meio de pesquisa e/ou objeto de estudo.

Desta forma, esta publicação tem como um dos objetivos, garantir a reunião e visibilidade destes conteúdos científicos por meio de um canal de comunicação preferível de muitos leitores.

Este e-book conta com trabalhos científicos da área de Ciências Exatas e da Terra, aliados às temáticas das práticas ligadas a sustentabilidade, a inovação, bem como os aspectos que buscam contabilizar com as contribuições de diversos autores. É possível verificar a utilização das metodologias de pesquisa aplicadas, assim como uma variedade de objetos de estudo.

SUMÁRIO

Capítulo 1 “GEOMETRIA DINÂMICA”: UMA PROPOSTA EDUCACIONAL COM O USO DE APLICATIVOS MÓVEIS E JOGOS DIGITAIS <i>Lucas da Costa Ribeiro; Antônia Lília Soares Pereira</i>	12
Capítulo 2 SÍNTESE E APLICAÇÃO DE ÓXIDOS COM IMPRESSÃO MOLECULAR <i>Ana Paula Andrade Barbosa; Leonardo Jesus de Campos; Beatriz Caetano Benuto; César Ricardo Teixeira Tarley; Roberta Antigo Medeiros; Roberto de Matos</i>	33
Capítulo 3 QUANTUM DOTS DE GRAFENO: UMA BREVE REVISÃO SOBRE MÉTODOS DE SÍNTESE E USO EM SENSORES ELETROQUÍMICOS <i>Mayara da Silva Araújo; Arielly Cardoso; Giovana Souza Marcatto Pereira; Ana Carolina Maia Fraga; Roberta Antigo Medeiros</i>	54
Capítulo 4 MATEMÁTICA CURIOSA E DIVERTIDA NA COLEÇÃO DE ARITMÉTICAS DA SÉRIE CONCÓRDIA PUBLICADAS NA DÉCADA DE 1940 <i>Malcus Cassiano Kuhn</i>	74
Capítulo 5 COMPLIANCE E GOVERNANÇA CORPORATIVA COMO FERRAMENTAS PARA A EFETIVAÇÃO DA RESPONSABILIDADE E FUNÇÃO SOCIAL DAS EMPRESAS COM AS COMUNIDADES <i>Jéssica Holandini Costa; Camila Corrêa Teixeira; Samanta Carolina Magalhães Quaresma; Carina Leal Nassar</i>	93
Capítulo 6 NIOBATO DE COBRE: PROPRIEDADES, SÍNTESES E SUAS APLICAÇÕES <i>Guilherme Augusto Barros Gomes; Luan Pereira Camargo; Luiz Henrique Dall’Antonia</i>	107
Capítulo 7 A TRAJETÓRIA EMPREENDEDORA DE HENRIQUE DUMONT E SUA INFLUÊNCIA NA VIDA DE SANTOS DUMONT <i>Rafael José Pôncio</i>	123
Capítulo 8 CONSIDERAÇÕES SOBRE LIVROS DE ARITMÉTICA PRODUZIDOS PELAS IRMÃS FRANCISCANAS DO COLÉGIO SÃO JOSÉ DE SÃO LEOPOLDO/RS PARA O PÚBLICO FEMININO NO FINAL DO SÉCULO XIX <i>Malcus Cassiano Kuhn; Silvio Luiz Martins Britto</i>	139

Capítulo 9 METODOLOGIAS DE ENSINO DE MATEMÁTICA PARA ALUNOS SURDOS <i>Stefany Cristina Alves Gonçalves; Antônia Lília Soares Pereira</i>	157
Capítulo 10 DESEMPENHO NO ENEM EM MATEMÁTICA DE 2015 A 2019 DAS ESCOLAS PÚBLICAS E PRIVADAS DO VALE DO PARANHANA/RS <i>Bruna Schmitt; Silvio Luiz Martins Britto</i>	175
Capítulo 11 A RESIDÊNCIA PEDAGÓGICA COMO POSSIBILIDADE PRÁTICA NA FORMAÇÃO DOCENTE <i>Luis Ricardo de Lima; Olga Maria Lehmkuhl; Leonardo da Silva Guimarães dos Santos; Gabriela Pereira Krzyzanowski; Leonardo Felipe Hoppe Rosa; Daiani Goedert; Elisangela Regina Selli Melz</i>	196

Capítulo 1

“GEOMETRIA DINÂMICA”: UMA PROPOSTA EDUCACIONAL COM O USO DE APLICATIVOS MÓVEIS E JOGOS DIGITAIS

Lucas da Costa Ribeiro

Antônia Lília Soares Pereira

“GEOMETRIA DINÂMICA”: UMA PROPOSTA EDUCACIONAL COM O USO DE APLICATIVOS MÓVEIS E JOGOS DIGITAIS

Lucas da Costa Ribeiro

Graduando em Licenciatura Matemática no Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Tocantins (IFTO), Campus Palmas. <https://orcid.org/0000-0003-2356-6173>.

Antônia Lília Soares Pereira

Mestra em Ensino em Ciências e Saúde (UFT), especialista em Metodologia do Ensino de Matemática e Física (UNINTER), graduada em Licenciatura Plena em Matemática (UFAC). Docente na área de Matemática no Ensino Básico, Técnico e Tecnológico no Instituto Federal do Tocantins (IFTO), Campus Palmas. <https://orcid.org/0000-0002-3977-3508>.

Resumo: A proposta educacional do projeto de ensino intitulado “Geometria Dinâmica” visa não somente engajar o sujeito participante, mas também, contribuir para uma aprendizagem significativa. Pretende-se desenvolver a temática relacionada à Geometria Plana e Espacial por meio de aplicativos móveis e jogos digitais. O projeto possui a intencionalidade de contribuir com o desenvolvimento do indivíduo em suas múltiplas dimensões, favorecendo a formação integral e a emancipação humana. O objetivo desta proposta pedagógica consiste em apresentar uma alternativa de metodologia para o ensino de matemática por meio do uso de *softwares* educacionais de demonstração e simulação da Geometria Dinâmica. Dentre os objetivos específicos destacam-se: contribuir para que as inovações na prática pedagógica relacionadas ao uso de *softwares* educacionais permitam a elevação da qualidade do ensino de Matemática; desenvolver recurso e/ou metodologias que visam a reflexão e a melhoria dos processos de ensino e de aprendizagem por meio dos *softwares* de Geometria Dinâmica; e compreender os conceitos geométricos com o auxílio da metodologia ativa ABP inclusive com o uso de *apps* para a visualização e simulação das situações. Este estudo é de cariz qualitativo e de cunho descritivo. A metodologia utilizada nesta proposta ancora-se na Aprendizagem Baseada em Problemas e no *Mobile-Learning* sob a perspectiva de ensinar Geometria Plana e Espacial por meio de *apps* e jogos digitais. Como resultados apresentam-se o plano pedagógico do projeto de ensino, bem como, a descrição da organização do material pedagógico a ser trabalhado durante o desenvolvimento da proposta educacional. Portanto, conclui-se que este projeto pode oportunizar aos estudantes, a interação, a motivação e o engajamento na conclusão do Nível Médio. Além de aprimorar os conhecimentos para a realização das avaliações externas e de ingresso nos cursos de Nível Superior, pois

esta proposta pedagógica possui um viés inovador e integrador quanto ao ensino da Geometria.

Palavras-chave: Aplicativos Móveis. Geometria Dinâmica. Jogos Digitais. Proposta Educacional.

Abstract: The educational proposal of the teaching project entitled "Dynamic Geometry" aims not only to engage the participant, but also to contribute to meaningful learning. It is intended to develop themes related to Plane and Spatial Geometry through mobile applications and digital games. The project has the intention of contributing to the development of the individual in its multiple dimensions, favoring the integral formation and human emancipation. The goal of this pedagogical proposal is to present an alternative methodology for teaching mathematics through the use of educational software for demonstration and simulation of Dynamic Geometry. Among the specific objectives are: to contribute to innovations in pedagogical practice related to the use of educational software to improve the quality of mathematics teaching; to develop resources and/or methodologies that aim to reflect and improve the teaching and learning processes through Dynamic Geometry software; and to understand geometric concepts with the help of the active ABP methodology, including the use of apps for visualization and simulation of situations. This is a qualitative and descriptive study. The methodology used in this proposal is anchored in Problem-Based Learning and Mobile-Learning from the perspective of teaching Plane and Spatial Geometry through apps and digital games. As results, the pedagogical plan of the teaching project is presented, as well as the description of the organization of the pedagogical material to be worked on during the development of the educational proposal. Therefore, it is concluded that this project can provide students with the opportunity for interaction, motivation, and engagement in the conclusion of the high school level. In addition to improving the knowledge to perform external evaluations and to enter higher education courses, because this pedagogical proposal has an innovative and integrative approach to the teaching of Geometry.

Keywords: Mobile Applications. Dynamic Geometry. Digital Games. Educational Proposal.

INTRODUÇÃO

A proposta educacional de projeto de ensino intitulado "Geometria Dinâmica" contempla os estudantes do Ensino Médio, dos Anos Finais do Ensino Fundamental, e também, pode auxiliar na formação inicial e continuada de professores. A temática abordada no projeto refere-se ao estudo de Geometria Plana e Espacial. O planejamento desta proposta envolve a execução das atividades nas modalidades remota, presencial e/ou híbrida com o auxílio de aplicativos móveis (*apps*) e jogos digitais para uma melhor compreensão dos conceitos geométricos.

A relevância do conteúdo a ser trabalhado neste projeto se dá pelo fato de que "a Geometria é considerada fundamental para nossa vida, visto que é necessário entender os assuntos relacionados a ela, pois os mesmos servem de base para

resolução de problemas que envolvem as mais variadas áreas do conhecimento” (LIMA *et. al.*, 2014, p. 03).

Deste modo, o estudo da Geometria por meio dos *apps* e *games* pode contribuir para que o estudante possa entender até mesmo os conceitos geométricos mais complexos e a aplicabilidade prática no cotidiano para a resolução de problemas. Além disso, essas ferramentas didático-tecnológicas permitem:

“[...] a interação do usuário com a tecnologia móvel; o desenvolvimento da literacia digital; o aprimoramento dos conteúdos matemáticos; a motivação dos estudantes quanto à autonomia e à autoaprendizagem; a experimentação do comportamento dos objetos matemáticos; a exploração e inclusão da tecnologia digital para a aprendizagem ubíqua [...]” (PEREIRA; PEREIRA, 2021, p. 2).

Assim, o projeto de ensino “Geometria Dinâmica” visa não somente engajar o sujeito participante, mas também, contribuir para uma aprendizagem significativa. Pretende-se desenvolver a temática relacionada à Geometria Plana e Espacial por meio de aplicativos móveis e jogos digitais. O projeto possui a intencionalidade de contribuir com o desenvolvimento do indivíduo em suas múltiplas dimensões, favorecendo a formação integral e a emancipação humana.

Ancorado à Base Nacional Comum Curricular (BNCC, 2018), o projeto aqui designado, busca trazer prerrogativas alicerçadas ao estudo dos jogos digitais e *apps* como objetos didático-pedagógicos para a evolução e desenvolvimento do raciocínio lógico, do letramento e do pensamento geométrico do estudante.

A metodologia a ser adotada durante o desenvolvimento do projeto consiste na Aprendizagem Baseada em Problemas ou *Problem Based-Learning* (ABP) (MAGALHÃES; PEREIRA, 2019) que visa possibilitar aos estudantes o engajamento para que se tornem protagonistas das soluções para os problemas levantados. Além do *mobile learning*, que “não envolve apenas o uso de dispositivos móveis, mas também a capacidade de aprender em diferentes contextos através de interações entrelaçadas com pessoas, conteúdo e dispositivos” (BORBA *et. al.*, 2016, p. 592).

Também se utiliza na realização deste projeto, a Teoria de Van Hiele (1957), que consiste na investigação dos níveis de aprendizagem para o desenvolvimento do pensamento geométrico. Para a verificação dos resultados, serão investigados os cinco níveis de aprendizagem da Geometria, conforme a teoria de Van Hiele (SANTOS; SANT’ANNA, 2015) que serão propostos nas atividades, bem como as fases destas aprendizagens.

Esta proposta se justifica sob formas de apresentação de grande relevância para o ensino de Matemática, em especial, da Geometria Plana e Espacial, que se integra totalmente ao currículo da área técnica dos cursos aqui envolvidos, além de possibilitar um estudo mais profundo a fim de capacitar os estudantes para as avaliações externas e processos seletivos. Além disso, este projeto ampara-se nas complexidades que a Matemática apresenta aos estudantes, inclusive quanto às dificuldades de compreensão dos conceitos matemáticos e definições científicas (CARVALHO, 2011).

Este projeto possui importante viabilidade para a resolução de problemas relacionados ao *déficit* das aulas de matemática no interstício do ensino remoto por motivo do distanciamento social provocado pela pandemia de Covid-19. Assim, esta proposta educacional interpõe-se sobre os fatores que prejudicaram a qualidade da educação, como a evasão, o desenvolvimento de doenças psicológicas e a falta de interesse para com os estudos.

Este estudo também envolve a aprendizagem ubíqua, que se refere ao uso de dispositivos *mobile*, o indivíduo aprende a qualquer momento e em qualquer lugar (ALMEIDA, 2016). Assim, a ubiquidade oferece um espaço oportuno para autoaprendizagem e envolvimento do estudante com o ambiente real (SOUSA; PEREIRA; PEREIRA, 2021).

Dessa forma, o objetivo deste estudo apresentado através desta proposta pedagógica consiste em apresentar uma alternativa de metodologia para o ensino de matemática por meio do uso de *softwares* educacionais de demonstração e simulação da Geometria Dinâmica.

Dentre os objetivos específicos destacam-se: 1) contribuir para que as inovações na prática pedagógica relacionadas ao uso de *softwares* educacionais permitam a elevação da qualidade do ensino de Matemática; 2) desenvolver recurso e/ou metodologias que visam a reflexão e a melhoria dos processos de ensino e de aprendizagem por meio dos *softwares* de Geometria Dinâmica; 3) compreender os conceitos geométricos com o auxílio da metodologia ativa ABP inclusive com o uso de *apps* para a visualização e simulação das situações.

O artigo divide-se em: Introdução, Revisão de Literatura (A Importância do Uso de Aplicativos Móveis e Jogos Digitais no Ensino de Matemática), Metodologia, Resultados e Discussões, e Considerações Finais.

A IMPORTÂNCIA DO USO DE APLICATIVOS MÓVEIS E JOGOS DIGITAIS NO ENSINO DE GEOMETRIA

A Geometria é um campo da Matemática que estuda as figuras geométricas e possibilita a compreensão em suas formas complexas. Além disso, a Geometria é peça fundamental para a vida humana no sentido de entender formas e figuras que estão contidas no mundo através da descrição e observação do homem no seu espaço.

De acordo com Lima *et. al.* (2014, p. 03) a Geometria se encontra como fator essencial enquanto está “presente em nosso cotidiano e aplicada na nossa vida prática em diversos fatores, até mesmo nas coisas mais simples estamos cercados por objetos que guardam relação com as formas geométricas”. Por outro lado, Rogenski e Pedroso (2013, p. 2) destacam que:

“[...] a geometria é considerada a ciência do espaço, pois trabalha com formas e medições [...] essa ciência favorece a percepção espacial e a visualização, sendo conhecimento relevante para as diferentes áreas, permitindo que o aluno desenvolva sua percepção, sua linguagem e raciocínio geométrico de forma a construir conceitos”.

A teoria de Van Hiele, explica que o pensamento geométrico se fundamenta em cinco níveis desde o primeiro contato em observar as figuras geométricas até a compreensão de sua construção em demonstrações. Os níveis são: reconhecimento, análise, ordenação, dedução e rigor. Assim, o modelo de Van Hiele permite a condução dos alunos a níveis de se construir e entendimento sobre a geometria (SANTOS; SANT'ANNA, 2015).

Vieira e Allevato (2015, p. 45) descrevem os níveis de Van Hiele como:

“[...] o reconhecimento e a caracterização das figuras geométricas por meio de suas propriedades. As propriedades são apreendidas experimentalmente, por meio de atividades de observação, de medição e desenhos. Os estudantes descobrem que algumas propriedades, quando combinadas, referem-se a uma classe de figuras”.

Assim, a utilização de aplicativos móveis no ensino de geometria possibilita a abordagem de conceitos, compreensão e resolução de problemas por meio do *mobile-learning* que permite visualizações, simulações e demonstrações dinâmicas (SOUSA; PEREIRA; PEREIRA, 2021; PEREIRA; PEREIRA, 2021).

“(...) o aprendizado baseado em plataformas móveis ou *mobile-learning* (*mlearning*) é uma estratégia de aprendizagem que propõe a democratização do acesso a diversos conteúdos educativos. É um conceito amplo que foca na disponibilização do acesso à informação de forma independente a qualquer instituição ou ambiente físico” SANCHES, *et. al.*, 2019, p. 327).

Desse modo, os *apps* são recursos pedagógicos que podem motivar e estimular os estudantes a desenvolver hábitos de colaboração e tomadas de decisões. Além disso,

“O mais importante é que eles (os Apps) trazem a matemática para o dia a dia facilitando o desenvolvimento lógico do aluno, mostrando o desenvolvimento tecnológico unido à matemática de forma prática e palpável, objetivando um melhor letramento matemático. Tais ferramentas visam facilitar, resolver ou simplesmente entreter seus usuários, utilizando problemas de certa complexidade, desafiando-os em qualquer lugar diariamente” (ANDRADE, 2019, p. 43).

Nesta conjuntura, a BNCC (2018, p. 474) ressalta a importância do uso de diversas ferramentas de “*software* e aplicativos para compreender e produzir conteúdos em diversas mídias, simular fenômenos e processos das diferentes áreas do conhecimento, e elaborar e explorar diversos registros de representação matemática”. Mas, para além disso, uma proposta educacional abrangente procura demonstrar, promover e motivar práticas pedagógicas diferenciadas não somente para a formação inicial e continuada de professores, mas também para a formação integral do aprendente.

Neste contexto, os jogos digitais surgem como objetos didático-pedagógicos para a evolução e o desenvolvimento do raciocínio lógico, do letramento e do pensamento matemático dos alunos. Os jogos, enquanto métodos de aprendizagem proporcionam de forma lúdica e motivacional a construção de conceitos, inclusive, dos considerados mais complexos para o estudante (ALVES; TORRES, 2017; SOUTO; FRAGELLI, 2017).

Com o uso do *game* o estudante torna-se livre para construir e extrair as informações do jogo que amplia a sua visão e leitura sobre o conteúdo num espaço digital, e o desenvolvimento da comunicação e interação para a construção do conhecimento. O ensino por meio de jogos digitais não precisa ser feito exatamente com a introdução do conteúdo curricular, mas é necessário que se problematize os

desafios no *game*, além de possibilitar novas descobertas e despertar curiosidades num ambiente virtual (PRENSKY, 2012).

METODOLOGIA

Este estudo é de natureza qualitativa, que visa atingir o objetivo esperado e construir resultados coerentes. Minayo (2014, p. 24) enfatiza que “o universo das investigações qualitativas é o cotidiano e as experiências do senso comum, interpretadas e re-interpretadas pelos sujeitos que as vivencia”. Este estudo também é de cunho descritivo, que consiste em descrever características por parte do evento presenciado, tendo como ação estabelecer relações entre variáveis e definir sua natureza ou origem (YIN, 2016).

Esta pesquisa ancora-se no *Mobile-Learning*, pois condiz a uma realidade educacional direcionada no progresso e evolução das tecnologias móveis, já que a educação passou a ser um campo abrangente aos dispositivos móveis sobre o ensino (BORBA *et. al.*, 2016).

Aprendizagem Baseada em Problemas é abordada neste estudo, porque é uma metodologia ativa que estimula a autoaprendizagem, a (re)construção dos conhecimentos para a resolução de um problema. A ABP, inclusive, pode ser usada na elaboração e aplicação de projetos educacionais, como uma forma de aprendizado interativo (MAGALHÃES; PEREIRA, 2019).

O projeto de ensino “Geometria Dinâmica” pauta-se sob a perspectiva de ensinar Geometria Plana e Espacial por meio de *apps* e jogos digitais. Esta proposta pedagógica abrange os estudantes do Ensino Fundamental ou Médio e professores em formação inicial ou continuada.

RESULTADOS

O plano pedagógico do projeto de ensino “Geometria Dinâmica” é descrito no quadro I, a seguir, de acordo com a temática abordada, os objetivos, o objeto do conhecimento, as competências, as habilidades, os recursos didáticos, a avaliação, a frequência e a quantidade de aulas:

Quadro I - PLANO PEDAGÓGICO DO PROJETO

Tema	Geometria Plana e Espacial.
Objetivos	Apresentar as figuras geométricas planas e espaciais: definições, características e propriedades. De modo a contribuir para uma aprendizagem significativa e para o desenvolvimento cognitivo dos alunos por meio do uso de <i>softwares</i> de Geometria Dinâmica.
Objeto do conhecimento	<ul style="list-style-type: none"> • Geometria Plana e Espacial; • Conceitos e definições de figuras planas; • Polígonos e suas propriedades; • Tangram; • Transformações geométricas; • Área e perímetro de polígonos; • Sólidos Geométricos; • Sólidos de Platão; • Relação de Euler; • Poliedros: Prismas e Pirâmides. • Corpos Redondos: Cone, esfera e cilindro; • Planificação dos Sólidos; • Área da superfície; • Volume dos sólidos geométricos.
Competência(s) BNCC (2018)	<p>Competência Específica 1:</p> <p>Utilizar estratégias, conceitos e procedimentos matemáticos para interpretar situações em diversos contextos, sejam atividades cotidianas, sejam fatos das Ciências da Natureza e Humanas, das questões socioeconômicas ou tecnológicas, divulgados por diferentes meios, de modo a contribuir para uma formação geral.</p> <p>Competência Específica 3:</p> <p>Utilizar estratégias, conceitos, definições e procedimentos matemáticos para interpretar, construir modelos e resolver problemas em diversos contextos, analisando a plausibilidade dos resultados e a adequação das soluções propostas, de modo a construir argumentação consistente.</p> <p>Competência Específica 5:</p> <p>Investigar e estabelecer conjecturas a respeito de diferentes conceitos e propriedades matemáticas, empregando estratégias e recursos, como observação de padrões, experimentações e diferentes tecnologias, identificando a necessidade, ou não, de uma demonstração cada vez mais formal na validação das referidas conjecturas.</p>
Habilidades(s) BNCC (2018)	<p>(EM13MAT103) Interpretar e compreender textos científicos ou divulgados pelas mídias, que empregam unidades de medida de diferentes grandezas e as conversões possíveis entre elas, adotadas ou não pelo Sistema Internacional (SI), como as de armazenamento e velocidade de transferência de dados, ligadas aos avanços tecnológicos.</p> <p>(EM13MAT106) Identificar situações da vida cotidiana nas quais seja necessário fazer escolhas levando-se em conta os riscos probabilísticos (usar este ou aquele método contraceptivo, optar por um tratamento médico em detrimento de outro etc.)</p>

	<p>(EM13MAT201) Propor ou participar de ações adequadas às demandas da região, preferencialmente para sua comunidade, envolvendo medições e cálculos de perímetro, de área, de volume, de capacidade ou de massa.</p> <p>(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.</p> <p>(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.</p> <p>(EM13MAT505) Resolver problemas sobre ladrilhamento do plano, com ou sem apoio de aplicativos de geometria dinâmica, para conjecturar a respeito dos tipos ou composição de polígonos que podem ser utilizados em ladrilhamento, generalizando padrões observados</p> <p>(EM13MAT509) Investigar a deformação de ângulos e áreas provocada pelas diferentes projeções usadas em cartografia (como a cilíndrica e a cônica), com ou sem suporte de tecnologia digital.</p>
<p>Recursos Didáticos</p>	<ul style="list-style-type: none"> • <i>Notebook</i>; • Livro Didático; • Computador; • <i>Softwares</i> de Geometria Dinâmica; • <i>Smartphone</i>; • <i>Tablet</i>; • Caneta <i>Touch Screen</i>; • Mesa digitalizadora; • Slides com construções geométricas; • Régua, lápis, folha de papel A4 e borracha.
<p>Avaliação</p>	<p>A avaliação será contínua no decorrer das aulas, realizada e em observação dentro do desenvolvimento e a interação nas atividades realizadas e nas discussões propostas, valorizando as diferenças individuais, suas habilidades e capacidades diante do conteúdo desenvolvido de forma integradora e construtiva. A avaliação também será feita conforme a participação nas aulas, nas atividades e testes referentes ao projeto.</p>
<p>Frequência</p>	<p>A frequência será computada de acordo com a participação do estudante nas aulas síncronas, e nas aulas assíncronas a frequência do estudante será computada de acordo com as atividades realizadas.</p>
<p>Quantidade de Aulas</p>	<p>10 aulas, de 50 a 60 minutos cada aula.</p> <p>Sendo 7 aulas síncronas e 3 aulas assíncronas.</p>

Fonte: Elaborado pelos autores (2022).

Nos encontros, apresentamos um cronograma para a organização das atividades pedagógicas:

ENCONTRO I (SÍNCRONO):

Tema: Geometria Plana

Conteúdos: História da Geometria; Geometria Euclidiana: axioma, postulados, definições e propriedades; Formas Geométricas Planas; Polígonos: propriedades, definições e conceitos.

Tempo estimado: 3 aulas (aulas I, II e III) de 50 a 60 minutos cada – 2 horas e 30 minutos + 1 aula assíncrona (aula IV).

Descrição da prática:

Os níveis de aprendizagem da teoria de Van Hiele (SANTOS; SANT'ANNA, 2015) serão trabalhados da seguinte forma:

Nível 1 → Reconhecimento Os alunos identificam as figuras visualmente por sua aparência global. Reconhecem, descrevem, comparam e classificam os polígonos através de suas formas, mas não identificam as propriedades existentes (SANTOS; SANT'ANNA, 2015).

Nível 2 → Análise Os alunos começam a analisar as propriedades das figuras através de comparação e aprendem a simbologia adequada para descrevê-las, mas não conseguem correlacionar figuras ou propriedades das mesmas. Raciocinam através de uma análise informal a partir da observação e experiência (SANTOS; SANT'ANNA, 2015).

AULA I - História da Geometria Plana

Objetivos:

- Identificar os conhecimentos prévios dos alunos através de questionário investigativo;
- Apresentar a história da Geometria;
- Demonstrar noções básicas de geometria plana (DANTE, 2016).

Conteúdo: Origem da geometria, Geometria Euclidiana, postulados, axiomas, conceitos e definições dos elementos geométricos na perspectiva euclidiana.

Procedimento Metodológico: Na primeira aula explicaremos à turma informações importantes acerca do projeto, os instrumentos e os recursos a serem utilizados durante as aulas. Para investigar os conhecimentos prévios dos estudantes sobre a

geometria plana, será passado um questionário investigativo. Depois, serão abordados conceitos, definições, axiomas, postulados e propriedades sobre a Geometria Euclidiana (DANTE, 2016).

AULA II - Definição das Figuras Geométricas Planas

Objetivos:

- Conhecer as principais formas geométricas planas.
- Reconhecer os polígonos e suas propriedades.

Conteúdo: Formas Geométricas Planas, Polígonos e propriedades.

Procedimento Metodológico: Serão abordadas as particularidades de algumas figuras geométricas e polígonos. Serão apresentadas cada forma geométrica com conceitos e características.

AULA III – Apresentação dos *softwares* educacionais de Geometria Dinâmica

Objetivos:



- Saber a origem e o que é o Tangram e a sua importância para a matemática;
- Entender os mecanismos do *touch screen* dos *apps* e a logística dos jogos através das transformações geométricas;
- Apresentar os conceitos, definições e propriedades geométricas de forma mais engajadora e prazerosa por meio dos *softwares* de demonstração da Geometria Dinâmica;
- Reconhecer e classificar os polígonos no jogo.

Conteúdo: Tangram; Polígonos; Transformações Geométricas: translação, rotação, reflexão, composição de transformações isométricas e homotetia.

Procedimento Metodológico: A terceira aula terá a finalidade de os alunos conhecerem os jogos e *apps* na prática. Serão demonstrados os jogos digitais “1001 Tangram puzzles game” e o “GeoGebra Geometria”. De forma a explorar as figuras geométricas e polígonos e rotacioná-las da maneira que se encaixe sobre a imagem contida no jogo.

Nesse sentido, pode-se distinguir e classificar o tipo de figura geométrica e classificar o polígono, bem como a junção de duas ou mais formas geométricas. Os *softwares* a serem utilizados para a demonstração de conceitos, simulações, dinamicidade das representações geométricas, quebra-cabeças e jogos são descritos no quadro II:


Quadro II – Sugestões de apps e jogos digitais para o ensino de Geometria

APPS	OBJETIVOS	OBJETO DO CONHECIMENTO
 <p><i>1001 Tangram puzzles game</i> Fonte: Da Web (2022).</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Juntar as peças do TANGRAM para compor novas formas, a partir de novas peças; - Medir e classificar ângulos; - Reconhecer e formas congruentes e semelhantes; - Classificar as figuras geométricas uma da outra; - Medir perímetros e áreas planas; - Desenvolver o raciocínio lógico e geométrico (habilidade de visualização, percepção espacial e análise de figuras); - Propiciar o intercâmbio de ideias como fonte de aprendizagem para um mesmo fim, estimulando a aprendizagem; - Apresentar as figuras planas básicas da geometria. 	<ul style="list-style-type: none"> - Rotação de figuras geométricas; - Elementos da Geometria plana; - Ângulos; - Classificação dos Polígonos.
 <p><i>GeoGebra Geometria</i> Fonte: Da Web (2022).</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Demonstrar o cálculo e resoluções dos problemas da montagem e construção figuras geométricas até o resultado final; - Proporcionar uma aprendizagem a partir do manuseio por meio das medições, pontos, retas, círculos, polígonos e cônicas e transformações. 	<ul style="list-style-type: none"> - Geometria plana e espacial: pontos segmentos, retas, polígonos e círculos.

Fonte: Elaborado pelos autores (2022).

No quadro III, apresentamos a aula IV, que mostra uma sugestão de *app*, os objetivos e a especificidade da ferramenta a ser utilizada:

Quadro III – Sugestão de atividade assíncrona

AULA IV – Atividade Assíncrona		
APP	OBJETIVOS	CARACTERÍSTICAS DA FERRAMENTA
 <p>Google Forms</p> <p>Fonte: Da Web (2022).</p>	<p>As atividades serão desenvolvidas por meio do <i>Google Forms</i> com o objetivo de:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Produzir atividades, avaliações e testes de múltipla escolha e trilhas de aprendizagem; - Promover o ensino - aprendizagem quanto ao processo de compreensão dos conceitos geométricos. 	<p>O <i>Google Forms</i> é uma ferramenta que pode ser utilizada para trabalhar com questionários e procedimentos de avaliação da aprendizagem.</p>

Fonte: Elaborado pelos autores (2022).

ENCONTRO II (SÍNCRONO):

Tema: Geometria Plana e Geometria Espacial.

Conteúdos: Cálculo de áreas e perímetros; Sólidos Geométricos; Classificação dos Poliedros e dos Corpos Redondos; Conceitos de Vértices, Faces e Arestas; Relação de Euler.

Tempo estimado: 2 aulas (aulas V e VI) de 50 a 60 minutos cada – 2 horas e 30 minutos + 1 aula (aula VII) assíncrona.

Descrição da prática:

Os níveis de aprendizagem da teoria de Van Hiele (SANTOS; SANT'ANNA, 2015), serão trabalhados da seguinte forma:

Nível 3 → Ordenação: Os alunos estabelecem uma ordenação lógica das propriedades de figuras por meio de curtas sequências de dedução e compreendem as correlações entre as figuras. O aluno neste nível não compreende o significado de uma dedução ou dos axiomas (SANTOS; SANT'ANNA, 2015).

Nível 4 → Dedução: Os alunos começam a desenvolver sequências mais longas de enunciados e a entender a significância da dedução, o papel dos axiomas, teoremas e provas. A realização de conjecturas e esforços iniciados é espontânea. Um aluno

neste nível pode construir provas, não apenas memorizá-las (SANTOS; SANT'ANNA, 2015).

Nível 5 → Rigor: Os alunos apresentam a capacidade de compreender demonstrações formais. São capazes de entender axiomas, mesmo na ausência de modelos concretos (SANTOS; SANT'ANNA, 2015).

AULA V – Postulados e axiomas euclidianos da Geometria Espacial

Objetivo: Levar o estudante a

- Compreender os conceitos de poliedros e seus elementos além de reconhecer poliedros convexos (DANTE, 2016).

Conteúdo: Definições, Sólidos Geométricos (Poliedros e Corpos Redondos); Posições Relativas das Retas na Geometria Euclidiana e Volumes.

Procedimento Metodológico: Serão trabalhadas as demonstrações das construções de poliedros e corpos redondos, o cálculo de volumes e áreas de figuras geométricas planas. A dinâmica da construção requer a utilização de alguns conceitos básicos da Geometria Espacial, inclusive de posições relativas das retas e dos planos que serão apresentados nesta aula. Após compreenderem as definições das posições relativas das retas e a formação dos poliedros a partir delas, os alunos terão a oportunidade de visualizar os vértices, as faces e as arestas dessas figuras espaciais de maneira diferente e concreta (DANTE, 2016).

AULA VI – Áreas e volumes/Relação de Euler

Objetivo: Levar os estudantes a

- Calcular volumes e áreas;

- Utilizar a Relação de Euler para resolver situações problemas envolvendo os vértices, as faces e as arestas, reconhecendo os poliedros de Platão e os poliedros regulares.


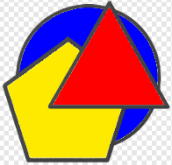
Conteúdo: Áreas e Volumes dos sólidos geométricos; Relação de Euler.

por meio da apresentação dos *softwares*, de forma que o tema seja esclarecido, pois na maioria das vezes é apresentado através de desenhos feitos no plano, que na maioria das vezes dificulta a compreensão da planificação dos sólidos geométricos.

Procedimento Metodológico: Para a compreensão das definições dos poliedros, os alunos terão a oportunidade de visualizar os vértices, as faces e as arestas dessas figuras espaciais de maneira dinâmica, pois na maioria das vezes é apresentado através de desenhos feitos no plano, que na maioria das vezes dificulta a compreensão da planificação dos sólidos geométricos. Com isso, o aluno terá a oportunidade de conhecer o Teorema de Euler de forma lúdica, o plano de aula terá algumas sugestões de conteúdos matemáticos que podem ser explorados com esse material no ensino da Geometria (DANTE, 2016).

Os *softwares* a serem utilizados para a demonstração de conceitos, simulações, dinamicidade das representações geométricas, quebra-cabeças e jogos são descritos no quadro IV, a seguir:


Quadro IV – Sugestão de *apps* e jogos digitais para o ensino de Geometria

APPS	OBJETIVOS	OBJETO DO CONHECIMENTO
 <p>Sólidos Platônicos AR</p> <p>Fonte: Da Web (2022).</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Mostrar figuras em 3D em realidade virtual; - Possibilitar ao aluno uma visão ampla de diversas figura geométrica em detalhes e realidade aumentada; - Facilitar o entendimento de modo prático e significativo em favor de um ensino de qualidade. 	<p>-Poliedros Regulares: tetraedro, hexaedro, octaedro, dodecaedro e icosaedro.</p>
 <p>Formas Geométricas</p> <p>Fonte: Da Web (2022).</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Conhecer propriedades básica da geometria; - Reforçar a definição na classificação de uma figura geométrica; - Mostrar o conteúdo de geometria de forma dinâmica através de formar palavras com base na figura exposta no jogo; -Possibilitar a aprendizagem sobre triângulo, polinômio e círculos. 	<p>Formas geométricas: triângulos, polígonos e círculos.</p>

Fonte: Elaborado pelos autores (2022).

No quadro V, apresentamos a aula VII, que mostra uma sugestão de *app*, os objetivos e a especificidade da ferramenta a ser utilizada:

Quadro V – Sugestão de atividade assíncrona

AULA VII (Assíncrona) – Atividades sobre as Posições Relativas das retas e dos planos; Áreas e volumes; Relação de Euler		
APPS	OBJETIVOS	CARACTERÍSTICAS DA FERRAMENTA
 Kahoot! Fonte: Da Web (2022).	- Permitir uma nova estratégia de avaliação de maneira mais atrativa e motivadora; - Possibilitar uma maior memorização e entendimento dos alunos; - Proporcionar a interação entre os alunos, trabalho em equipe e dinamicidade entre eles; - Promover uma aprendizagem de forma envolvente, dinâmica e divertida; - Propiciar momentos de debate e de construção conjunta do conhecimento, em torno dos conteúdos abordados, independentemente do nível de ensino.	A plataforma <i>Kahoot!</i> permite trabalhar com todos os conteúdos possíveis, ou seja, o professor tem total liberdade para criar o <i>kahoot!</i> de modo a favorecer suas aulas.

Fonte: Elaborado pelos autores (2022).

ENCONTRO III (SÍNCRONO)

Tema: Geometria Espacial

Conteúdos: Princípio de Cavallieri; Volume dos Poliedros e Corpos Redondos.

Tempo estimado: 2 aulas (VIII e IX) de 50 a 60 minutos cada – 2 horas e 30 minutos + 1 aula (X) assíncrona.

AULAS VIII, IX e X – Volumes dos Poliedros e Corpos Redondos



Objetivo: Levar os estudantes a:

- Analisar, compreender, formular e resolver situações problemas envolvendo figuras espaciais;
- Saber utilizar a linguagem algébrica para expressar volumes;
- Demonstrar o Princípio de Cavallieri;
- Relatar com clareza os procedimentos (oral e/ou por escrito) adotados nas resoluções de situações problemas (DANTE, 2016).

Conteúdo: Volume dos Poliedros e dos Corpos Redondos.

Procedimento Metodológico: Serão apresentados os conceitos e definições acerca do cálculo dos volumes, inclusive a demonstração do Princípio de Cavalieri. Serão destacados os principais pontos acerca dos sólidos geométricos, as diferenciações e comparações entre as fórmulas dos volumes (DANTE, 2016).


Quadro VI – Sugestão de apps e jogos digitais para o ensino de Geometria

APPS	OBJETIVOS	CARACTERÍSTICAS DA FERRAMENTA
 <p>GeoGebra 3D Calculator Beginner Tutorials with Lesson Ideas</p> <p>GeoGebra 3D</p> <p>Fonte: Da Web (2022).</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Mostrar figuras em 3D em realidade virtual; - Possibilitar ao aluno uma visão ampla de diversas figura geométrica em detalhes e realidade aumentada; - Facilitar o entendimento de modo prático e significativo em favor de um ensino de qualidade. 	<p>-Poliedros Regulares: tetraedro, hexaedro, octaedro, dodecaedro e icosaedro.</p>
 <p>Fórmulas de Geometria - Polygeom Calc</p> <p>Fonte: Da Web (2022).</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Apresentar diversas fórmulas geométricas, tendo elas como área, perímetro e volume. - Calcular de uma figura fazendo uma relação da fórmula com a figura geométrica; - Proporcionar o cálculo de problemas simples, ou seja, o aplicativo também disponibiliza uma calculadora. 	<p>Formas geométricas: triângulos, polígonos e círculos.</p>

Fonte: Elaborado pelos autores (2022).

No quadro VII, apresentamos a aula X, que mostra uma sugestão de *app*, os objetivos e a especificidade da ferramenta a ser utilizada:

Quadro VII – Sugestão de atividade assíncrona

AULA X – Atividade sobre Volume dos Sólidos Geométricos		
APPS	OBJETIVOS	CARACTERÍSTICAS DA FERRAMENTA
 <p>Jogo da força e jogo de futebol</p> <p>Fonte: Da Web (2022).</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Desenvolver o raciocínio lógico; - Estimular a aprendizagem através da interação com o jogo. 	<p>O jogo pode ser adaptado para a Geometria Espacial.</p>

Fonte: Elaborado pelos autores (2022).

A organização do material pedagógico descrito nos resultados e discussões infere sobre a utilização de práticas diferenciadas para o ensino de Geometria. Ressalta-se que esta proposta educacional pode ser usada em qualquer nível de ensino, depende apenas da adaptação da realidade do aluno e do ambiente.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A proposta educacional enfatiza a ABP como uma metodologia ativa que atende o conceito de aula participativa e estimula o desenvolvimento de futuras habilidades dos estudantes como raciocínio lógico para solucionar problemas, pensamento crítico, aprendizagem de conceitos e definições do conteúdo em questão. (MAGALHÃES; PEREIRA, 2019).

A ênfase do uso de *apps* e jogos digitais na metodologia no projeto de ensino visa proporcionar um aprendizado através da resolução de problemas e de tecnologias *mobile* (BORBA *et. al.*, 2016) tendo o objetivo de interligar fatores componentes dentro do conteúdo de geometria, de modo a compreender a teoria e assim aplicá-la na prática.

O uso do modelo de Van Hiele (1957) nesta proposta educacional pode permitir a aprendizagem dos estudantes por meio dos níveis de construção do conhecimento sobre a geometria. Além disso, a abordagem da teoria de Van Hiele para o ensino de Geometria contribui para o desenvolvimento do pensamento e letramento geométrico, de competências e habilidades matemáticas.

Esta proposta surge como ancoradouro para as soluções das problemáticas quanto ao ensino-aprendizagem de Matemática, que surgiram, principalmente durante a pandemia de Covid-19. A finalidade desta abordagem pedagógica consiste em “recuperar” e/ou reforçar os conteúdos perdidos e diminuir os impactos dos danos causados na educação, em especial, no componente curricular Matemática, abrindo então, espaços para uma aprendizagem significativa e de qualidade.

Portanto, conclui-se que este projeto pode oportunizar aos estudantes, a interação, a motivação e o engajamento na conclusão do Nível Médio. Além de aprimorar os conhecimentos para a realização das avaliações externas e de ingresso nos cursos de Nível Superior.

Por fim, ressalta-se como conclusão, que esta proposta pedagógica possui um viés inovador e integrador quanto ao ensino da Matemática, sobretudo no que concerne à Geometria Plana e Espacial que estuda as figuras e formas geométricas planas e espaciais (DANTE, 2016), em que se visualiza e domina objetos, de maneira que o aprendizado ocorre facilmente, ocasionando ao aluno uma abordagem crítica da realidade, de modo a relacionar o conteúdo às situações concretas.

REFERÊNCIAS

ANDRADE, R. S. O uso de aplicativos móveis para o ensino e aprendizagem de matemática em turmas do ensino médio e superior de matemática. **Revista Projeção e Docência**, v. 10, n. 2, p.31-41, ano 2019. Disponível em: <http://revista.faculdadeprojecao.edu.br/index.php/Projecao3/article/view/1406>

BORBA, M. C.; ASKAR, P.; ENGELBRECHT, J.; GADANIDIS, G.; LLINARES, S.; AGUILAR, M. S. Blended learning, e-learning and mobile learning in mathematics education. **ZDM Mathematics Education**, v. 48, n. 5, p. 589-610, ago, 2016. Disponível em: http://www1.rc.unesp.br/gpimem/downloads/artigos/borba_et_al/icme-issue-zdm-5-2016_borba_et_al.pdf.

BRASIL. Ministério da Educação. Secretaria da Educação Básica. **Base Nacional Comum Curricular**. Brasília, DF, 2018. Disponível em: <http://basenacionalcomum.mec.gov.br/#/site/inicio>.

DANTE, L. R. **Matemática: contexto & aplicações – Ensino Médio**. 3. ed. São Paulo: Ática, 2016.

LIMA, E. L.; CARVALHO, P. C. W. E.; MORGADO, A. C. **Coleção do professor de Matemática: temas e problemas**. 12. ed. Rio de Janeiro: Sociedade Brasileira de Matemática, 2006.

MAGALHÃES, W.; PEREIRA, A. L. O uso da aprendizagem baseada em problemas no ensino técnico: projetos integradores como experiência interdisciplinar. **Educitec**, Manaus, v. 5, n. 12, p. 274-287, 2019.

MINAYO, M. C. S. **O desafio do conhecimento: pesquisa qualitativa em saúde**. 14. ed. São Paulo: Hucitec Editora, 2014. 407 p.

ROGENSKI, M. L. C.; PEDROSO, S. M. D. **O ensino da Geometria na educação básica: realidade e possibilidades**. Disponível em: https://www.univates.br/ppgece/media/pdf/2013/o_ensino_de_geometria_nos_anos_iniciais_da_educacao_basica_.pdf. Acesso em: 2 jun. 2022.

PEREIRA, A. L. S.; PEREIRA, F. S. Aplicativo Symbolab para a Aprendizagem de Matrizes no Ensino Técnico. II Congresso Nacional Online de Ensino Científico, **Anais [...]**. 2. ed., 15/07/2021 a 18/07/2021. Disponível em: <https://eventos.congresse.me/conenci/resumos/14937.pdf>. Acesso em: 14 jul. 2022.

SANCHES, T.T.; MOCBEL, M. A. R.; CASTRO, V. C.; SANTOS, C. A. M.; MARTINS, L. G.; OLIVEIRA, W. M. M.; SILVA, A. J. M. e; FARIAS, F. S. Avaliação da Influência de Fatores Sociais e Econômicos no Uso da Metodologia PBL + m-learning para o Ensino da Matemática. **Renote: Novas Tecnologias na Educação**, v. 17 n. 1, p. 326-335, julho, 2019. Disponível em: <https://seer.ufrgs.br/renote/article/view/95800>.

SANTOS, M. S.; SANT'ANNA, N. F. P. O Ensino de Geometria e a Teoria de Van Hiele: Uma Abordagem através do Laboratório de Matemática no 8o ano da Educação Básica. **Ebrapem**, 2015, UFRJ.

SOUSA, D. T.; PEREIRA, A. L. S.; PEREIRA, F. S. Aplicativo Círculo Unitário Trigonométrico: uma experiência no Ensino Técnico. SEMANA DE LICENCIATURA, 17.; Seminário de Pós – Graduação em Educação para Ciências e Matemática de Jataí, v. 8. *In: Anais [...]*. Jataí: IFG, 2021.

TRIVIÑOS, A. N. S. **Introdução à pesquisa em ciências sociais: a pesquisa qualitativa em educação**. 1º edição, São Paulo, Atlas. 2011.

VIEIRA, G; ALLEVATO N. S. G. A produção de conhecimentos sobre sólidos geométricos à luz do modelo de Van Hiele. **Revista de Ensino de Ciências e Matemática**, v. 6, n. 1, 2015. Disponível em: <https://revistapos.cruzeirodosul.edu.br/index.php/rencima/article/view/1033>. Acesso em: 15 abr. 2015.

YIN, R. K. **Pesquisa qualitativa do início ao fim**. Porto Alegre: Penso, 2016.

Capítulo 2
SÍNTESE E APLICAÇÃO DE ÓXIDOS COM
IMPRESSÃO MOLECULAR

Ana Paula Andrade Barbosa

Leonardo Jesus de Campos

Beatriz Caetano Benuto

César Ricardo Teixeira Tarley

Roberta Antigo Medeiros

Roberto de Matos

SÍNTESE E APLICAÇÃO DE ÓXIDOS COM IMPRESSÃO MOLECULAR

Ana Paula Andrade Barbosa

*Mestranda em Química pelo Programa de Pós-Graduação em Química na
Universidade Estadual de Londrina, andradeb.anapaula@uel.br*

Leonardo Jesus de Campos

*Graduando em Química Bacharelado pela Universidade Estadual de Londrina,
leonardo.jesus@uel.br*

Beatriz Caetano Benuto

*Doutoranda em Química pelo Programa de Pós-Graduação em Química na
Universidade Estadual de Londrina, beatriz.benuto@uel.br*

César Ricardo Teixeira Tarley

*Professor Titular do Departamento de Química da Universidade Estadual de
Londrina; Doutorado em Ciências com ênfase em Química Analítica pela
Universidade Estadual de Campinas
tarley@uel.br*

Roberta Antigo Medeiros

*Professora Adjunta do Departamento de Química da Universidade Estadual de
Londrina; Doutorado em Química com ênfase em Química Analítica pela
Universidade Federal de São Carlos.
ramedeiros@uel.br*

Roberto de Matos

*Professor Adjunto do Departamento de Química da Universidade Estadual de
Londrina; Doutorado em Química com ênfase em Físico-Química pela Universidade
Federal de São Carlos.
rmatos@uel.br*

Resumo:

Com o aumento da poluição ambiental o desenvolvimento de sistemas mais eficientes para o tratamento de águas contaminadas tem sido o foco de centros de pesquisa em todo o mundo. O processo de degradação fotocatalítica de contaminantes orgânicos utilizando materiais semicondutores é um sistema promissor e se baseia na produção de radicais livres formados no meio reacional. Estes, por um processo não seletivo, promovem a degradação de moléculas próximas às partículas do catalisador disperso em solução. Sendo assim, a concentração, tanto do catalisador quanto das espécies poluentes é um fator relevante para a eficiência na degradação fotocatalítica. Em sistemas contendo baixas concentrações de espécies poluentes, mas de alta toxicidade, uma alternativa que vem sendo estudada e apresentando grande potencial é o emprego de fotocatalisadores seletivos obtidos por meio de impressão molecular. A técnica de impressão molecular, embora tendo sua maior aplicação voltada às técnicas de extração/separação, sensores/biossensores e em sistemas de liberação controlada de fármacos, atualmente tem sido utilizada na obtenção de materiais fotocatalisadores seletivos, tornando os processos de degradação e adsorção muito mais eficientes devido à interação seletiva entre semicondutores e moléculas alvo. Esta tecnologia é capaz de produzir sítios específicos de reconhecimento, estereoquimicamente moldados a partir de molécula modelo. Neste capítulo apresentamos uma revisão sobre óxidos metálicos contendo impressão molecular realizadas por polímeros orgânicos, inorgânicos ou diretamente na superfície do óxido aplicados a despoluição de matrizes aquáticas.

Palavras-chave: Impressão Molecular. Óxido metálicos. Fotodegradação. Adsorção. Seletividade.

Abstract:

With the increase in environmental pollution, the development of more efficient systems for the treatment of contaminated water has been the focus of research centers around the world. The photocatalytic degradation process of organic contaminants using semiconductors is a promising system that is based on the production of free radicals formed in the reaction medium. These, by a non-selective process, promote the degradation of molecules close to the catalyst particles dispersed in solution. Thus, the concentration of both catalyst and pollutant species are a relevant factor for the efficiency of photocatalytic degradation. In systems containing low concentrations of polluting species, but with high toxicity, an alternative that has been studied with great potential is the use of selective photocatalysts obtained by molecular imprinting. The molecular imprinting technique, although having its greatest application focused on extraction/separation techniques, sensors/biosensors and in controlled drug release systems, has currently been used to obtain selective photocatalyst materials, making the photodegradation process much more efficient due to the selective interaction between photocatalyst and target molecule. This technology is capable of producing specific recognition sites, stereochemically shaped from the model molecule. In this chapter we present a review of metallic oxides containing molecular imprints carried out by organic or inorganic polymers or directly on the oxide surface applied to depollution of aquatic matrices.

Keywords: Molecular Imprint. Metallic oxides. Photodegradation. adsorption. Selectivity.

INTRODUÇÃO

Questões ambientais têm sido foco de inúmeros estudos, principalmente devido ao aumento da contaminação ambiental causada por um número crescente de substâncias químicas sintéticas como fármacos, corantes e pesticidas. Muitos destes contaminantes são classificados como poluentes emergentes e, mesmo em baixos níveis de concentração, podem gerar efeitos danosos ao meio ambiente e à saúde humana (MIKLOS, 2018). De uma maneira geral, as espécies poluentes modificam a composição das águas e do solo, interferindo na cadeia alimentar, alterando os mecanismos naturais de proteção do planeta (MIKLOS, 2018; PANDIS, 2022).

Os métodos tradicionalmente usados para tratamento químico de efluentes muitas vezes são ineficientes para a eliminação destes poluentes emergentes, por isso, inúmeros estudos buscam desenvolver métodos eficazes para a eliminação/remoção de poluentes em meio aquático (YANG; ZHU; DIONYSIOU, 2021). Uma alternativa eficaz e promissora para a purificação da água e remediação de ecossistemas aquáticos em larga escala são os processos oxidativos avançados (POAs) (PANDIS *et al.*, 2022; XIA *et al.*, 2022).

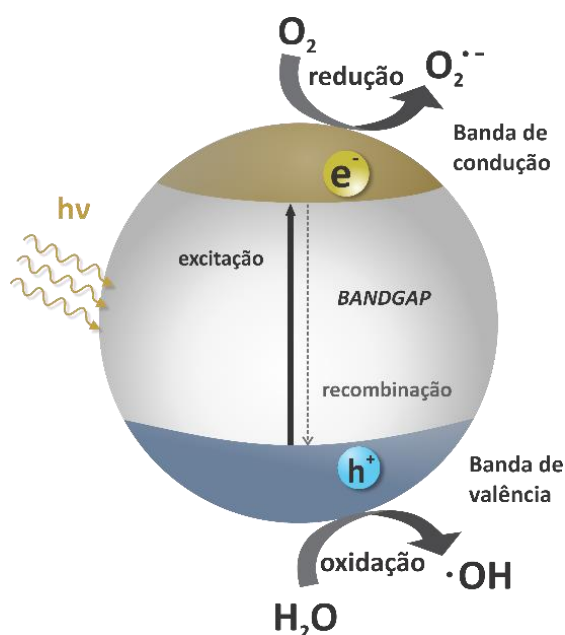
O mecanismo de degradação de compostos orgânicos pelos POAs, compreende a formação de espécies altamente oxidantes como os radicais hidroxila ($\bullet\text{OH}$), e íon radical superóxido ($\text{O}_2^{\bullet-}$). Espécies geradas no meio reacional (*in situ*) em mecanismos distintos: abstração de íons hidrogênio, transferência de elétrons e adição radicalar (ANDREOZZI *et al.*, 1999; KUNZ *et al.*, 2002; PANDIS *et al.*, 2022).

Os POAs diferenciam-se conforme o tipo e a fase dos reagentes e materiais obtidos, promovendo em sua maioria a geração de radicais livres com incidência ou não de radiação luminosa, empregando ou não fotocatalisadores sólidos (semicondutores). Na fotocatalise heterogênea o material fotocatalisador sólido se encontra em fase diferente da matriz contendo o poluente (solução). Assim, uma fonte de radiação luminosa induz o semicondutor a um estado eletricamente excitado de energia, gerando as espécies oxidantes em solução. (CHAN *et al.*, 2011; PARRINO *et al.*, 2019; LAMA *et al.*, 2022). Os óxidos metálicos apresentam riscos ambientais mínimos e a menor solubilidade dessas substâncias minimiza a poluição secundária (SADEGH *et al.*, 2017; JAYARAMAN *et al.*, 2015; ABDULLAH *et al.*, 2022).

A eficiência dos fotocatalisadores em processos de degradação é dependente da metodologia e parâmetros de síntese, uma vez que, induzem alterações na cristalinidade e nas propriedades morfológicas, texturais, elétricas e ópticas. Dentre os materiais fotocatalisadores amplamente estudados, eficientes no desempenho fotocatalítico e adsorptivos, estão principalmente TiO_2 , ZnO , Fe_2O_3 , V_2O_5 e BiVO_4 (ZHANG *et al.*, 2018; KARTHIKEYAN *et al.*, 2020; ABDULLAH *et al.*, 2022).

Esses materiais apresentam uma banda de valência (BV) preenchida e uma banda de condução (BC) vazia, característica de materiais semicondutores. Assim, quando fótons com energia igual ou maior à energia de *bandgap* (E_{gap}) incidem sobre a superfície do material semiconductor, elétrons da BV são promovidos para a BC deixando uma lacuna na BV. O par elétron-lacuna pode se recombinar e liberar a energia armazenada na forma de calor ou luz, ou então, podem interagir com moléculas adsorvidas ou próximas à superfície do semiconductor favorecendo a fotodegradação. O elétron excitado para a BC poderá reduzir o oxigênio dissolvido na água e formar o íon radical superóxido. Já a lacuna na BV, poderá oxidar diretamente a espécie poluente, ou então, oxidar a água e formar radicais hidroxila (KOMANN, 1988; MISHRA *et al.*, 2018), como visto na Figura 1.

Figura 1. Representação esquemática da estrutura e formação do par e^-/h^+ na superfície do semiconductor em solução



Fonte: Autoria própria, 2022.

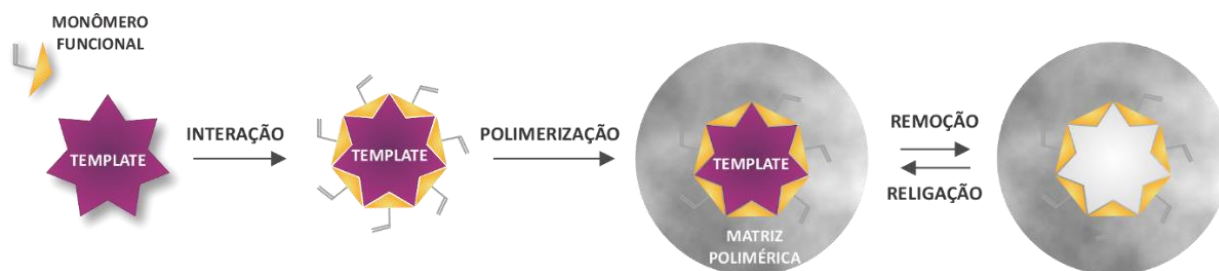
Os radicais livres produzidos oxidam numa taxa maior os contaminantes que estão em maior concentração próximos ou adsorvidos na superfície do catalisador, enquanto os de baixa concentração são degradados numa taxa relativamente menor (LAZAR; DAOUD, 2013). Neste caso a seletividade na degradação torna-se importante. A técnica de impressão molecular aplicada a fotocatalise permite a remoção seletiva de poluentes, criando sítios específicos de reconhecimento a partir do molde da molécula modelo (*template*) impressos em polímeros sintéticos ou orgânicos que recobrem as partículas dos catalisadores (FIGUEIREDO, DIAS, ARRUDA, 2008; SHEIN et al., 2009; ARABI et al., 2021).

FUNDAMENTOS DA IMPRESSÃO MOLECULAR

A tecnologia de impressão molecular possibilitou a síntese de materiais capazes de reconhecer e interagir seletivamente com moléculas orgânicas consideradas poluentes como, por exemplo, medicamentos e pesticidas (PICHON; CHAPUIS-HUGON, 2008; TAMAYO et al., 2005; VASAPOLLO et al., 2011; ESCOBAR et al., 2018). Este procedimento permitiu desenvolver materiais aplicados às áreas de catálise, adsorção, sensores e biossensores. (LI; LI, 2006; FIORENZA et al., 2020; ESCOBAR et al., 2018). Estes materiais, além de apresentarem caráter seletivo, podem ser estáveis em meios acentuadamente ácidos, básicos, em solventes orgânicos e em elevadas temperaturas. (Tarley, et al., 2005; Pupin, et al. 2016)

O método de preparo destes materiais aplicados à (foto)catálise consiste em complexar uma molécula modelo em uma matriz orgânica ou inorgânica na etapa de preparação por polimerização. Em seguida, remove-se a molécula impressa por extração obtendo os sítios seletivos na superfície do material catalisador. (FIGUEIREDO, DIAS, ARRUDA, 2008; FIORENZA et al., 2020).

Na Figura 2 é ilustrado o processo de impressão molecular em uma partícula de óxido metálico. Em linhas gerais, os MIP são sintetizados por polimerização radicalar por meio da interação do analito (molécula *template*, com as moléculas do monômero funcional, seja por ligação covalente ou interações químicas, onde inicialmente é formado o complexo analito-monômero funcional.

Figura 2. Esquema da formação do MIP

Fonte: Autoria própria, 2022.

Posteriormente, ao ser adicionado no meio reacional um monômero estrutural para promover ligações cruzadas, será formada uma matriz polimérica rígida contendo a cavidade impressa, sendo a mesma desocupada após um processo de remoção (limpeza) (Tarley, *et al.* 2005).

IMPRESSÃO MOLECULAR EM ÓXIDOS PARA ADSORÇÃO

O processo de adsorção está relacionado à adesão das moléculas à superfície de um sólido (adsorvente) e, por ser um fenômeno de superfície, sua eficiência depende da natureza química da superfície do material e da sua extensão. Os materiais adsorventes são avaliados quanto a eficiência de adsorção, alta área superficial e velocidade de adsorção. Além disso, um adsorvente ideal não deve ser tóxico ou reagir quimicamente com as partículas poluentes. Deve possuir alta seletividade para moléculas em menores concentrações e fácil regeneração (dessorção). O processo de dessorção consiste na retirada da substância que foi adsorvida na superfície do material. Para a inserção de materiais adsorventes em sistemas tecnológicos, um fator importante são as etapas de adsorção e dessorção, que devem ser analisadas extensivamente, visando sua aplicabilidade. (IQBAL; TANWEER; ALAM, 2022; BAGHERI *et al.*, 2021).

A impressão molecular em materiais adsorventes promove seletividade às estruturas intensificando adsorções em função dos sítios ativos formados no material (HE *et al.*, 2021). Moretti *et al.*, (2016) avaliou a eficiência da adsorção e seletividade de materiais impressos frente a molécula de acetaminofeno. Os autores utilizaram nanocompósitos à base de nanotubos de carbono de paredes múltiplas enxertados por poli (ácido metacrílico-hemina). Como resposta, o material com MIP proporcionou uma melhor capacidade de reconhecimento para molécula alvo na presença de outros

compostos fenólicos, sendo útil para sensores eletroquímicos altamente seletivos. Os materiais impressos podem ser aplicados a processos de adsorção desde a utilização como sensores eletroquímicos até a remoção de poluentes em amostras. Na tabela 1 são apresentados materiais impressos aplicados ao processo de adsorção.

Tabela 1: Fotocatalisadores com impressão molecular para adsorção.

Monômero / <i>Template</i>	Precusores do óxido	Síntese	Desempenho MIP / NIP	Referência
SiO ₂ / Estona	Nanotubos de Carbono	-	17,3 mg g ⁻¹ / 2,0 mg g ⁻¹	(GAO <i>et al.</i> , 2011)
Ortotitanato de tetrabutyl e Tetraetoxissilano. / 4-Nitrofenol	Ortotitanato de tetrabutyl e Tetraetoxissilano em etanol	Hidrotermal 140°C/12h	7,7 mg g ⁻¹ / 3,8 mg g ⁻¹	(DENG <i>et al.</i> , 2014)
Acrilamida / Rodamina B	TiO ₂ (P25)	Óxido comercial	25,5 mg g ⁻¹ / 7,2 mg g ⁻¹	(BAO <i>et al.</i> , 2014)
O-Fenilenodiamina / Bisfenol A	Óxido de grafeno e titanato de tetrabutyl	Hidrotermal 180°C/24h	2,6 mg g ⁻¹ / 1,5 mg g ⁻¹	(LAI <i>et al.</i> , 2016)
Fluoróforo nitro benzoxadiazole / Rodamina B	FeCl ₃ .6H ₂ O, polietilenoglicol e acetato de sódio	Hidrotermal 200°C/8h	8,2 mg g ⁻¹ / 3,8 mg g ⁻¹	(LI <i>et al.</i> , 2017)
1-Vinilimidazol / Verde ácido 16	-	Polimerização em Bulk	22,5 mg g ⁻¹ / 1,5 mg g ⁻¹	(FOGUEL <i>et al.</i> , 2017)
Ácido Metacrílico / Vermelho Congo	Polivinilpirrolidona, etanol e Azobisisobutironitrila	Polimerização 70°C/8h	27 mg g ⁻¹ / 3.3 mg g ⁻¹	(YUAN; FU; WANG, 2020)

Diferentes metodologias podem ser empregadas para síntese de materiais molecularmente impressos. Dentre estas, FOGUEL *et al.*, (2017) realizaram impressões via polimerização de *bulk*, metodologia comumente utilizada para o preparo de MIPs devido a sua simplicidade, empregando o material obtido a adsorção e quantificação do corante ácido verde 16 (AG16). Neste método a reação é conduzida em frascos contendo os principais reagentes necessários, sendo eles monômero, analito, solvente, reagente de ligação e iniciador. A reação deve ocorrer em sistema livre de O₂ pois este retarda a reação de polimerização. O sólido obtido ao final da reação é moído, peneirado e passa por uma lavagem com solvente para a retirada do analito (TARLEY, SOTOMAYOR e KUBOTA, 2005).

Um dos exemplos dessa técnica é aplicado por FOGUEL *et al.*, (2017) para obtenção de um polímero molecularmente impresso para adsorção do corante AG16. Para síntese do MIP os autores utilizam o AG16 como *template*, 1-vinilimidazol como monômero, etilenoglicol como agente de ligação, 2,2'-azobis(2-metilpropionitrila) como iniciador e metanol como solvente. A caracterização morfológica foi realizada por Microscopia Eletrônica de Varredura (MEV) e foi observado que, tanto para o MIP quanto para o material sem impressão molecular (NIP), os materiais formaram aglomerados de partículas esféricas com tamanho médio de partículas para o MIP de $2,5 \pm 0,3 \mu\text{m}$ enquanto para o NIP foi de $3,1 \pm 0,7 \mu\text{m}$. De acordo com a análise textural realizada por ensaio de Área Superficial (BET), os autores constataram que o MIP apresentou área superficial de $194,3 \text{ m}^2 \text{ g}^{-1}$ e poros com volume de $0,0625 \text{ m}^3 \text{ g}^{-1}$, enquanto o NIP apresentou área superficial de $27,0 \text{ m}^2 \text{ g}^{-1}$ e poros com volume de $0,0074 \text{ m}^3 \text{ g}^{-1}$. O maior tamanho de poros observado no MIP foi atribuído à cavidade formada pela molécula do corante AG16. A adsorção de AG16 sobre o MIP foi significativamente maior ($22,5 \text{ mg g}^{-1}$) comparado ao NIP ($1,5 \text{ mg g}^{-1}$).

Além da polimerização em *bulk*, outra metodologia utilizada para a obtenção do MIP é a polimerização por inchamento que pode ser aplicada desde uma a diversas etapas. Onde uma molécula é utilizada como suporte, além de outros reagentes como os monômeros funcionais, agente de ligação e solventes. A técnica pode ser aplicada em diversas etapas em sistema fechado se assemelhando a polimerização em *bulk* e assim afetando diretamente no produto obtido (YUAN; FU; WANG, 2020). Os autores YUAN; FU; WANG, (2020), utilizaram esta metodologia para a obtenção de microesferas de poliestireno com impressão molecular do corante vermelho congo (CR). Microesferas de aproximadamente $5 \mu\text{m}$ foram utilizadas como suporte, o CR foi utilizado como molde, ácido metacrílico como monômero e agente de ligação, acetonitrila como solvente e azobisisobutironitrila como iniciador. Inicialmente, esferas de poliestireno regulares, uniformes e sem irregularidades na superfície. Tanto o NIP quanto o MIP foram preparados sobre as esferas de poliestireno regulares, uniformes e sem irregularidades na superfície. No MIP foram observados poros com dimensões correspondentes às da molécula molde, entretanto, segundo os autores ambos os materiais não apresentaram diferenças significativas no tamanho de partículas, o MIP apresentou cerca de $5 \mu\text{m}$ e o NIP aproximadamente $6 \mu\text{m}$. Diferenças significativas

foram observadas utilizando a análise textural por BET, onde o MIP apresentou uma área superficial de $160,42 \text{ m}^2 \text{ g}^{-1}$ e poros com volume de $0,2521 \text{ mL g}^{-1}$, já o NIP exibiu área superficial de $14,81 \text{ m}^2 \text{ g}^{-1}$ e poros com volume de $0,0824 \text{ mL g}^{-1}$. As diferenças morfológicas apresentadas impactaram na capacidade de adsorção e seletividade do material, e a partir da isoterma de adsorção foi determinado que a capacidade de adsorção para o NIP foi significativamente menor quando comparada a do MIP, sendo de $3,3 \text{ mg g}^{-1}$ para o NIP contra 30 mg g^{-1} do MIP. Este método utilizado por YUAN; FU; WANG, (2020), polimerização por inchamento, apresenta vantagens como: o processo de preparação relativamente simples e tempo de reação curto quando comparados a outros métodos, além da boa resposta para adsorção de moléculas alvo.

A técnica de impressão molecular de superfície também pode ser aplicada para deposição de finas camadas de materiais poliméricos sobre diferentes substratos, formando cavidades impressas na superfície destes substratos que irão favorecer processos de adsorção. Nesta técnica são utilizados *templates* e monômeros funcionais que levam a interações na superfície dos óxidos utilizados levando a formação dessas cavidades (AZIZI; BOTTARO, 2020). Diferente da polimerização em *bulk*, são utilizados polímeros inorgânicos e obtidos materiais em menor tamanho. Os MIPs sintetizados são aplicados a processos de adsorção e degradação de poluentes

Os autores BAO *et al.*, (2014) e LAI *et al.*, (2016) utilizaram a metodologia de impressão molecular de superfície tendo como templates as moléculas de Rodamina B e Bisfenol A, respectivamente. Em ambos os casos utilizaram o TiO_2 como óxido. No estudo de BAO *et al.*, (2014) a Rodamina B foi utilizada como *template* e a acrilamida utilizada como monômero funcional, enquanto para LAI *et al.*, (2016) o Bisfenol A foi a molécula *template* e a O-Fenilenodiamina o monômero funcional. De acordo com as imagens de MEV, BAO *et al.*, (2014) constataram que o MIP apresentou superfície com poros de dimensões relacionadas ao tamanho da molécula de Rodamina B. Para LAI *et al.*, (2016) as imagens de MEV mostraram que o MIP e o NIP apresentaram tamanho de partículas relativamente semelhantes variando entre 250 e 350 nm. Por análise de BET foi observado também que ambos os materiais apresentaram áreas de superfície iguais (MIP = $124 \text{ m}^2 \text{ g}^{-1}$ e NIP = $122 \text{ m}^2 \text{ g}^{-1}$)

Estes materiais foram utilizados como catalisadores em processos de fotodegradações, entretanto, apresentaram significativas capacidades adsorptivas (8,4

mg g⁻¹ para o estudo de BAO *et al.*, (2014) e 2,6 mg g⁻¹ para LAI *et al.*, (2016). Estes valores foram atribuídos aos *templates* e monômeros utilizados para o preparo dos MIPs. Para o método de impressão molecular de superfície, a necessidade de um material precursor para reação torna-se uma barreira, porém não há necessidade de reagentes como agentes de ligação, solventes e iniciadores utilizados em outras rotas, como na polimerização em *bulk*.

Outra metodologia empregada para a obtenção de MIPs é a chamada impressão semi-covalente, por meio da qual há formação de uma ligação covalente reversível entre MIP e molécula *template* anteriormente a polimerização, levando a formação de sítios mais seletivos e uniformes (WHITCOMBE *et al.*, 1995).

No trabalho realizado por GAO *et al.*, (2011) foi preparado um material a partir de nanotubos de carbono (CNTs) utilizando a técnica de impressão “semi-covalente” formando assim uma ligação covalente reversível com a molécula de Estrona como *template*. Os CNTs apresentam características que dificultam a dispersão em diversos solventes, para contornar esse problema GAO *et al.*, (2011) utilizaram da sílica (SiO₂) como revestimento para os CNTs tornando a dispersão facilitada. Com a técnica de impressão “semi-covalente” via sol-gel o material impresso foi preparado, levando à formação de ligações covalentes termicamente reversíveis nas superfícies dos CNTs revestidos com sílica. A escolha do método implicou diretamente na morfologia do material, pois a partir de imagens obtidas via Microscopia Eletrônica de Transmissão (MET), os autores constataram que os diâmetros médios dos CNTs variaram entre 60 e 80 nm e, após o revestimento com a sílica, observou-se uma variação entre 80 e 100 nm correspondente à camada de sílica de 10 a 20 nm. Nas imagens obtidas para o material molecularmente impresso foi observado a formação da estrutura *core-shell* entre os CNTs revestidos com a sílica e a molécula alvo. Os resultados de adsorção mostraram-se favoráveis ao material impresso, cerca de 17,3 mg g⁻¹ contra apenas 2,0 mg g⁻¹ do NIP. O desempenho foi atribuído à criação de cavidades na parede do material geradas pela impressão molecular, que conseqüentemente proporcionou seletividade na adsorção da estrona frente à molécula alvo quando comparado ao material sem a impressão molecular.

Diferentes meios reacionais, parâmetros e metodologias de síntese para a obtenção de materiais com impressão molecular são determinantes para a sua morfologia e propriedades físicas, químicas e elétricas. A escolha do método de

síntese pode ser um diferencial para aumentar a eficiência adsorptiva dos materiais, considerando que, quanto maior a quantidade de sítios ativos e a área de superfície específica, maior será a interação entre MIP e moléculas alvo.

IMPRESSÃO MOLECULAR EM ÓXIDOS PARA FOTODEGRADAÇÃO

O mecanismo de fotodegradação envolve basicamente a absorção de radiação luminosa (ultravioleta e visível) e subsequentes reações oxidativas provocando quebra de estruturas orgânicas poluentes contidas no meio reacional, causando sua degradação (Fiorenza *et al.*, 2020).

Quanto à seletividade no processo, os radicais livres de alto poder oxidante gerados são capazes de mineralizar qualquer composto orgânico do meio, sem diferenciar moléculas orgânicas tóxicas (normalmente não biodegradáveis) das de baixa toxicidade (biodegradáveis) (SHARABI; PAZ, 2010; Fiorenza *et al.*, 2020).

Geralmente, os poluentes orgânicos de elevada toxicidade estão presentes em menor concentração, o que diminui ainda mais a seletividade nos POAs em relação à substância não tóxicas ou de baixa toxicidade. (SHARABI; PAZ, 2010; Fiorenza *et al.*, 2020; LIU *et al.*, 2022).

Os contaminantes que estão em maiores concentrações são removidos primeiro, enquanto os de baixa concentração são mais difíceis de degradar por estarem mais dispersos e afastados da interface fotocatalisador/solução, local onde os radicais livres são gerados e agem com maior eficácia. Por esse motivo a obtenção de materiais fotocatalisadores com impressão molecular promove um aumento na eficiência catalítica, trazendo seletivamente as moléculas poluentes para próximo dos agentes oxidantes (SHARABI; PAZ, 2010; LIU *et al.*, 2022). Na Tabela 2 são apresentados fotocatalisadores com impressão molecular aplicados em fotodegradações.

Tabela 2: Fotocatalisadores com impressão molecular aplicados à fotodegradação

Monômero / <i>Template</i>	Precusores do óxido	Síntese	Desempenho fotocatalítico MIP / NIP	Referência
Impressão direta / Metilfosfonato de dimetilo	Sulfato de Titânio – TiOSO ₄ em ácido sulfúrico	Sol-gel 450°C/3h	20% / 5% Em 1h	(SHARABI; PAZ, 2010)
4-vinil piridina / Cloridrato de tetraciclina	Butóxido de titânio; Ti(OBu) ₄ em etanol	Hidrothermal assistido por microondas 70°C/90 min	70% / 50% Em 1h	(LIU; <i>et al.</i> , 2013)
Ortossilicato de tetraetila / 3-aminopropiltrietoxisilano / 2,4,6-triclorofenol	Pentóxido de Vanádio V ₂ O ₅ ; Nitrato de Bismuto Bi(NO ₃) ₃ .5H ₂ O	Sol-gel 450°C/4h	50% / 23% Em 1h	(GOLMOJDEH; <i>et al.</i> , 2013)
Ácido metacrílico / Rodamina B	TiO ₂ (P25)	Óxido comercial	70% / 40% Em 1h	(BAO <i>et al.</i> , 2014)
Ortossilicato de tetraetila / 4-nitrofenol	Butóxido de titânio; Ti(OBu) ₄ em etanol	Hidrothermal convencional 140°C/12h	90% / 70% Em 1h	(DENG; <i>et al.</i> , 2014)
Ortossilicato de tetraetila; 3-aminopropil trietoxisilano / 4-nitrofenol	Butóxido de titânio; Ti(OBu) ₄ em etanol	Hidrothermal convencional 140°C/24h	80% / 10% Em 1h	(WU <i>et al.</i> , 2016)
Polietileno glicol / Alaranjado de metila	Titanato tetrabutila; Ti(OC ₄ H ₉) ₄ em etanol Dopado com Ferro	Sol-gel 500°C/3h	80% / 20% Em 1h	(SONG, <i>et al.</i> , 2017)
Impressão direta / Paracetamol	Acetato de zinco dihidratado ZnAc. 2H ₂ O	Método de co-precipitação	50% / 5% Em 1h	(Cantarella, <i>et al.</i> , 2018)
Impressão direta / Imida-cloprida	Butóxido de Titânio Ti(OBu) ₄ em etanol	Sol-gel 500°C/6h	30% / 5% Em 1h	(Fiorenza <i>et al.</i> , 2020)
Impressão direta / Ácido Salicílico	Butóxido de Titânio Ti(OBu) ₄ em etanol	Sol-gel 550°C/2h	90% / 76% Em 1h	(LIU <i>et al.</i> , 2022)

Os materiais podem ser sintetizados a partir da impressão molecular diretamente sob a superfície do óxido ou com auxílio de um polímero orgânico ou inorgânico na superfície do material, que influenciam diretamente da eficiência fotocatalítica desses materiais. Como pode ser observado no trabalho de Sharabi e Paz (2010), para a obtenção da impressão molecular direta no dióxido de titânio pela rota de síntese sol-gel foi utilizado baixo valor de temperatura por um período relativamente longo, cerca de 60 °C por 24 horas, a partir de sulfato de titânio como precursor do dióxido de titânio e para a obtenção do material impresso a mesma rota de síntese, adicionando as moléculas molde diisopropilmetilfosfonato (DIMP) e dietilhidroximetilfosfonato (DEHMP).

Foi observado que houve pequena variação entre o diâmetro das partículas para o NIP e MIP, 0,8 e 1,3 μm respectivamente, e nas imagens de MEV observou-se morfologias semelhantes, partículas esféricas e aglomeradas. O óxido com impressão molecular degradou cerca de 20% depois de 60 min de irradiação com luz UV, enquanto o NIP degradou apenas 5% neste mesmo período. O maior desempenho do MIP frente ao NIP, se dá pela presença de sítios ativos impressos no óxido.

Fiorenza (2020), também obteve materiais utilizando a impressão direta por sol-gel, se diferenciando no reagente precursor, butóxido de titânio em etanol, e na molécula molde de Imida-cloprida (IC), com temperatura e tempo de síntese de 100° C e 12h. A morfologia do óxido impresso (TiO_2 MI/IC) e do sem impressão (TiO_2 NI) apresentaram semelhanças, com estruturas heterogêneas formadas por partículas granulares e irregulares, e sem alterações significativas na área superficial, sendo de 59, 55 e 53 $\text{m}^2 \text{g}^{-1}$ para o TiO_2 MI/IC e TiO_2 NI respectivamente. Entretanto, foi observado mudanças significativas no diâmetro e volume dos poros, tendo os materiais impressos valores relativamente maiores que os materiais sem impressão. O TiO_2 -NIP degradou cerca de 5% de 2,4D e 10% de IC, enquanto o TiO_2 MI/2,4D degradou 20% e o TiO_2 MI/IC cerca de 30%. Logo, ambos os materiais impressos apresentaram maior desempenho fotocatalítico quando comparado ao TiO_2 -NIP.

Nanotubos de ZnO molecularmente impressos com moléculas de paracetamol foram obtidos por Cantarella (2018). Os materiais foram facilmente sintetizados pelo método químico de co-precipitação à temperatura ambiente a partir de uma solução aquosa alcalina contendo acetato de zinco dihidratado e paracetamol na razão molar de 5:1 sob agitação mecânica por 2h. Porém, apesar do procedimento relativamente simples para a obtenção do ZnO-MI, este apresentou um baixo desempenho fotocatalítico durante a fotodegradação de paracetamol em 60 minutos sob luz UV 368 nm. Esta baixa eficiência relativa foi relacionada a um menor número de sítios impressos diretamente na superfície dos nanotubos de ZnO devido a interações não favoráveis entre o óxido e a molécula de paracetamol no meio reacional utilizado. As análises morfológicas e texturais mostram a formação de estruturas semelhantes a um prisma hexagonal, tanto para os nanotubos de ZnO-MI quanto para o ZnO-NI e de mesma área de superfície. Mesmo não apresentando alterações significativas na área de superfície a porcentagem de degradação do material com impressão foi significativamente maior (50%) quando comparado ao desempenho fotocatalítico do material sem impressão (5%) (Tabela 2). Para um tempo maior de irradiação com luz,

o ZnO-MI degradou todo o paracetamol em solução enquanto o ZnO-NI degradou apenas 20% do fármaco.

Trabalhos mais recentes como o de Liu (2022) sintetizaram TiO₂-MI-AS por meio de rota sol-gel e impressão direta promovendo elevado desempenho fotocatalítico frente a degradação de ácido salicílico (AS). O óxido com impressão (TiO₂-MI-AS) degradou 90% de ácido salicílico após 60 min sob irradiação de luz UV, enquanto o TiO₂-NI degradou 76% sob as mesmas condições. O maior desempenho deste material frente aos demais listados na Tabela 2, obtidos por impressão direta da molécula *template* sobre a superfície dos óxidos, foi atribuído ao maior número de impressões formadas devido ao tamanho da molécula de ácido salicílico, uma vez que, moléculas menores para impressão molecular vem apresentando melhores resultados para impressões diretas na superfície do material, e devido a sua interação mais efetiva com a superfície do TiO₂ durante a etapa de preparo do TiO₂-MI-AS.

No trabalho de BAO *et al.*, (2014), os autores utilizaram dióxido de titânio comercial (P₂₅) e sobre este realizaram a impressão molecular de Rodamina B por meio de um polímero orgânico via método de *bulk*. Como monômero usaram ácido metacrílico, agente de ligação cruzada dimetacrilato de etilenoglicol e iniciador radicalar 2,2-azobis (2-metilpropionitrila). O desempenho catalítico dos materiais obtidos foi de 70% para o TiO₂-MIP-Rhb e 40% para o TiO₂-NIP. Os autores verificaram que variar o monômero e o agente não resultou em grandes mudanças nas taxas de degradação apesar de tratar-se de moléculas moldes diferentes.

A rota de síntese sol-gel voltada para obtenção de MIPs a partir de polímeros orgânicos foi utilizada por Song (2017), que atingiu a marca de 80% de degradação da molécula molde após 60 min de luz UV, contra apenas 20% do óxido não impresso nas mesmas condições. Diferentemente dos polímeros inorgânicos de Golmojeh (2013) e Liu (2022), o material obtido por Song e colaboradores baseou-se na ancoragem de dióxido de titânio dopado com ferro no polímero orgânico polietilenoglicol e posterior impressão molecular do corante azo Alaranjado II. Este material, por sua vez, apresentou elevada área superficial (81,97 m².g⁻¹).

O uso de polímeros inorgânicos para o preparo das impressões moleculares sobre óxidos tem apresentado resultados mais efetivos para fotodegradações, com morfologias e áreas superfícies que favorecem seu desempenho. Como no trabalho de Golmojeh (2013), foram preparados sílicas tetraetoxissilano (TEOS), 3-(aminopropil)-tri-etoxissilano (APTES) como monômeros inorgânicos sobre vanadato

de bismuto (BiVO_4), que proporcionaram ao BiVO_4 -MIP uma maior capacidade fotocatalítica quando comparado à impressão molecular diretamente sobre a superfície do semicondutor, atingindo cerca 50% de degradação da molécula molde após 60 min sob irradiação de luz Xenon 400 nm, frente a 23% de degradação quando utilizado o óxido sem impressão. O material de Golmojeh consistiu na ancoragem de BiVO_4 sob o TEOS e a impressão molecular de ftalocianina sobre o APTES a partir da rota sol-gel. Os MIPs obtidos apresentaram um aumento nas áreas de superfície, com valores de até $120 \text{ m}^2.\text{g}^{-1}$, com formação de partículas esféricas e homogêneas.

Por outro lado, DENG (2014) e WU (2016) apesar de também trabalharem com a impressão molecular inorgânica, utilizam de um diferente óxido semicondutor, o dióxido de titânio baseado na síntese hidrotérmica convencional. Os dois autores sintetizaram dióxido de titânio a partir do mesmo precursor, butóxido de titânio, $\text{Ti}(\text{OBu})_4$, para a obtenção do óxido e a mesma metodologia de síntese. Ambos utilizaram tetraetoxissilano (TEOS) como monômero inorgânico para impressão do 4-nitrofenol como molécula *template*, sintetizados a $140 \text{ }^\circ\text{C}$. Entretanto, WU (2016) preparou os materiais em reator hidrotérmico durante 24h e com fluoreto de amônio (N-F) como dopante do TiO_2 , enquanto DENG (2014) sintetizou em 12h e sem a presença de dopante no meio reacional. As taxas de fotodegradação empregando os materiais obtidos por WU (2016) e DENG (2014) foram de 80% e 90%, enquanto seus NIPs obtiveram 10% e 70% respectivamente. Os valores de área de superfície em ambos os trabalhos não variaram significativamente, entretanto, a morfologia mudou, promovendo assim alterações na seletividade e desempenho fotocatalítico destes materiais.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Neste capítulo apresentamos uma revisão sobre materiais semicondutores baseados em óxidos metálico com impressão molecular para aplicações em processos de adsorção e fotocatalise heterogênea. Diante dos trabalhos destacados aqui, foi observado que o processo de impressão molecular sobre óxidos metálicos atribui ou intensifica as propriedades adsorptivas e/ou fotocatalíticas nestes materiais, sendo uma estratégia promissora para solucionar problemas de contaminação ambiental. Atualmente se observa um número crescente de trabalhos sobre esta temática, variando reagentes, metodologias e parâmetros de síntese. Entretanto, ainda há muitas dúvidas a serem respondidas envolvendo, por exemplo, a influência

da temperatura no desempenho adsorptivo e catalítico do MIP formado sobre o óxido, sua estabilidade, seletividade e reuso em processos fotocatalíticos, a influência da luz sobre as propriedades elétricas e ópticas, e como estes materiais se comportam em diferentes valores de pH. Assim, este trabalho apresenta metodologias de síntese utilizadas para a obtenção de materiais contendo impressão molecular aplicados à processos adsorptivos e fotocatalíticos (fotodegradações), buscando uma discussão mais ampla sobre esta temática.

AGRADECIMENTOS

À Fundação Araucária, ao CNPq e a CAPES pelo suporte financeiro.

REFERÊNCIAS

ABDULLAH, F.H.; BAKAR, N.H.H. A.; BAKAR, M. A. Current advancements on the fabrication, modification, and industrial application of zinc oxide as photocatalyst in the removal of organic and inorganic contaminants in aquatic systems. *Journal Of Hazardous Materials*, 2022.

ANDREOZZI, R., CAPRIO, V., INSULA, A. MAROTT, R. Advanced oxidation process (aop) for water purification and recovery. *Catalysis Today*, 1999, n. 53.

ARABI, M.; OSTOVAN, A.; LI, J.; WANG, X.; ZHANG, Z.; CHOO, J.; CHEN, L.. Molecular Imprinting: green perspectives and strategies. *Advanced Materials*, 2021, n. 30.

AZIZI, A.; BOTTARO, C. S.. A critical review of molecularly imprinted polymers for the analysis of organic pollutants in environmental water samples. *Journal Of Chromatography A*, 2020.

BAGHERI, A. R.; ARAMESH, N.; KHAN, A. A.; GUL, I.; GHOTEKAR, S.; BILAL, M.. Molecularly imprinted polymers-based adsorption and photocatalytic approaches for mitigation of environmentally-hazardous pollutants — A review. *Journal Of Environmental Chemical Engineering*, 2021, n. 1.

BAO, L.; MENG, M.; SUN, K.; LI, W.; ZHAO, D.; LI, H.; HE, M.. Selective adsorption and degradation of rhodamine B with modified titanium dioxide photocatalyst. *Journal Of Applied Polymer Science*, 2014, n. 20.

CANTARELLA, M.; MAURO, A.; GULINO, A.; SPITALERI, L.; NICOTRA, G.; PRIVITERA, V.; IMPELLIZZERI, G.. Selective photodegradation of paracetamol by molecularly imprinted ZnO nanonuts. *Applied Catalysis B: Environmental*, 2018.

DENG, F.; LIU, Y.; LUO, X.; WU, S.; LUO, S.; AU, C.; QI, R.. Sol-hydrothermal synthesis of inorganic-framework molecularly imprinted TiO₂/SiO₂ nanocomposite

and its preferential photocatalytic degradation towards target contaminant. *Journal Of Hazardous Materials*, 2014.

ESCOBAR, C. C.; RUIZ, Y. P. M.; SANTOS, J. H. Z.; YE, L.. Molecularly imprinted TiO₂ photocatalysts for degradation of diclofenac in water. *Colloids And Surfaces A: Physicochemical and Engineering Aspects*, 2018.

FIGUEIREDO, E. C.; DIAS, A. C. B.; ARRUDA, M. A. Z. Impressão molecular: uma estratégia promissora na elaboração de matrizes para a liberação controlada de fármacos. *Brazilian Journal of Pharmaceutical Sciences*, 2008, n. 3.

FIORENZA, R.; MAURO, A.; CANTARELLA, M.; IARIA, C.; SCALISI, E. M.; BRUNDO, M. V.; GULINO, A.; SPITALERI, L.; NICOTRA, G.; DATTILO, S.. Preferential removal of pesticides from water by molecular imprinting on TiO₂ photocatalysts. *Chemical Engineering Journal*, 2020.

FOGUEL, Ma. V.; PEDRO, N. T. B.; WONG, A.; KHAN, S.; ZANONI, M. V. B.; SOTOMAYOR, M. P. T.. Synthesis and evaluation of a molecularly imprinted polymer for selective adsorption and quantification of Acid Green 16 textile dye in water samples. *Talanta*, 2017.

GAO, R.; SU, X.; HE, X.; CHEN, L.; ZHANG, Y.. Preparation and characterisation of core-shell CNTs@MIPs nanocomposites and selective removal of estrone from water samples. *Talanta*, 2011, n. 3.

GOLMOJDEH, H.; ZANJANCHI, M. A.; ARVAND, M. BiVO₄-Silica Composites Containing Cobalt Phthalocyanine Groups: synthesis, characterization and application in photodegradation of 2,4,6-trichlorophenol. *Photochemistry And Photobiology*, 2013, n. 5.

HE, S.; ZHANG, L.; BAI, S.; YANG, H.; CUI, Z.; ZHANG, X.; LI, Y.. Advances of molecularly imprinted polymers (MIP) and the application in drug delivery. *European Polymer Journal*, 2021.

IQBAL, Z.; TANWEER, M. S.; ALAM, M.. Recent advances in adsorptive removal of wastewater pollutants by chemically modified metal oxides: a review. *Journal Of Water Process Engineering*, 2022.

JIANG, W.; QI, J.; LIAO, J.; WAN, Z.; LIANG, W.; HUANG, J.; CAO, Y.; XIAO, J.; YANG, X.. Structural characterization of pectin-bismuth complexes and their aggregation in acidic conditions. *International Journal Of Biological Macromolecules*, 2020.

KOMANN, C., BAHNEMANN, D. W., HOFFMANN, M.R., Preparation and characterization of quantum-size titanium dioxide. *Journal of Physical Chemistry*. 1988.

KUNZ, A.; PERALTA-ZAMORA, P.; MORAES, S. G.; DURÁN, N. Novas tendências no tratamento de efluentes têxteis. *Química Nova*, São Paulo, 2022, n. 25.

LAI, C.; WANG, M.; ZENG, G.; LIU, Y.; HUANG, D.; ZHANG, C.; WANG, R.; XU, P.; CHENG, M.; HUANG, C.. Synthesis of surface molecular imprinted TiO₂/graphene photocatalyst and its highly efficient photocatalytic degradation of target pollutant under visible light irradiation. *Applied Surface Science*, 2016.

LAMA, G.; MEIJIDE, J.; SANROMÁN, A.; PAZOS, M.. Heterogeneous Advanced Oxidation Processes: current approaches for wastewater treatment. *Catalysts*, 2022, n. 3.

LAZAR, M. A.; DAOUD, W. A.. Achieving selectivity in TiO₂-based photocatalysis. *Rsc Advances*, 2013, n. 13.

LI, H.; LI, N.; JIANG, J.; CHEN, D.; XU, Q.; LI, H.; HE, J.; LU, J.. Molecularly imprinted magnetic microparticles for the simultaneous detection and extraction of Rhodamine B. *Sensors And Actuators B: Chemical*, 2017.

LI, W.; LI, S.. Molecular Imprinting: a versatile tool for separation, sensors and catalysis. *Oligomers – Polymer Composites – Molecular Imprinting*, 2006.

LI, X.; XIE, J.; JIANG, C.; YU, J.; ZHANG, P. Review on design and evaluation of environmental photocatalysts. *Frontiers of Environmental Science & Engineering*, 2018, n. 5.

LIU, X.; XU, C.; ZHU, L.; WANG, X.. Molecular imprinting produces high photoelectric effect facilitating the efficient photocatalytic degradation of salicylic acid by TiO₂. *Reaction Kinetics, Mechanisms And Catalysis*, 2022, n. 1.

LIU, X.; LV, P.; YAO, G.; MA, C.; HUO, P.; YAN, Y.. Microwave-assisted synthesis of selective degradation photocatalyst by surface molecular imprinting method for the degradation of tetracycline onto Cl-TiO₂. *Chemical Engineering Journal*, 2013.

MIKLOS, D. B.; REMY, C.; JEKEL, M.; LINDEN, K. G.; DREWES, J. E.; HÜBNER, U.. Evaluation of advanced oxidation processes for water and wastewater treatment – A critical review. *Water Research*, 2018.

MISHRA, V.; WARSHI, M. K.; SATI, A.; KUMAR, A.; MISHRA, V.; SAGDEO, A.; KUMAR, R.; SAGDEO, P. R.. Diffuse reflectance spectroscopy: an effective tool to probe the defect states in wide band gap semiconducting materials. *Materials Science In Semiconductor Processing*, 2018.

MORETTI, E. S.; GIAROLA, J. F.; KUCEKI, M.; PRETE, M. C.; PEREIRA, A. C.; TARLEY, C. R. T.. A nanocomposite based on multi-walled carbon nanotubes grafted by molecularly imprinted poly(methacrylic acid–hemin) as a peroxidase-like catalyst for biomimetic sensing of acetaminophen. *Rsc Advances*, 2016, n. 34.

PANDIS, P. K.; KALOGIROU, C.; KANELLOU, E.; VAITSIS, C.; SAVVIDOU, M. G.; SOURKOUNI, G.; ZORPAS, A. A.; ARGIRUSIS, C.. Key Points of Advanced Oxidation Processes (AOPs) for Wastewater, Organic Pollutants and Pharmaceutical Waste Treatment: a mini review. *Chemengineering*, 2022, n. 1.

PARRINO, F.; LODDO, V.; AUGUGLIARO, V.; CAMERA-RODA, G.; PALMISANO, G.; PALMISANO, L.; YURDAKAL, S.. Heterogeneous photocatalysis: guidelines on experimental setup, catalyst characterization, interpretation, and assessment of reactivity. *Catalysis Reviews*, 2018, n. 2.

PICHON, V.; CHAPUIS-HUGON, F.. Role of molecularly imprinted polymers for selective determination of environmental pollutants—A review. *Analytica Chimica Acta*, 2008, n. 1-2.

PUPIN, R. R.; Monteiro, G. C.; Foguel, M. V.; Bolzani, V. S; Pividori, M. I.; Sotomayor, M. P. T.. Molecularly imprinted polymers (MIP): From the bulk synthesis to hybrid material to classic and new applications. *Molecularly Imprinted Polymers (MIPs): Challenges, Uses and Prospects*, 2016. p. 43-118.

SHARABI, D.; PAZ, Y.. Preferential photodegradation of contaminants by molecular imprinting on titanium dioxide. *Applied Catalysis B: Environmental*, 2010, n. 1-2.

SONG, Y.; RONG, C.; SHANG, J.; WANG, Y.; ZHANG, Y.; YU, K.. Synthesis of an inorganic-framework molecularly imprinted Fe-doped TiO₂ composite and its selective photo-Fenton-like degradation of acid orange II. *Journal Of Chemical Technology & Biotechnology*, 2017, n. 8.

TAMAYO, F. G.; CASILLAS, J. L.; MARTIN-ESTEBAN, A. Clean up of phenylurea herbicides in plant sample extracts using molecularly imprinted polymers. *Analytical And Bioanalytical Chemistry*, 2005, n. 6.

TARLEY, C. R.T.; Sotomayor, M. D. P. T.; Kubota, L.T. Polímeros biomiméticos em química analítica. Parte 1: preparo e aplicações de MIP (“Molecularly Imprinted Polymers”) em técnicas de extração e separação . *Química Nova*, 2005, n. 6.

TARLEY, C.R. T; *et al.* Polímeros biomiméticos em química analítica. Parte 2: Aplicação de MIP (“Molecularly Imprinted Polymers”) no desenvolvimento de sensores químicos. *Química Nova*, 2005, n. 6.

VASAPOLLO, G.; SOLE, R.; MERGOLA, L.; LAZZOI, M. R.; SCARDINO, A.; SCORRANO, S.; MELE, G.. Molecularly Imprinted Polymers: present and future prospective. *International Journal Of Molecular Sciences*, 2011, n. 9.

WU, Y.; DONG, Y.; XIA, X.; LIU, X.; LI, H.. Facile synthesis of N–F codoped and molecularly imprinted TiO₂ for enhancing photocatalytic degradation of target contaminants. *Applied Surface Science*, 2016.

WHITCOMBE, M. J.; RODRIGUEZ, M. E.; VILLAR, P.; VULFSON, E. N.. A New Method for the Introduction of Recognition Site Functionality into Polymers Prepared by Molecular Imprinting: Synthesis and Characterization of Polymeric Receptors for Cholesterol. *Journal Of The American Chemical Society*, São Paulo, 1995, n. 117.

XIA, H.; LI, C.; YANG, G.; SHI, Z.; JIN, C.; HE, W.; XU, J.; LI, G.. A review of microwave-assisted advanced oxidation processes for wastewater treatment. *Chemosphere*, 2022.

YANG, J.; ZHU, M.; DIONYSIOU, D. D.; What is the role of light in persulfate-based advanced oxidation for water treatment? *Water Research*, 2021.

YUAN, D.; FU, D.; WANG, C.. Selective removal of congo red from wastewater using molecularly imprinted polymer. *Separation Science And Technology*, 2020, n. 2.

ZHANG, M.; LIU, Y.; WANG, S.; ZHANG, D.; LI, P.; WANG, M.; HU, P.. Effects of different alkali metal ions on morphology and photocatalysis properties of ZnO crystals via hydrothermal method. *Materials Research Innovations*, 2018, n. 5.

Capítulo 3

QUANTUM DOTS DE GRAFENO: UMA BREVE REVISÃO SOBRE MÉTODOS DE SÍNTESE E USO EM SENSORES ELETROQUÍMICOS

Mayara da Silva Araújo

Arielly Cardoso

Giovana Souza Marcatto Pereira

Ana Carolina Maia Fraga

Roberta Antigo Medeiros

QUANTUM DOTS DE GRAFENO: UMA BREVE REVISÃO SOBRE MÉTODOS DE SÍNTESE E USO EM SENSORES ELETROQUÍMICOS

Mayara da Silva Araújo

Doutoranda em Química pela Universidade Estadual de Londrina.

asmayara@uel.br

Arielly Cardoso

Graduanda em Química pela Universidade Estadual de Londrina.

arielly.cardoso@uel.br

Giovana Souza Marcatto Pereira

Graduanda em Química pela Universidade Estadual de Londrina.

giovana.marcatto@uel.br

Ana Carolina Maia Fraga

Graduanda em Química pela Universidade Estadual de Londrina.

ana.carolina.maia@uel.br

Roberta Antigo Medeiros

Professora adjunta na Universidade Estadual de Londrina; Doutorado em Química com ênfase em Química Analítica pela Universidade Federal de

São Carlos.

ramedeiros@uel.br

Resumo: *Quantum dots* de grafeno (GQDs) são nanopartículas semicondutoras fluorescentes a base de carbono. Nos últimos anos, tem se destacado devido às diferentes vantagens em aplicações relevantes nas mais diversas áreas. Este material apresenta propriedades únicas, tais como, alta área superficial, elevada estabilidade química, baixa toxicidade, transparência ótica, estrutura bidimensional única, *band gap* diferente de zero, resistência mecânica, capacidade de acomodar diferentes dopantes e apresentam grupos carboxilas localizados nas extremidades de sua estrutura, o que contribui para uma maior solubilidade em meio aquoso. Além disso, apresentam baixo custo de síntese, são biocompatíveis e inertes quimicamente. Os

métodos de síntese dos GQDs podem ser divididos em duas categorias: *top-down* e *bottom-up*. O *bottom-up* é realizado por pirólise ou carbonização de pequenas moléculas orgânicas para obter o GQDs desejados. Por outro lado, a síntese por *top-down* envolve o corte ou decomposição de diferentes tipos de materiais de carbono para a formação dos materiais nanoestruturados. As propriedades do GQDs associada a possibilidade de sua combinação com outros materiais, formando compósitos, faz deste um material muito atrativo no desenvolvimento de sensores eletroquímicos para a quantificação de substâncias de interesse em diferentes tipos de amostra, tais como ambientais, biológicas, alimentícias, entre outras. Neste trabalho são apresentadas as principais características e métodos de síntese de GQDs, bem como, algumas das publicações mais relevantes nos últimos anos sobre o uso deste material no desenvolvimento de sensores eletroquímicos.

Palavras-chave: GQDs, métodos de síntese, nanocompósitos, sensores eletroquímicos.

Abstract: Graphene Quantum Dots (GQDs) are fluorescent carbon-based semiconductor nanoparticles. In recent Years, have been highlighted due to different advantages in relevant applications in several areas. This material have unique properties, such as high surface area, high chemical stability, low toxicity, optical transparency, unique two-dimensional structure, non-zero band gap, mechanical strength, ability to accommodate different dopants and have carboxyl groups located at the ends of their structure, which contributes to greater solubility in aqueous media. In addition, GQDs have a low synthesis cost, are biocompatible and chemically inert. The GQDs synthesis methods can be divided into two categories: "top-down" and "bottom-up". Bottom-up is performed by pyrolysis or carbonization of small organic molecules to obtain the desired GQDs. On the other hand, top-down synthesis involves cutting or decomposing of different types of carbon materials to form the nanostructured material. The properties of GQDs associated with the possibility of their combination with other materials, forming composites, make this a very attractive material in the development of electrochemical sensors for the quantification of substances of interest in different types of samples, such as environmental, biological, food, among others. This work presents the main characteristics and methods of synthesis of GQDs, as well as some of the most relevant in recent years about the use of this material in the development of electrochemical sensors.

Keywords: GQDs, Synthesis methods, Nanocomposites, Electrochemical sensors.

INTRODUÇÃO

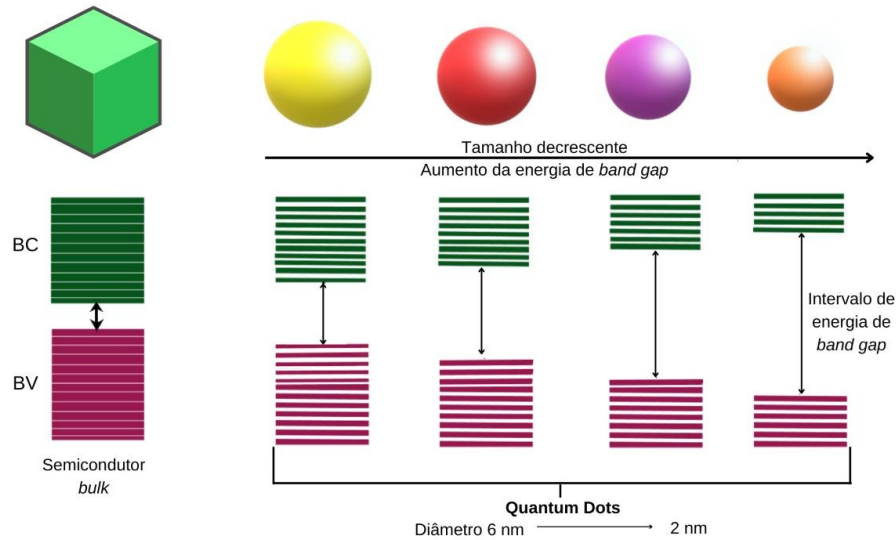
Pontos quânticos mais conhecidos como *quantum dots* (QDs) são estruturas nanométricas que apresentam propriedades ópticas e eletrônicas únicas e estão sendo cada vez mais estudados em diversas áreas de pesquisa (SUMANTH KUMAR; JAI KUMAR; MAHESH, 2018). Podem ser formados a partir de elementos como silício, germânio, materiais semicondutores como PbS, PbSe, CdSe, CdTe, SnO₂, e fontes de carbono como grafite e grafeno (HUANG et al., 2017; LU et al., 2018; SURANA et al., 2014; GUPTA et al., 2017; DONG et al., 2012).

Os *quantum dots* de grafeno (GQDs) estão entre os materiais de carbono que mais se destacou desde seu surgimento em 2008. São fragmentos do grafeno, cujas dimensões variam entre 2 e 20 nm e apresentam propriedades únicas, tais como, alta área superficial, elevada estabilidade química, baixa toxicidade, transparência ótica, estrutura bidimensional única, *band gap* diferente de zero, resistência mecânica, capacidade de acomodar diferentes dopantes e apresentam grupos carboxilas localizados nas extremidades de sua estrutura, o que contribui para uma maior solubilidade em meio aquoso (SHEIN et al. 2021, GHAFFARKHAH et al., 2022, ZHU et al., 2015; FARIDBOD; SANATI, 2018; GEVAERD et al., 2019).

Devido às suas dimensões, os GQDs, assim como os QDs de outros materiais, apresentam densidade de estados de energia quantizados discretos semelhantes a átomos e moléculas simples, o que os tornam conhecidos como “átomos artificiais” (SUMANTH KUMAR; JAI KUMAR; MAHESH, 2018; BERA et al., 2010; FARIDBOD; SANATI, 2018). Para melhor compreensão de suas propriedades é importante ter conhecimento de sua estrutura eletrônica. GQDs possuem um conjunto de níveis eletrônicos de menor energia (banda de valência (BV)), um conjunto de níveis eletrônicos de maior energia (banda de condução (BC)) e a barreira energética entre estas bandas é denominada de *band gap*. (SUMANTH KUMAR; JAI KUMAR; MAHESH, 2018; BERA et al., 2010).

Embora possuam características eletrônicas semelhantes aos semicondutores, estes materiais possuem uma quantidade menor de níveis de energia e elétrons dispostos em sua estrutura devido às suas dimensões nanométricas. Ademais, os GQDs possuem um movimento eletrônico limitado, uma vez que o tamanho do material é comparável ao comprimento de onda apresentado pelo movimento do elétron, este comportamento é denominado efeito de confinamento quântico e explica a dependência mútua entre as condições eletrônicas e estruturais dos GQDs (SUMANTH KUMAR; JAI KUMAR; MAHESH, 2018; FARIDBOD; SANATI, 2018; BERA et al., 2010; ZHU et al., 2017).

Além do efeito de confinamento quântico, os GQDs podem apresentar tamanhos diferentes, de acordo com o método de síntese utilizado, conseqüentemente apresentam diferenças significativas em seus *band gap*, que é a energia entre os níveis eletrônicos (BV e BC), como mostrado na Figura 1 (BERA et al., 2010; NEIKOV; YEFIMOV, 2019; BENÍTEZ-MARTÍNEZ; VALCÁRCEL, 2014; FARIDBOD; SANATI, 2018; FACURE et al., 2020).

Figura 1 – Relação entre o tamanho dos GQDs e sua energia de *band gap*.

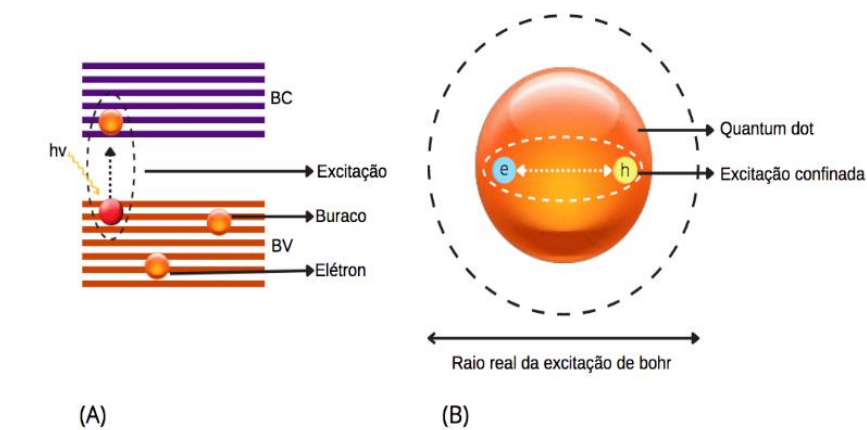
Fonte: Próprios autores. Adaptado de: Kumar; Kumar and Mahesh (2018, p. 62).

Em relação às propriedades condutoras singulares dos GQDs, para que se compreenda como são formados os portadores de carga em sua estrutura, é necessário entender que, em teoria, a uma temperatura de 0 K, as BV estarão completamente preenchidas em elétrons e as BC estarão vazias. No entanto, quando um elétron presente na BV é excitado a partir de uma energia térmica ou pela absorção de um fóton com energia igual ou superior ao valor da energia de *band gap*, este é transferido para a BC gerando uma lacuna instável e carregada (h^+) na BV, chamada de “buraco”, (Figura 2-a). Desse modo, a combinação, entre elétrons na BC e os “buracos”, formam os chamados pares “elétron-buraco”, portadores de cargas, os quais, em conjunto com a elevada área superficial destes materiais catalisam as reações de oxirredução. (SUMANTH KUMAR; JAI KUMAR; MAHESH, 2018; BERA et al., 2010; FARIDBOD; SANATI, 2018).

A distância entre os elétrons na BC e os buracos na BV é conhecida como raio de Bohr éxciton (Figura 2-b). Para os GQDs, quando a dimensão do material é próxima ou menor que o raio de Bohr éxciton, os elétrons e os buracos exercem uma fraca interação entre si conhecida como “éxciton” (Figura 2-b), nessa condição, as bandas de energia tornam-se níveis discretos, semelhantes aos níveis atômicos e proporciona uma limitação no movimento do elétron (efeito de confinamento quântico) (SUMANTH KUMAR; JAI KUMAR; MAHESH, 2018; BEARD et al., 2013; NEIKOV; YEFIMOV,

2019; FARIDBOD; SANATI, 2018).

Figura 2 – Excitação eletrônica da BV para a BC e formação de um éxciton (A) e comparação entre o raio de Bohr de um éxciton formado e a dimensão de um GQDs (B).



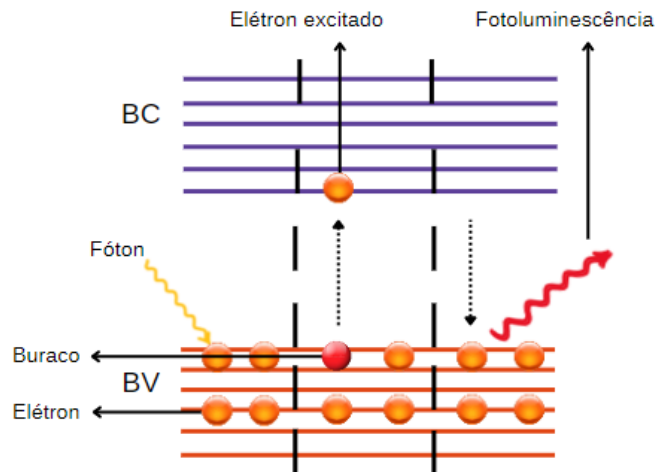
Fonte: próprios autores. Adaptado de: Kumar; Kumar and Mahesh (2018, p. 62).

Os GQDs apresentam a capacidade de geração múltipla de éxcitons com apenas um fóton que possua energia superior ao SEU valor de *band gap*. Este comportamento é singular, uma vez que para semicondutores com estruturas macroscópicas, um fóton é capaz de excitar apenas um elétron para a BC, formando somente um éxciton, portanto, qualquer energia que supere o *band gap*, nestes materiais, é perdida na forma de calor ao longo da estrutura. Assim, esta característica incomum presente nos GQDs os tornam materiais com grande eficiência para diferentes aplicações, tais como em células solares e sensores eletroquímicos (SUMANTH KUMAR; JAI KUMAR; MAHESH, 2018; BEARD et al., 2013; GOODWIN et al., 2018).

Outra propriedade singular dos GQDs é a fotoluminescência, responsável pela variedade de cores que estes materiais possuem (SUMANTH KUMAR; JAI KUMAR; MAHESH, 2018; FACURE et al., 2020; LAI et al., 2020; BENÍTEZ-MARTÍNEZ; VALCÁRCEL, 2014; FARIDBOD; SANATI, 2018). O processo de fotoluminescência ocorre quando um elétron excitado, é promovido da BV para a BC e, posteriormente, recombina-se retornando ao seu estado fundamental na BV, emitindo energia na forma de emissão de luz (Figura 3). A luz emitida pelos GQDs é o resultado da combinação entre a energia de *band gap*, a energia de confinamento do elétron e do buraco formado durante a promoção eletrônica e a energia da interação coulombica

entre os portadores de carga para a formação do éxciton (SUMANTH KUMAR; JAI KUMAR; MAHESH, 2018; FACURE et al., 2020).

Figura 3 – Esquema representativo do processo de fotoluminescência para os GQDs.



Fonte: próprios autores. Adaptado de: Kumar; Kumar and Mahesh (2018, p. 62).

Considerando que a energia de irradiação emitida pelos GQDs é dependente do valor de *band gap* e que esta barreira presente entre os níveis eletrônicos varia com o tamanho e forma do material, para GQDs menores, a energia emitida é elevada e sua coloração aproxima-se do azul. Para GQDs maiores, a energia emitida é baixa e a coloração destes materiais aproxima-se do vermelho. (SUMANTH KUMAR; JAI KUMAR; MAHESH, 2018; FARIDBOD; SANATI, 2018; LAI et al., 2020).

Portanto, os GQDs além de possuírem as propriedades singulares provenientes de suas características e tamanho possuem as vantagens comuns ao uso do grafeno, o que o torna um material especialmente atrativo no desenvolvimento de sensores eletroquímicos, células solares, LEDs, monitores, membranas bactericidas, bioimagens, entre outros (FARIDBOD; SANATI, 2018, SUMANTH KUMAR; JAI KUMAR; MAHESH, 2018; BAGHERI et al., 2017; SAMSUNG, 2016; LIU et al., 2020b; LUK et al., 2012; ZHAO et al., 2020; KUMAR et al., 2020; ZENG et al., 2016).

Métodos de síntese dos GQDs

Nos últimos anos, foram realizados muitos estudos para o desenvolvimento de

diferentes rotas de síntese dos GQDs. Em geral, estes métodos são classificados em métodos *top-down* (estratégias de corte) e métodos *bottom-up* (estratégias de pirólise ou carbonização). (FARIDBOD; SANATI, 2018; BENÍTEZ-MARTÍNEZ; VALCÁRCEL, 2014; BRADLEY et al., 2017; KARGOZAR et al., 2020; DONG et al., 2012; LIU et al., 2020; TAJIK et al., 2020).

As estratégias de síntese *top-down* consistem na quebra ou decomposição de materiais carbonáceos maiores para a formação dos materiais nanoestruturados como os GQDs. Para o desenvolvimento deste método, são necessários precursores que apresentem grandes estruturas de carbono como os óxidos de grafeno (OG), nanotubos de carbono, grafite, *carbon black*, diamantes, entre outros (LIU et al., 2020a).

Os procedimentos mais conhecidos envolvem clivagens oxidativas, métodos hidrotérmicos, ultrassom, microondas e oxidação eletroquímica (CHEN et al., 2018; FARIDBOD; SANATI, 2018; ZHU et al., 2017).

Um procedimento de síntese *top-down* envolvendo clivagem oxidativa foi descrito por LIU et al. (2015). Neste trabalho, utilizou-se *carbon black* Vulcan XC 72, como material precursor, em conjunto com ácido nítrico concentrado, para a decomposição da estrutura carbônica. A mistura foi mantida sobre refluxo, aquecida para a remoção do ácido nítrico e posteriormente, submetida ao processo de centrifugação e filtração. Os GQDs obtidos apresentaram um alto rendimento e um elevado poder fotoluminescente multicolorido ao serem excitados sobre diferentes comprimentos de onda.

SU et al. (2020) desenvolveram um procedimento hidrotérmico para a produção de GQDs dopados com nitrogênio. Na síntese, foram utilizados o OG como precursor, etilenodiamina como um agente redutor, fonte de nitrogênio para a dopagem e peróxido de hidrogênio, responsável pela decomposição oxidativa do OG. Todos foram dispersos em água ultrapura e transferidos para uma autoclave de teflon. (SU et al., 2020).

Portanto, as estratégias de síntese *top-down*, para os GQDs, possuem muitos benefícios e envolvem metodologia simples e a abundância em materiais precursores disponíveis. Porém, o controle sobre a síntese e o rendimento ainda são baixos (CHEN et al., 2018; FARIDBOD; SANATI, 2018).

Ao contrário dos procedimentos de síntese *top-down*, as rotas de síntese *bottom-up* empregam pequenas estruturas carbônicas, tais como a glucose e o ácido

cítrico, estes são capazes de sofrer uma série de reações químicas para a formação de estruturas maiores (CHEN et al., 2018; FARIDBOD; SANATI, 2018).

Os procedimentos mais conhecidos na literatura envolvem métodos que empreguem irradiação por microondas, métodos hidrotérmicos e de carbonização (CHEN et al., 2018; FARIDBOD; SANATI, 2018).

Um método de síntese *bottom-up* envolvendo um processo hidrotérmico foi desenvolvido por BIAN et al. (2017). GQDs dopados com enxofre (S- GQDs) foram preparados utilizando o composto fenólico 1,3,6-trinitropireno como precursor e o ácido mercaptopropiônico como fonte de enxofre. Os S- GQDs obtidos foram submetidos ao processo de filtração e diálise.

YAO et al. (2020) sintetizaram GQDs utilizando irradiação por microondas, os autores empregaram uma solução aquosa de glucose como precursor em mistura com etilenoglicol. A mistura foi aquecida em um reator de microondas sob potência de 800 W por 9 minutos e o produto obtido foi resfriado ao escuro, em temperatura ambiente, por 2 horas e posteriormente filtrada, dialisada por 48 horas e liofilizada por 24 horas.

Uma estratégia de síntese *bottom-up* envolvendo a carbonização de precursores orgânicos consiste na pirólise do ácido cítrico. Este procedimento foi desenvolvido por DONG et al. (2012) e consiste no aquecimento do ácido cítrico, a uma temperatura de 200°C, por 30 minutos. O ácido cítrico é inicialmente liquefeito e sua aparência incolor é convertida para um amarelo claro e com o passar do tempo se torna alaranjada, aspecto físico que indica a formação dos GQDs (BENÍTEZ-MARTÍNEZ; VALCÁRCEL, 2014; CHEN et al., 2017; NAGHSHBANDI et al., 2018; RAHIMI; YAZDANI, 2018; ZHANG et al., 2018).

Portanto, é possível obter GQDs por diferentes metodologias de síntese, constituídas de estratégias simples, rápidas e economicamente acessíveis (CHEN et al., 2018).

Uso dos GQDs no desenvolvimento de sensores eletroquímicos

Em virtude de suas propriedades singulares os GQDs estão sendo utilizados nas mais diversas áreas, dentre elas a eletroquímica, são utilizados no desenvolvimento de sensores eletroquímicos, a fim de se obter sensores com melhores desempenhos em relação a limites de detecção, faixas dinâmicas lineares, sensibilidades, condições de passivação do eletrodo, tempos de resposta e

sobrepotencial (FARIDBOD; SANATI, 2018; FACURE et al., 2021).

De acordo com trabalhos descritos na literatura essa melhora no desempenho dos sensores eletroquímicos usando GQDs pode ser atribuída, principalmente, a sua grande área superficial e seus múltiplos sítios para reconhecimento das moléculas. A interação com a substância alvo pode ser realizada por meio dos grupos funcionalizados presentes nas extremidades dos GQDs, ou via interação π - π (FACURE et al., 2020, BENÍTEZ-MARTÍNEZ et al., 2014).

Neste sentido, este trabalho apresenta uma breve revisão sobre o uso dos GQDs e nanocompósitos com GQDs no desenvolvimento de sensores eletroquímicos e, às principais aplicações analíticas descritas nestes trabalhos. Na Tabela 1 são apresentadas alguns dos trabalhos relevantes publicados entre 2018 e 2022. Observou-se que na maioria dos trabalhos são utilizados nanocompósitos, nos quais as combinações de GQDs e outros materiais condutores e semicondutores, proporcionam um sinergismo entre esses materiais e melhoram, ainda mais, o desempenho dos sensores para a quantificação de substâncias orgânicas e inorgânicas.

PIZZARO et al. (2020) desenvolveram um sensor eletroquímico de baixo custo e ecologicamente correto para a quantificação de Cd(II) e Pb(II) utilizando um eletrodo de carbono vítreo (GCE) modificado com GQDs e nafion. A técnica eletroquímica empregada foi a voltametria de redissolução anódica e o sensor foi utilizado para a análise destes metais em amostras de moluscos bivalves.

Tabela 1 – Alguns trabalhos relevantes nos quais os GQDs foram usados no desenvolvimento de sensores eletroquímicos

Eletrodo*	Substância alvo	Limite de detecção ($\mu\text{mol L}^{-1}$)	Referência
GQD/Parg/GCE	cefotaxima	0,034	DUAN et al., 2022
GQDs/Ch/AuNPs/CFME	dopamina	0,0054	YANG et al., 2021
GCE/GQDs + DES + MWCNTs-COOH/PARG	paracetamol e 4 - amonifenol	0,010 e 0,017	ARAB et al., 2020-
poly-BIBD/GQDs/GCE	riluzol	0,1	HASANPOUR et al., 2022
GQDs/2CBF/IL/CPE	levodopa	0,02	JAHANI, 2022
GQDs@MWCNTs/ GCE	dopamina	0,095	ARUMUGASAMY, GOVINDARAJU, YUN, 2020
Cu ₂ O–CuO@GQD EHP	bisfenol -A	$\leq 0,001$	ASHRAF et al., 2020
GQDs/IL/CPE	noraepinefrina e acetilcolina	0,06	JAHANI et al., 2020
GC/GQDs-NF	Cd(II) e Pb(II)	0,10 e 0,041	Pizarro et al., 2020
Au@Ag cores-shell/GQDs ink/glove	trifluralina	0,010	MAHMOUDPOUR et al., 2021
GQDs/IL-SPCE	ácido ascórbico, dopamina e ácido úrico	6,64, 0,06 e 0,03	KUNPATEE et al., 2020
GQDs@La ³⁺ @ZrO ₂ / GCE	flutamida	0,00082	TRINADH et al., 2020
MIP/GQDs-PtNPs/ GCE	sulfadimidina	0,000023	ZHANG et al., 2020
TiO ₂ .PCV.GQDs	Cr(VI)	0,04	BAKHSHANDEH et al., 2022
NH ₂ -GQDs/Au- β -CD/ GCE	quercetina	0,000285	ZHOU et al., 2020
Co ₃ O ₄ @N-CNTs/NH ₂ -GQDs/ GCE	luteolina	0,0001	HU et al., 2022
Au/Nafion-GQDs-Cu	creatinina	1,0	PEDROZO-PENAFIEL et al., 2020
(mag@MIP)-GQDsFG-NF/SPE	etinilestradiol	0,0026	SANTOS et al., 2021
GQDs/SPE	dietilestilbestrol	0,0088	GEVAERD et al., 2019

GQDs-MWCNTs/ GCE	dopamina	0,0087	HUANG et al., 2020
GQDs-quitosana/CPE	epinefrina	0,003	TASHKHOURIAN; NAMIANA; SHAMSIPUR, 2018
GQDs-MIPs-GNPs/ GCE	metronidazol	0,00052	ENSAFI; NASRESFAHANI; REZAEI, 2018
MIP- GQDs-hNiNS/ GCE	bisfenol S	0,03	RAO et al., 2018

*GQD(s):Quantum dots de grafeno; Parg: poliarginina; GCE: Eletrodo de carbono vítreo; Ch: colina; AuNPs: nanopartículas de ouro; CFME: microeletrodo de fibra de carbono; DES:solvente eutético; MWCNTs-COOH: nanotubos de carbono de paredes múltiplas funcionalizado; poly-BIBID: 4-(1H-benzimidazol-2-il)benzeno-1,2-diol; 2CBF: 2-clorobenzoil ferroceno; IL: líquido iônico; CPE: eletrodo de pasta de carbono; EHP: hexápodes estendidos; NF: Nafion; glove: luva; SPCE: Eletrodo impresso de carbono; MIP: polímero molecularmente impresso; PtNPs: nanopartículas de platina; PCV: Violeta de pirocatecol; FG: grafeno funcionalizado;.

MAHMOUDPOUR et al. (2021) reportaram o desenvolvimento de um eletrodo flexível usando como substrato uma luva de borracha modificada com uma nano tinta de “*core-shell*” de Au@Ag e GQDs. Este sensor foi acoplado a um potenciostato portátil e usado na detecção e quantificação do herbicida trifluralina em amostras de maçã.

HU et al. (2022) desenvolveram um sensor eletroquímico ultrasensível para o antioxidante luteolina, utilizando um GCE modificado com imidazolato zeolítico (ZIF)-derivado de cobalto trióxido, nanotubos de carbono (NTCs) dopado com nitrogênio e GQDs amino funcionalizados. O sensor foi utilizado na determinação da luteolina em amostras de extratos de extratos de crisântemo.

GEVAERD et al. (2019) construíram um sensor eletroquímico utilizando um eletrodo impresso de carbono (SPE) modificado com GQDs (GQDs/SPE) para a determinação do hormônio dietilestilbestrol (DES). De acordo com os autores, após a modificação do SPE com os GQDs houve um aumento significativo nas intensidades de I_p anódica (I_{pa}) e catódica (I_{pc}) para o processo redox do DES. Os estudos de impedância eletroquímica também demonstraram que houve uma melhora na velocidade de transferência de elétrons.

HUANG et al. (2020) reportaram o desenvolvimento de um sensor eletroquímico utilizando um GCE modificado com um nanocompósito de nanotubos de carbono de paredes múltiplas (MWCNTs) e GQDs, empregando o método *casting*. Subsequentemente, o sensor eletroquímico desenvolvido foi utilizado na determinação do neurotransmissor dopamina (DOP). A modificação com o nanocompósito proporciona interações entre a DOP e os grupos aniônicos dos GQDs e com as ligações π conjugadas dos GQDs-MWCNTs, proporcionando maior eficiência no processo eletrocatalítico para a detecção da DOP.

TASHKHOURIAN; NAMI-ANA; SHAMSIPUR (2018), construíram um eletrodo de pasta de carbono (CPE) modificado com GQDs e quitosana (GQDs-quitosana/CPE) utilizado como agente estabilizante. O sensor eletroquímico foi utilizado na detecção do neurotransmissor epinefrina. As caracterizações eletroquímicas demonstraram um aumento no valor de I_{pa} e um deslocamento do potencial de pico (E_p) para valores menos positivos, quando comparado ao CPE não modificado. Segundo os autores, estes resultados indicam uma interação eletrostática favorável entre os grupos aniônicos dos GQDs e os grupos funcionais de amina presentes na epinefrina, além de uma maior condutividade e área superficial.

ARAB et al. (2020) utilizaram os GQDs na preparação de um nanocompósito de MWCNTs funcionalizados com grupos carboxilas (MWCNTs-COOH) e o solvente eutético profundo (GQDs-DES-MWCNTs-COOH). Posteriormente, a suspensão do nanocompósito foi utilizada na modificação de um GCE e, em seguida, realizou-se uma eletropolimerização do aminoácido L-arginina na superfície deste eletrodo modificado. (GQDs-DES-MWCNTs-COOH/GCE). Este foi utilizado para a determinação do anti-inflamatório paracetamol (PAR) e do produto primário da sua oxidação, 4-aminofenol. De acordo com os autores, os GQDs proporcionaram um aumento na área superficial, além de um valor de I_{pa} 2 vezes maior comparado ao eletrodo de GCE sem modificação.

No trabalho proposto por ENSAFI; NASR-ESFAHANI; REZAEI, (2018), um polímero molecularmente impresso foi depositado sob a superfície dos GQDs empregando o método sol-gel, subsequentemente, a suspensão deste material foi utilizada na modificação, via “*drop casting*”, de um GCE previamente modificado com nanoplaquetas de grafeno (GQDs-MIPs-GNPs/GCE). O sensor eletroquímico foi utilizado na determinação do antibiótico metronidazol.

SANTOS et al. (2021) reportaram o desenvolvimento de um sensor eletroquímico baseado em SPE modificado com grafeno funcionalizado, GQDs e nanopartículas magnéticas de Fe_2O_3 revestidas com um polímero molecularmente impresso ($Fe_2O_3@MIP$ - GQDs-FG/SPE) para a determinação do hormônio sintético 17- α -etinilestradiol.

RAO et al. (2018) desenvolveram um sensor eletroquímico para o composto fenólico bisfenol S, empregando um GCE modificado com GQDs revestidos com nanoesferas ocas de níquel (hNiNS), o qual foi submetido, posteriormente, a um processo de eletropolimerização para a formação de um polímero molecularmente impresso, utilizando polipirrol como monômero (MIP- GQDs-hNiNS/GCE). O comportamento eletroquímico do sensor foi avaliado e os resultados demonstraram um aumento nas intensidades de I_{pa} obtidas para oxidação do bisfenol S.

Assim, é possível observar um avanço crescente em pesquisas envolvendo o desenvolvimento de sensores eletroquímicos utilizando GQDs, os quais, em geral, proporcionam um aumento na condutividade e área superficial dos sensores e, conseqüentemente, uma melhora na sensibilidade dos métodos analíticos (FARIDBOD; SANATI, 2018).

Conclusão

GQDs é um novo tipo de nanomaterial de carbono que tem atraído grande interesse nas mais diversas áreas. Existem inúmeros métodos de síntese, porém ainda há possibilidades para o desenvolvimento de métodos de menor custo, alto rendimento e qualidade.

Quando comparado ao grafeno, os GQDs apresentam maior área superficial e mais sítios ativos em sua superfície. Suas propriedades eletrônicas e ópticas dependem do formato, tamanho e das terminações funcionais em sua borda. O confinamento quântico e o efeito de borda influenciam, significativamente, na velocidade de transporte de elétron, fornecendo a este material excelente condutividade. Além disso, a facilidade na funcionalização dos GQDs e a possibilidade de combinação com outros materiais, formando compósitos, podem aumentar a velocidade de transferência de elétrons e torná-lo ainda mais eficiente na construção de sensores eletroquímicos para a quantificação de substâncias de interesse em diferentes tipos de amostra, tais como amostras ambientais, biológicas, alimentícias, entre outras.

O desenvolvimento de sensores eletroquímicos utilizando diferentes materiais vem crescendo de forma significativa nos últimos anos, principalmente, no âmbito de dispositivos miniaturizados e portáteis, os quais ainda são um grande desafio para os cientistas. Neste sentido, os GQDs com suas propriedades singulares, certamente, terão papel importante nestes trabalhos.

Agradecimentos

Ao CNPq (Projeto CNPq- 307505/2021-9), à Fundação Araucária (243/2022-PBA) e à CAPES.

Referências Bibliográficas

ARAB, N. et al. An amplified electrochemical sensor employing a polymeric film and graphene quantum dots/multiwall carbon nanotubes in a deep eutectic solvent for sensitive analysis of paracetamol and 4-aminophenol. **New Journal of Chemistry**, v. 44, n. 36, p. 15742–15751, 2020.

ARUMUGASAMY, S. K. et al. Electrochemical sensor for detecting dopamine using graphene quantum dots incorporated with multiwall carbon nanotubes. **Applied**

Surface Science, v. 508, n. 145294, p. 1-8, 2020.

ASHRAF, G. et al. Facet-energy inspired metal oxide extended hexapods decorated with graphene quantum dots: sensitive detection of bisphenol A in live cells.

Nanoscale, v.12, n. 16, p. 9014-9023, 2020.

BAGHERI, Z. et al. New insight into the concept of carbonization degree in synthesis of carbon dots to achieve facile smartphone based sensing platform. **Scientific Reports**, v. 7, n. 1, p. 1–11, 2017.

BAKHSCHANDEH, F. et al. TiO₂ Nanoparticles Co-Sensitized with Graphene Quantum Dots and Pyrocatechol Violet for Photoelectrochemical Detection of Cr (VI). **Journal of The Electrochemical Society**, 2022.

BEARD, M. C. et al. Third generation photovoltaics based on multiple exciton generation in quantum confined semiconductors. **Accounts of Chemical Research**, v. 46, n. 6, p. 1252–1260, 2013.

BENÍTEZ-MARTÍNEZ, S.; VALCÁRCEL, M. Graphene quantum dots as sensor for phenols in olive oil. **Sensors and Actuators, B: Chemical**, v. 197, p. 350–357, 2014.

BERA, D. et al. Quantum dots and their multimodal applications: A review. **Materials**, v. 3, n. 4, p. 2260–2345, 2010.

BIAN, S. et al. Facile synthesis of sulfur-doped graphene quantum dots as fluorescent sensing probes for Ag⁺ ions detection. **Sensors and Actuators, B: Chemical**, v. 242, p. 231–237, 2017.

BRADLEY, S. J. et al. Heterogeneity in the fluorescence of graphene and graphene oxide quantum dots. **Microchimica Acta**, v. 184, n. 3, p. 871–878, 2017.

CHEN, C. et al. Highly fluorescent nitrogen and sulfur co-doped graphene quantum dots for an inner filter effect-based cyanide sensor. **Sensors and Actuators, B: Chemical**, v. 241, p. 779–788, 2017.

CHEN, W. et al. Synthesis and applications of graphene quantum dots: A review. **Nanotechnology Reviews**, v. 7, n. 2, p. 157–185, 2018.

DONG, Y. et al. Blue luminescent graphene quantum dots and graphene oxide prepared by tuning the carbonization degree of citric acid. **Carbon**, v. 50, n. 12, p. 4738–4743, 2012.

DUAN, M. et al. A Highly Sensitive Cefotaxime Electrochemical Detection Technique Based on Graphene Quantum Dots. **International Journal of Electrochemical Science**, v. 17, n. 220729, p. 1-11, 2022.

ENSAFI, A. A.; NASR-ESFAHANI, P.; REZAEI, B. Metronidazole determination with an extremely sensitive and selective electrochemical sensor based on graphene nanoplatelets and molecularly imprinted polymers on graphene quantum dots. **Sensors and Actuators, B: Chemical**, v. 270, p. 192–199, 2018.

- FACURE, M. H. M. et al. A review on graphene quantum dots and their nanocomposites: From laboratory synthesis towards agricultural and environmental applications. **Environmental Science: Nano**, v. 7, n. 12, p. 3710–3734, 2020.
- FACURE, M. H. M. et al. Graphene Quantum Dots-Based Nanocomposites Applied in Electrochemical Sensors: A Recent Survey. **Electrochem**, v. 2, p. 490-519, 2021.
- FARIDBOD, F.; SANATI, A. L. Graphene Quantum Dots in Electrochemical Sensors/Biosensors. **Current Analytical Chemistry**, v. 15, n. 2, p. 103–123, 2018.
- GEVAERD, A. et al. Graphene Quantum Dots Modified Screen-printed Electrodes as Electroanalytical Sensing Platform for Diethylstilbestrol. **Electroanalysis**, v. 31, n. 5, p. 838–843, 2019.
- GHAFFARKHAH A. et al. Synthesis, Applications, and Prospects of Graphene Quantum Dots: A Comprehensive Review. **Small**, 18, 2102683, 1-48, 2022.
- GOODWIN, H. et al. Multiple exciton generation in quantum dot-based solar cells. **Nanophotonics**, v. 7, n. 1, p. 111–126, 2018.
- GUPTA, V. K. et al. Synthesis of CdSe quantum dots decorated SnO₂ nanotubes as anode for photo-assisted electrochemical degradation of hydrochlorothiazide: Kinetic
- HASANPOUR, F. et al. Application of electrocatalytic effects of a newly synthesized monomer and graphene quantum dots to modify glassy carbon microelectrode as a sensor for determination of riluzole. **Bulletin of Materials Science**, v. 45, n. 129, p. 1-6, 2022.
- HU, Y. et al. Ultrasensitive luteolin electrochemical sensor based on zeolitic imidazolate frameworks-derived trioxide @ nitrogen doped carbon nanotube/amino-functionalized graphene quantum dots composites modified glass carbon electrode. **Sensors and Actuators B: Chemical**, v. 351, p. 130938, 2022.
- HUANG, Q. et al. Graphene Quantum Dots/Multiwalled Carbon Nanotubes Composite-Based Electrochemical Sensor for Detecting Dopamine Release from Living Cells. **ACS Sustainable Chemistry & Engineering**, v. 8, n. 3, p. 1644-1650, 2020.
- HUANG, Z. et al. Low cost and large scale synthesis of PbS quantum dots with hybrid surface passivation. **CrystEngComm**, v. 19, n. 6, p. 946–951, 2017.
- JAHANI, P. M. et al. Graphene quantum dots/ionic liquid-modified carbon paste electrode-based sensor for simultaneous voltammetric determination of norepinephrine and acetylcholine. **Int. J. Electrochem. Sci**, v. 15, n. 1, p. 947-958, 2020.
- JAHANI, P. M. Electrocatalytic determination of levodopa in presence of cabergoline using carbon paste electrode modified with graphene quantum dots/2-chlorobenzoyl ferrocene/ionic liquid. **Journal of Electrochemical Science and Engineering**, v. 12, n. 1, p. 81-90, 2022.

KARGOZAR, S. et al. Quantum Dots: A Review from Concept to Clinic. **Biotechnology Journal**, v. 15, n. 12, p. 1–18, 2020.

KUMAR, Y. R. et al. Graphene quantum dot based materials for sensing, bio-imaging and energy storage applications: a review. **RSC Advances**, v. 10, n. 40, p. 23861–23898, 2020.

KUNPATEE, K. et al. Simultaneous determination of ascorbic acid, dopamine, and uric acid using graphene quantum dots/ionic liquid modified screen-printed carbon electrode. **Sensors and Actuators B: Chemical**, v. 314, p. 128059, 2020.

LAI, S. et al. Mechanisms behind excitation- and concentration-dependent multicolor photoluminescence in graphene quantum dots. **Nanoscale**, v. 12, n. 2, p. 591–601, 2020.

LI, L. et al. Quantitative detection of nitrite with N-doped graphene quantum dots decorated N-doped carbon nanofibers composite-based electrochemical sensor. **Sensors and Actuators, B: Chemical**, v. 252, p. 17–23, 2017a.

LI, Y. et al. Electrochemical synthesis of phosphorus-doped graphene quantum dots for free radical scavenging. **Physical Chemistry Chemical Physics**, v. 19, n. 18, p. 11631–11638, 2017b.

LIU, F. et al. Gram-scale synthesis of high-purity graphene quantum dots with multicolor photoluminescence. **RSC Advances**, v. 5, n. 125, p. 103428–103432, 2015.

LIU, W. et al. Graphene Quantum Dots-Based Advanced Electrode Materials: Design, Synthesis and Their Applications in Electrochemical Energy Storage and Electrocatalysis. **Advanced Energy Materials**, v. 10, n. 29, p. 1–49, 2020a.

LIU, Z. et al. Micro-light-emitting diodes with quantum dots in display technology. **Light: Science and Applications**, v. 9, n. 1, p. 1–23, 2020b.

LU, H. et al. N-Type PbSe Quantum Dots via Post-Synthetic Indium Doping. **Journal of the American Chemical Society**, v. 140, n. 42, p. 13753–13763, 2018.

LUK, C. M. et al. An efficient and stable fluorescent graphene quantum dot-agar composite as a converting material in white light emitting diodes. **Journal of Materials Chemistry**, v. 22, n. 42, p. 22378–22381, 2012.

MAHMOUDPOUR, M. et al. A stretchable glove sensor toward rapid monitoring of trifluralin: a new platform for the on-site recognition of herbicides based on wearable flexible sensor technology using lab-on-glove. **Journal of Molecular Recognition**, v. 34, n. 10, p. e2923, 2021.

NAGHSHBANDI, Z. et al. A novel synthesis of magnetic and photoluminescent graphene quantum dots/MFe₂O₄ (M = Ni, Co) nanocomposites for catalytic application. **Applied Surface Science**, v. 443, p. 484–491, 2018.

NEIKOV, O. D.; YEFIMOV, N. A. **Nanopowders**. 2. ed. [s.l.] Elsevier Ltd., 2019.

PEDROZO-PENAFIEL, Marlin J. et al. Voltammetric determination of creatinine using a gold electrode modified with Nafion mixed with graphene quantum dots-copper. **Journal of Electroanalytical Chemistry**, v. 878, p. 114561, 2020.

PIZARRO, J. et al. Inexpensive and green electrochemical sensor for the determination of Cd (II) and Pb (II) by square wave anodic stripping voltammetry in bivalve mollusks. **Food chemistry**, v. 321, p. 126682, 2020.

RAHIMI, K.; YAZDANI, A. Ethanol-sensitive nearly aligned ZnO nanorod thin films covered by graphene quantum dots. **Materials Letters**, v. 228, n. 3, p. 65–67, 2018.

RAO, H. et al. A novel molecularly imprinted electrochemical sensor based on graphene quantum dots coated on hollow nickel nanospheres with high sensitivity and selectivity for the rapid determination of bisphenol S. **Biosensors and Bioelectronics**, v. 100, p. 341–347, 2018.

SAMSUNG, N. **Why Are Quantum Dot Displays So Good?** Disponível em: <<https://news.samsung.com/global/why-are-quantum-dot-displays-so-good>>. Acesso em: 17 mar. 2021.

SANTOS, A. M. et al. Voltammetric determination of ethinylestradiol using screen-printed electrode modified with functionalized graphene, graphene quantum dots and magnetic nanoparticles coated with molecularly imprinted polymers. **Talanta**, v. 224, 121804, 2021.

SHEN et al. A Critical Review of Graphene Quantum Dots: Synthesis and Application in Biosensors. **NANO: Brief Reports and Reviews**, v. 16, n. 1, 2130001, 2021.

SU, J. et al. Preparation of graphene quantum dots with high quantum yield by a facile one-step method and applications for cell imaging. **Materials Letters**, v. 271, p. 127806, 2020.

SUMANTH KUMAR, D.; JAI KUMAR, B.; MAHESH, H. M. **Quantum Nanostructures (QDs): An Overview**. [s.l.] Elsevier Ltd., 2018.

SURANA, K. et al. Synthesis, characterization and application of CdSe quantum dots. **Journal of Industrial and Engineering Chemistry**, v. 20, n. 6, p. 4188–4193, 2014.

TAJIK, S. et al. Carbon and graphene quantum dots: A review on syntheses, characterization, biological and sensing applications for neurotransmitter determination. **RSC Advances**, v. 10, n. 26, p. 15406–15429, 2020.

TASHKHOURIAN, J.; NAMI-ANA, S. F.; SHAMSIPUR, M. Designing a modified electrode based on graphene quantum dot-chitosan application to electrochemical detection of epinephrine. **Journal of Molecular Liquids**, v. 266, p. 548–556, 2018.

TRINADH, T. et al. Synthesis and characterization of nanocomposite material based on graphene quantum dots and lanthanum doped zirconia nanoparticles: An electrochemical sensing application towards flutamide in urine samples. **Diamond and Related Materials**, v. 110, p. 108143, 2020.

YANG, L. et al. A novel graphene quantum dots/choline chloride/gold nanoparticles-modified carbon fiber microelectrode for sensitive and selective determination of dopamine in the presence of a high concentration of ascorbic acid. **Journal of Electroanalytical Chemistry**, v. 895, p. 115512, 2021.

YAO, M. et al. Transforming glucose into fluorescent graphene quantum dots: Via microwave radiation for sensitive detection of Al³⁺ ions based on aggregation-induced enhanced emission. **Analyst**, v. 145, n. 21, p. 6981–6986, 2020.

ZENG, Z. et al. Graphene Oxide Quantum Dots Covalently Functionalized PVDF Membrane with Significantly-Enhanced Bactericidal and Antibiofouling Performances. **Scientific Reports**, v. 6, n. February, p. 1–11, 2016.

ZHANG, R. et al. Electrochemiluminescence of nitrogen- and sulfur-doped graphene quantum dots. **Carbon**, v. 129, p. 45–53, 2018.

ZHANG, L. et al. Theoretical and experimental studies of a novel electrochemical sensor based on molecularly imprinted polymer and GQDs-PtNPs nanocomposite. **Microchemical Journal**, v. 158, p. 105196, 2020.

ZHAO, X. et al. High-performance Li-ion batteries based on graphene quantum dot wrapped carbon nanotube hybrid anodes. **Nano Research**, v. 13, n. 4, p. 1044–1052, 2020.

ZHOU, Z. et al. Ultra-sensitive amperometric determination of quercetin by using a glassy carbon electrode modified with a nanocomposite prepared from aminated graphene quantum dots, thiolated β -cyclodextrin and gold nanoparticles. **Microchimica Acta**, v. 187, n. 2, pág. 1-9 de 2020.

ZHU, S. et al. The photoluminescence mechanism in carbon dots (graphene quantum dots, carbon nanodots, and polymer dots): current state and future perspective. **Nano Research**, v. 8, n. 2, p. 355–381, 2015.

ZHU, S. et al. Photoluminescence mechanism in graphene quantum dots: Quantum confinement effect and surface/edge state. **Nano Today**, v. 13, p. 10–14, 2017.

Capítulo 4
MATEMÁTICA CURIOSA E DIVERTIDA NA
COLEÇÃO DE ARITMÉTICAS DA SÉRIE
CONCÓRDIA PUBLICADAS NA DÉCADA DE 1940
Malcus Cassiano Kuhn

MATEMÁTICA CURIOSA E DIVERTIDA NA COLEÇÃO DE ARITMÉTICAS DA SÉRIE CONCÓRDIA PUBLICADAS NA DÉCADA DE 1940

Malcus Cassiano Kuhn

*Professor do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Sul-rio-grandense
– IFSul Câmpus Lajeado/RS. Líder do Grupo de Pesquisa Estratégias de Ensino
para Educação Básica e Profissional. Doutor em Ensino de Ciências e Matemática
pela Universidade Luterana do Brasil – ULBRA/RS.
E-mail: malcuskuhn@ifsul.edu.br*

Resumo

O tema deste texto está inserido na História da Educação Matemática no Rio Grande do Sul, na primeira metade do século XX. Tem por objetivo apresentar curiosidades e desafios matemáticos encontrados nas aritméticas da série Concórdia, editadas pela Igreja Luterana, na década de 1940, para suas escolas paroquiais, no Rio Grande do Sul. Em 1900, o Sínodo de Missouri, hoje Igreja Evangélica Luterana do Brasil, iniciou missão nas colônias alemãs gaúchas, fundando congregações religiosas e escolas paroquiais. Essas escolas estavam inseridas num projeto comunitário e missionário que buscava ensinar a língua materna, matemática, valores culturais, sociais e, principalmente, religiosos. Baseando-se na pesquisa histórica, analisaram-se as edições da Primeira, Segunda e Terceira Aritmética, identificando-se curiosidades e desafios envolvendo: construção do significado de número até 10, quadrados mágicos, meses do ano, provas reais para as quatro operações elementares com números naturais, a prova dos 9 fora, exercícios de raciocínio lógico, contas curiosas e tabuada com frações. Embora algumas destas curiosidades e desafios estejam alicerçados no método de ensino intuitivo, os mesmos refletem a tradição pedagógica da memorização, destacando-se algoritmos e procedimentos de cálculos escritos e mentais, considerados fundamentais para que os futuros colonos fizessem a correta administração do orçamento familiar e o gerenciamento da sua propriedade rural.

Palavras-chave: Curiosidades. Desafios Matemáticos. Série Concórdia. Ensino da Matemática. Escolas Paroquiais Luteranas Gaúchas.

Abstract

The theme of this text is inserted in the History of Mathematics Education in Rio Grande do Sul, in the first half of the 20th century. It aims to present curiosities and mathematical challenges found in the arithmetic of the Concordia series, edited by the Lutheran Church, in the 1940s, for their parochial schools in Rio Grande do Sul. In 1900, the Missouri Synod, today Evangelical Lutheran Church of Brazil, began mission in gaucho German colonies, founding religious congregations and parochial schools. These schools were included in a missionary and community project that sought to

teach the mother tongue, mathematics, cultural, social and especially religious values. Basing on historical research, analyzed the editions of the First, Second and Third Arithmetic, identifying curiosities and challenges involving: construction of the meaning of number until 10, magic squares, months of the year, real proofs for the four elementary operations with natural numbers, the proof of 9 out, logical reasoning exercises, curious counts and multiplication tables with fractions. Although some of these curiosities and challenges are grounded in the intuitive teaching method, they reflect the pedagogical tradition of the memorization, highlighting algorithms and procedures of written and mental calculations, considered fundamental for that future colonists would did the correct administration of the family budget and the management of his rural property.

Keywords: Curiosities. Mathematical Challenges. Concordia Series. Mathematics Teaching. Gaucho Lutheran Parochial Schools.

INTRODUÇÃO

O presente texto tem por objetivo apresentar curiosidades e desafios matemáticos encontrados nas edições da Primeira, Segunda e Terceira Aritmética, integrantes da série Concórdia, editadas pela Igreja Luterana na década de 1940, para suas escolas no Rio Grande do Sul – RS. Trata-se de um recorte de tese, complementado por pesquisas realizadas durante o estágio Pós-doutoral em um Programa de Pós-Graduação.

O movimento migratório no RS tem sido objeto de investigações. No âmbito da História da Educação no RS, os trabalhos de Kreutz (1991, 1994), Rambo (1994), Lemke (2001) e Weiduschadt (2007) são destaques. Na História da Educação Matemática no estado gaúcho, destacam-se as pesquisas de Mauro (2005), Wanderer (2007), Kuhn (2015), Britto (2016), Kuhn e Bayer (2017) e Britto, Bayer e Kuhn (2020).

Conforme Prost (2008), os fatos históricos são constituídos a partir de traços deixados no presente pelo passado. Assim, a tarefa do historiador consiste em efetuar um trabalho sobre esses traços para construir os fatos. Como a temática investigada se insere na História da Educação Matemática no RS, busca-se na pesquisa histórica o suporte para discussão. Certeau (1982) define o fazer história, no sentido de pensar a história como uma produção. Para o autor, a história, como uma produção escrita, tem a tripla tarefa de convocar o passado que já não está em um discurso presente, mostrar as competências do historiador (dono das fontes) e convencer o leitor. O trabalho do historiador, de acordo com Certeau (1982), é fazer um diálogo constante

do presente com o passado, e o produto desse diálogo consiste na transformação de objetos naturais em cultura.

Chervel (1990) considera importante o estudo histórico da cultura escolar para a compreensão dos elementos que participam da produção/elaboração/constituição dos saberes escolares e, em particular, da matemática escolar e sua história. Julia (2001) define a cultura escolar como um conjunto de normas que estabelecem conhecimentos a ensinar e condutas a inspirar, e um conjunto de práticas que permitem a transmissão desses conhecimentos e a incorporação desses comportamentos. De acordo com Valente (2007), pensar os saberes escolares como elementos da cultura escolar, realizar o estudo histórico da matemática escolar, exige que se devam considerar os produtos dessa cultura no ensino de matemática, que deixaram traços que permitem o seu estudo, como as aritméticas da série Concórdia, principais fontes documentais desta investigação.

Precedendo a discussão das curiosidades e dos desafios matemáticos encontrados nas aritméticas da série Concórdia, apresenta-se uma breve caracterização das escolas paroquiais luteranas gaúchas do século passado.

AS ESCOLAS PAROQUIAIS LUTERANAS GAÚCHAS DO SÉCULO XX

No Brasil, os princípios cristãos de Lutero, se fizeram presentes, a partir de 1824, com a vinda das ideias luteranas através dos primeiros imigrantes alemães. Lutero traçou princípios gerais sobre a educação, os quais se fundamentaram na Bíblia. “A premissa fundamental é de que a Bíblia ensina que Deus criou o universo e mantém, governa e sustenta toda a criação, sendo o homem a obra máxima da criação” (LEMKE, 2001, p. 34).

Nesta perspectiva luterana, o Sínodo Evangélico Luterano Alemão de Missouri¹, hoje Igreja Evangélica Luterana do Brasil – IELB, iniciou missão nas colônias alemãs do RS, em 1900, fundando congregações religiosas e escolas paroquiais. Para o Sínodo de Missouri era necessário consolidar um campo religioso e fortalecê-lo investindo na escola, influenciando o campo familiar dos seus possíveis fiéis. Por isso, os egressos das escolas paroquiais luteranas gaúchas tinham amplo

¹ Em 1847, um grupo de imigrantes luteranos alemães da Saxônia fundou no estado de Missouri (EUA), o Sínodo Evangélico Luterano Alemão de Missouri, Ohio e Outros Estados, atualmente Igreja Luterana - Sínodo de Missouri.

conhecimento da Bíblia e uma formação consistente de crenças e valores cristãos tradicionais que enfatizavam a importância do relacionamento com Deus e com outras pessoas.

De acordo com Kuhn (2015), as escolas paroquiais luteranas estavam inseridas num projeto missionário e comunitário que buscava ensinar a língua materna, matemática, valores culturais, sociais e, principalmente, religiosos. Tinham uma responsabilidade para com a comunidade no sentido de, junto e com ela, promover o crescimento e o desenvolvimento pessoal de todos que a compõe, focando a cidadania. Se a escola formasse o ser humano com postura ética e moral exemplar, este poderia promover transformações sólidas em seu contexto social e seria um verdadeiro colaborador na seara de Deus e para o governo do mundo. As escolas paroquiais luteranas gaúchas foram assim caracterizadas por Weiduschadt (2007):

As escolas eram organizadas de forma multisseriada. As turmas eram compostas de 20 a 40 alunos. Na maioria das vezes, o pastor da comunidade era, ao mesmo tempo, professor. A comunidade sustentava a estrutura física e mantinham o professor da escola. O prédio era muitas vezes o mesmo local do templo. O projeto escolar dentro da comunidade religiosa era marcante, a orientação e a obrigação de os pais enviarem os filhos à escola eram quase obrigatórias, com sanções econômicas e morais, caso não concordassem. (WEIDUSCHADT, 2007, p. 166-168).

O Sínodo de Missouri também tinha uma preocupação acentuada em relação aos recursos didáticos usados nas escolas paroquiais, pois este material era escasso e a dificuldade era grande em manter um ensino planejado e organizado. De acordo com Weiduschadt (2007, p. 41), “os livros usados nas escolas paroquiais e utilizados pelos alunos foram produzidos pelas instituições religiosas com objetivo de formar e moldar as condutas e as práticas ao fazer a escolarização das comunidades”. Assim, por meio dos livros didáticos, como as aritméticas da série Concórdia, as escolas paroquiais luteranas gaúchas conseguiram desenvolver uma educação integral cristã em todas as disciplinas.

AS ARITMÉTICAS DA SÉRIE CONCÓRDIA

Conforme Kuhn (2015), o ensino da matemática, nos primeiros anos de escolarização nas escolas paroquiais luteranas gaúchas do século passado, priorizava os números naturais, os sistemas de medidas, as frações e os números

decimais, complementando-se com a matemática comercial e financeira e a geometria. O ensino da matemática deveria acontecer de forma prática e articulada com as necessidades dos futuros agricultores, observando-se a doutrina luterana. Esta aparece e é reforçada nas aritméticas da série Concórdia através de exercícios e de problemas associados com operações comerciais (cálculo correto do troco) e com as quatro operações elementares (provas reais). Com este tipo de atividades, os autores das aritméticas esperavam que os alunos das escolas paroquiais preservassem valores, como a verdade e a honestidade, visando uma atuação consciente e responsável para sua subsistência e procurando o bem do próximo e da sociedade de acordo com a vontade de Deus.

Nas escolas paroquiais luteranas do RS se dava ênfase aos *Kopfrechnungen* (cálculos feitos mentalmente), já que na vida agrícola a pessoa teria que calcular, com frequência, sem ter o papel e lápis à mão. O próprio título de um dos manuais usados nesta disciplina, o *Praktische Rechenschule* (o ensino prático da matemática), de Otto Büchler², reflete este entendimento. Até aproximadamente 1932, predominava o ensino tradicional no Brasil. De 1932 até 1960, os alunos sofreram influências do evolucionismo e do pragmatismo, período denominado de Escola Nova.

Os primeiros 30 anos de existência das escolas paroquiais luteranas no RS foram marcados pela carência de materiais didáticos e progressiva adoção dos quatro manuais de Büchler, tanto em alemão, quanto em português, para as aulas de matemática. No periódico *Unsere Schule*³ (ago. 1933, p. 6, tradução nossa), afirma-se que “os livros de aritmética de Büchler (editora Rotermund)⁴ são usados na maioria das nossas escolas e que a mesma editora lançou recentemente um novo manual: meu livro de contas, por W. Nast e L. Tochtrop”. Na mesma edição, aponta-se a necessidade de uma edição com princípios morais e educacionais missourianos, uso de princípios pedagógicos modernos e adaptada às condições nacionais, pois o processo de nacionalização do ensino⁵ estava em curso.

² Otto Büchler foi autor de livros de aritmética utilizados nas escolas teuto-brasileiras do século XX.

³ Na década de 1930, a IELB começou a publicar um periódico pedagógico dirigido às escolas paroquiais, chamado *Unsere Schule* (Nossa Escola), predominando informações e artigos escritos em alemão.

⁴ A editora Rotermund, de São Leopoldo, editava e publicava o material didático relacionado ao Sínodo Rio-Grandense (Igreja Evangélica de Confissão Luterana no Brasil – IECLB).

⁵ Uma série de decretos dos governos estadual e federal, emitidos no final da década de 1930, disciplinaram a licença de professores e o material didático a ser usado nas escolas, tornaram o idioma nacional obrigatório (português) para a instrução e prescreveram a formação cívica brasileira.

Por isso, o Sínodo de Missouri começou a produzir seus próprios livros de aritmética na década de 1930. A Casa Publicadora Concórdia⁶ de Porto Alegre editou e publicou o material didático específico para as escolas paroquiais luteranas. Para as aulas de matemática, foram publicadas duas séries: a série Ordem e Progresso, lançada na década de 1930, pela divulgação feita no periódico *Unsere Schule*, e a série Concórdia, lançada na década de 1940.

A série Ordem e Progresso e a série Concórdia contém três aritméticas voltadas para o ensino da matemática nos primeiros anos de escolarização. No Instituto Histórico da IELB, em Porto Alegre, localizaram-se a Primeira e a Terceira Aritmética da série Ordem e Progresso, além de uma edição da Primeira Aritmética, duas edições da Segunda Aritmética e uma edição da Terceira Aritmética da série Concórdia.

Neste texto se realiza a discussão de curiosidades e desafios matemáticos encontrados nas aritméticas da série Concórdia, apresentadas no Quadro 1, tendo como base teórico-metodológica a pesquisa histórica.

Quadro 1 - Aritméticas analisadas

Obra	Data	Autor	Páginas
Primeira Aritmética	[194-]	Otto A. Goerl ⁷	68
Segunda Aritmética	[194-]	Otto A. Goerl	84
Segunda Aritmética	1948	Sem autoria declarada	96
Terceira Aritmética	1949	Sem autoria declarada	143

Fonte: Série Concórdia.

Observa-se, no Quadro 1, que duas aritméticas possuem autoria declarada, um professor paroquial, e sobre os autores das demais obras não se obteve informações. Verifica-se que o número de páginas de cada aritmética aumenta conforme o nível de escolarização primária. Não se pode informar a quantidade de exemplares publicados em cada edição, pois esta informação não foi encontrada. Ressalta-se que as aritméticas da série Concórdia foram editadas com base em princípios morais e educacionais idealizados pela IELB.

⁶ Fundada em 1923, publicava livros e periódicos relacionados à literatura religiosa e escolar da IELB. Foi a primeira e a única redatora da IELB, existente até os dias atuais. Antes de sua fundação, os livros e periódicos eram impressos pela *Concordia Publishing House*, nos Estados Unidos, e enviados ao Brasil.

⁷ O gaúcho Otto Adolpho Goerl (1905-1998) se formou no Seminário Concórdia (Instituto pedagógico-teológico que atuou na formação de pastores e professores paroquiais para IELB), em 1925, e foi ordenado pastor em 1926. Além de pastor, foi professor paroquial, professor e diretor do Seminário Concórdia. Autor de livros para o ensino de aritmética e leitura nas escolas paroquiais luteranas.

CURIOSIDADES E DESAFIOS MATEMÁTICOS NAS ARITMÉTICAS ANALISADAS

A Primeira Aritmética da série Concórdia aborda os números até 100. Exploram-se as operações de adição, subtração, multiplicação e divisão, e a pequena tabuada. O autor dessa aritmética dá maior ênfase para o método intuitivo em suas propostas de ensino, mas também traz atividades que enfatizam a memorização. O estudo da numeração até 10 é proposto de forma intuitiva pelo autor, associando-se quantidades de animais, pessoas ou objetos à representação simbólica do número, seguida de cálculos que envolvem as operações de adição ou subtração até 10. A Figura 1 ilustra a proposta de estudo para o número 6:



Fonte: Goerl, [194-a], p. 15.

Observa-se que o autor emprega o método de ensino intuitivo para construção do conceito de número, associando o número 6 com a representação de 6 cachorros, propondo a contagem de 6 dedos, 6 lápis e 6 alunos, além de envolver a unidade de medida dúzia. Empregando o método de ensino intuitivo, o autor esperava que os alunos das escolas paroquiais luteranas gaúchas se apropriassem do significado de número.

A Segunda Aritmética de Goerl [194-b] está dividida em três seções: números de 1 a 100 (recapitulação); números de 1 a 1000; números até 10000. Mesmo que o autor desta aritmética proponha a resolução de problemas contextualizados com a realidade dos alunos das escolas paroquiais luteranas gaúchas, observam-se

propostas de ensino para o desenvolvimento de habilidades para o cálculo mental e escrito, envolvendo as quatro operações elementares com números naturais.

Na análise realizada, verificou-se que essa aritmética traz atividades com quadrados mágicos, conforme descrito no Quadro 2:

Quadro 2 - Quadrados mágicos

Num quadrado mágico a soma dos números em linha horizontal, vertical e diagonal é sempre igual.

1.

4	9	2
3	5	7
8	1	6

 2.

8	3	
	5	

 3.

		2
	6	
		7

1. Somem, no quadrado mágico número 1, os números de cima para baixo, da esquerda para a direita e de um canto para o outro. Que resultado terão?

2. O resultado do número 2 também é 15. Coloquem os números que faltam, começando com a linha horizontal, passando então para a vertical, e assim por diante.

3. Façam o mesmo com o quadrado número 3, cujo resultado é 18. Depois da vertical somem a diagonal. Daí em diante será fácil.

4.

	8	
	4	
	0	5

 5.

6		
11	7	
4		

 6.

7		1	14
	13	8	
16	3		
			4

4. Descobrir a soma de cada linha. Coloquem os números que faltam.

5. Façam o mesmo com o número 5. Não esqueçam a diagonal.

6. O quadrado número 6 tem por soma 34. Coloquem os números que faltam começando com a diagonal.

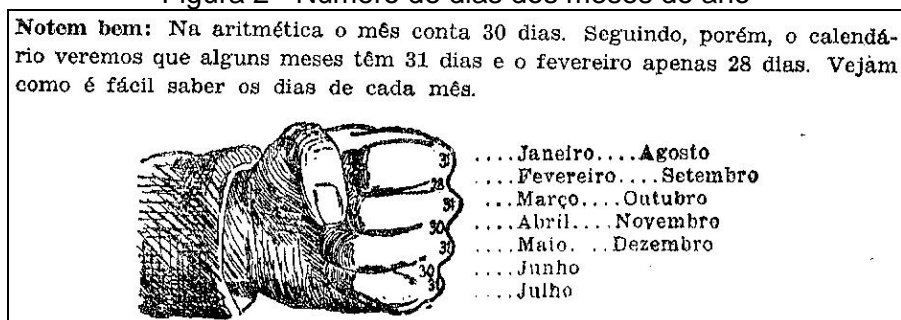
Fonte: Goerl, [194-b], p. 40.

Observa-se que, após uma breve sistematização sobre os quadrados mágicos, o autor propõe atividades com seis quadrados mágicos, sendo cinco deles 3 x 3 e um deles 4 x 4. Também não se explora a origem dos quadrados mágicos⁸, mas se tratam de atividades desafiadoras para os alunos e uma estratégia que pode incentivar a curiosidade e o gosto pela matemática. A Segunda Aritmética de 1948 também apresenta exercícios envolvendo quadrados mágicos, sendo dois deles 4 x 4 e um deles 5 x 5.

⁸ “Um dos primeiros registros de um quadrado mágico apareceu na China. Conta a lenda que o quadrado foi trazido aos homens por uma tartaruga, através do Rio Lo, há mais de 4000 anos” (CARVALHO, 1997, p. 58).

O recorte da Segunda Aritmética de Goerl, apresentado na Figura 2, apresenta informações sobre a quantidade de dias dos meses do ano:

Figura 2 - Número de dias dos meses do ano



Fonte: Goerl, [194-b], p. 60.

O fragmento do livro, observado na Figura 2, mostra quantos dias tem um mês utilizando os nós superiores dos dedos e os seus intervalos. A cada nó, intercalado com o intervalo com o próximo nó, é atribuído sequencialmente um mês, começando pelo mês de janeiro. O número de dias é dado da seguinte forma: se o mês está num nó do dedo, terá 31 dias; se o mês está num intervalo, então terá 30 dias, à exceção de fevereiro, que poderá ter 29 ou 28 dias, consoante seja ano bissexto ou não, respectivamente. Aponta-se que o livro traz uma informação incompleta, pois não faz referência ao mês de fevereiro com 29 dias em anos bissextos. Ressalta-se que esta associação e a informação incompleta sobre o número de dias do mês de fevereiro, também foram observadas na edição da Segunda Aritmética de 1948. A associação proposta pelo autor pode auxiliar o aluno na memorização da quantidade de dias em cada mês do ano, utilizando-se de partes do corpo humano no ensino da matemática.

Na antepenúltima página dessa aritmética, Goerl [194-b] propõe 15 perguntas divertidas para os alunos, conforme os exemplos no Quadro 3:

Quadro 3 - Perguntas divertidas

Pensem bem antes de responder!

- 1) Tenho 2 irmãos e 2 irmãs. Quantos filhos têm meus pais?
- 2) Uma choca tinha 12 pintos; 2 morreram e os outros ficaram grandes. Quantos pintos a choca tem ainda?
- 3) Um ovo leva 4 minutos para cozinhar. Quantos minutos levam 5 ovos?
- 4) Um homem leva 3 horas para ir a pé da sua casa até à vila. Quantas horas levam 4 homens?
- 5) Um homem ia a São Leopoldo. Vêm ao seu encontro 3 mulheres. Cada uma leva 3 gatos, e cada gato 3 gatinhos. Quantos são ao todo que vão a São Leopoldo?
- 6) João tinha 3 bolas. Disse ele a Pedro: Se eu tivesse mais 1 bola teria o dobro do que você tem. Quantas bolas tem Pedro?

Respostas elaboradas pelos autores do texto:

1) 5 filhos.	4) 3 horas.
--------------	-------------

- | | |
|--|-------------|
| 2) Nenhum pinto. | 5) 1 homem. |
| 3) 4 minutos se todos forem cozinhados juntos. | 6) 2 bolas. |

Fonte: Goerl, [194-b], p. 82.

Estas perguntas divertidas são desafios que exigem a atenção dos alunos – pensem bem antes de responder! – e incentivam o raciocínio lógico. A Segunda Aritmética de 1948 também traz desafios de raciocínio lógico, intitulados como charadas. Acredita-se que propostas de ensino envolvendo uma matemática mais lúdica tenham sido uma estratégia dos autores para aguçar a curiosidade dos alunos e incentivar o seu gosto pela matemática.

A edição da Segunda Aritmética, editada em 1948, traz como principais unidades de estudo: numeração 1 - 1000; os números até 10000; números além de 10000. Nesta aritmética, focam-se as quatro operações elementares com números naturais para o desenvolvimento de habilidades para o cálculo mental e escrito.

Nessa aritmética se encontrou o seguinte exercício: “Somar a 97 tantas vezes 129 até se alcançar 1000” (SÉRIE CONCÓRDIA, 1948, p. 32). Uma versão semelhante deste exercício é citada por Gans (2013, *apud* KUHN, 2015), que estudou na escola paroquial de Linha Brasil, Nova Petrópolis/RS, no período de 1936 a 1941, ao falar sobre as aulas de matemática:

[...] Os conteúdos da 2ª série eram somas e subtrações mais complexas e contas tripas⁹, além dos números até 1000. [...] As contas tripas eram, por exemplo, somar 7 ao número 23 até chegar ao número 233, ou subtrair 7 do número 210 até chegar a zero:

23	210
<u>+ 7</u>	<u>- 7</u>
30	203
<u>+ 7</u>	<u>- 7</u>
37	196
<u>+ 7</u>	<u>- 7</u>
44	189
<u>+ 7</u>	<u>- 7</u>
51 etc.	182 etc.

Enquanto fazíamos essas contas, o professor atendia outra série¹⁰ [...]. (GANS, 2013, *apud* KUHN, 2015, p. 253).

Verifica-se que o exercício encontrado na Segunda Aritmética é uma conta tripa, pois é necessário somar 7 vezes a parcela 129 ao 97 para se obter 1000.

⁹ Eram contas compridas de adição ou subtração com algoritmo na vertical. Partia-se de uma quantia e através de somas ou subtrações constantes e sucessivas se chegava a outra quantia determinada.

¹⁰ Essa escola era multisseriada, ou seja, um único professor atendia mais de uma série na mesma sala de aula e no mesmo turno.

Acredita-se que este tipo de exercício, bem como os demais exercícios de cálculo, geralmente em grande quantidade nas aritméticas analisadas, ajudavam a manter os alunos de uma série ocupados enquanto o professor atendia outra série, nas escolas paroquiais luteranas gaúchas com turmas multisseriadas.

No Quadro 4 são descritas as provas reais da adição e subtração, localizadas na Segunda Aritmética de 1948:

Quadro 4 - Provas reais da adição e subtração

Provas da adição:			
1ª prova: Somam-se as parcelas com exceção de uma. Desconta-se esta da soma total. Se os dois resultados forem iguais supõe-se certa a conta. Exemplo:	12 225 31 <u>478</u> 746	12 225 31 _____	746 <u>- 478</u> 268
2ª prova: Faz-se a prova da adição, tornando a somar cada coluna de baixo para cima. Achando-se o mesmo resultado, há muita probabilidade que esteja certa a operação.			
3ª prova: (Prova dos 9) Tiram-se os 9 às parcelas e depois à soma; se os resultados forem iguais, supõe-se estar certa a conta. Exemplo:	275 5 386 8 <u>+ 657</u> 0 1318 4	(2 + 7 = 9 = 0 + 5 = 5)	
4ª prova: Repete a adição, escrevendo debaixo de cada coluna a sua soma completa. Juntar depois os três resultados. Teremos um total igual à soma das mesmas parcelas. Exemplo:			337 440 96 <u>208</u> <u>1081</u> 21 16 <u>9</u> 1081
Provas da subtração:			
1ª prova: Somar o subtraendo com o resto. Se o resultado for igual ao minuendo, supõe-se certa a operação.		578 minuendo <u>- 293</u> subtraendo <u>285</u> resto 578	
2ª prova: Tirar o resto do minuendo. Se a operação estiver certa, aparece o subtraendo.		735 <u>- 548</u> 187	735 <u>- 187</u> 548
3ª prova: (Prova dos 9) Tiram-se os 9 ao subtraendo e juntamente ao resto. Se, tirando-se os 9 ao minuendo, os resultados forem iguais, é de supor que esteja certa a conta.		537 6 <u>- 235</u> 1 302 5 (1 + 5 = 6)	

Fonte: Série Concórdia, 1948, p. 56-57.

O Quadro 4 apresenta quatro modos de fazer a prova real nos cálculos de adição e três maneiras de realizar a prova real nos cálculos de subtração, inclusive a

prova dos 9. Observa-se que a 1ª prova da adição e as duas primeiras provas da subtração exploram a ideia da adição e subtração como operações inversas para fazer a verificação dos cálculos escritos. A 2ª prova da adição propõe a realização das somas em ordem inversa, verificando-se o resultado quando a soma de cima para baixo for igual à soma de baixo para cima das parcelas. A 4ª prova da adição explora o sistema decimal com a composição de centenas, dezenas e unidades e de forma subentendida, o uso do quadro valor lugar (QVL) para verificar a operação de adição.

A 3ª prova da adição e subtração é a prova dos 9. De acordo com Lavaca e Costa (2016, p. 58), “tirar os 9 fora de um número natural qualquer n , significa subtrair deste número o maior múltiplo de 9 nele contido, o que é equivalente a encontrar o resto da divisão deste número n por 9”. De forma prática, pode-se somar os algarismos deste dado número que se deseja obter os 9 fora, obtendo outro valor. A partir deste novo valor, somam-se novamente os algarismos e assim por diante até restar um número de um algarismo.

No caso da adição, tiram-se os 9 das parcelas e das somas, se os resultados forem iguais, supõe-se que a soma esteja verificada.

Exemplo da prova dos 9 para a adição:

$$\begin{array}{r}
 275 \text{ } 2 + 7 = 9 - 9 = 0 + 5 = 5 \\
 386 \text{ } 3 + 8 = 11 - 9 = 2 + 6 = 8 \\
 + 657 \text{ } 6 + 5 = 11 - 9 = 2 + 7 = 9 - 9 = 0 \\
 \hline
 1318 \text{ } 1 + 3 + 1 + 8 = 13 - 9 = 4
 \end{array}
 \left. \vphantom{\begin{array}{r} 275 \\ 386 \\ + 657 \\ \hline 1318 \end{array}} \right\} 5 + 8 + 0 = 13 - 9 = 4$$

Como $4 = 4$, supõe-se que a soma esteja certa.

Na subtração, tiram-se os 9 do minuendo, do subtraendo e do resto. Então, se a soma do subtraendo com o resto foi igual ao minuendo, acredita-se que o cálculo esteja correto.

Exemplo da prova dos 9 para a subtração:

$$\begin{array}{r}
 537 \text{ } 5 + 3 + 7 = 15 - 9 = 6 \\
 - 235 \text{ } 2 + 3 + 5 = 10 - 9 = 1 \\
 \hline
 302 \text{ } 3 + 0 + 2 = 5
 \end{array}
 \left. \vphantom{\begin{array}{r} 537 \\ - 235 \\ \hline 302 \end{array}} \right\} 1 + 5 = 6$$

Como $6 = 6$, acredita-se que a subtração esteja correta.

Ressalta-se que esta proposta de ensino do livro está centrada nos procedimentos e algoritmos para verificação da prova real de cada operação matemática. Essas atividades evidenciam uma proposta pedagógica que desenvolve habilidades para cálculos escritos com precisão nas escolas paroquiais luteranas, pois

as aritméticas da série Concórdia desenvolvem, gradativamente, as operações de adição, subtração, multiplicação e divisão, culminando seu estudo com as provas reais destas operações. No Quadro 5 se apresentam as provas reais para a operação de multiplicação:

Quadro 5 - Provas reais para multiplicação

<p>1ª prova: Inverter a ordem dos fatores, isto é, tomar o multiplicando como multiplicador e o multiplicador como multiplicando. Se o resultado da prova for o mesmo que o da multiplicação, é muito provável, que a operação esteja exata.</p>	$\begin{array}{r} 243 \text{ multiplicando} \\ \times 85 \text{ multiplicador} \\ \hline 1215 \\ \underline{1944} \\ 20655 \text{ produto} \end{array}$
<p>2ª prova: Dividindo o produto por um dos fatores, deve-se obter o outro fator.</p>	$\begin{array}{r} 78 \\ \times 23 \\ \hline 234 \\ \underline{156} \\ 1794 \end{array} \quad \begin{array}{r} 1794 \div 23 = 78 \\ \underline{161} \\ 184 \\ \underline{184} \\ 000 \end{array}$
<p>3ª prova: (9 fora) Traçar duas linhas que se cortem em forma de X; depois se tiram os 9 fora do multiplicando e escreve-se o resto no ângulo superior da cruz. Tiram-se os 9 fora do multiplicador, e escreve-se o resto no ângulo inferior da cruz. Multiplicam-se os dois restos, do número que sai e tiram-se os 9 fora e escreve-se o resto no ângulo direito da cruz. Enfim, tiram-se os 9 fora do produto, e escreve-se o resto no ângulo esquerdo. Se o resto igualar ao que lhe fica oposto, pode-se acreditar que a operação seja certa.</p>	$\begin{array}{r} 358 \text{ 7} \\ \underline{47 \text{ 2}} \\ 2506 \\ \underline{1432} \\ 16826 \text{ 5} \end{array}$

Fonte: Série Concórdia, 1948, p. 90.

O livro aborda três provas reais para a operação de multiplicação, apresentando-se os algoritmos e os procedimentos para realização da prova real em multiplicações. A 1ª prova consiste em inverter a ordem dos fatores para verificar o produto. A 2ª prova envolve a divisão como operação inversa da multiplicação e a 3ª prova é a dos 9 fora, conforme descrito no Quadro 5.

A Segunda Aritmética de 1948 ainda traz as provas reais para a operação de divisão, conforme apresentado no Quadro 6:

Quadro 6 - Provas reais para divisão

<p>1ª prova: Multiplicar o quociente pelo divisor e se junta o resto da divisão (se houver). O número que resultar deve ser igual ao dividendo.</p>	$475 \div 5 = 95$	
<p>475 (dividendo); 5 (divisor); 95 (quociente)</p>	$\begin{array}{r} 45 \\ 25 \\ \underline{25} \\ 0 \end{array}$	$\begin{array}{r} 95 \\ \times 5 \\ \hline 475 \end{array}$

<p>2ª prova: Dividir o dividendo pelo quociente. O número que resultar deve ser igual ao divisor. O resto da prova deve ser igual ao resto da divisão.</p>	$245 \div 6 = 40$ $\begin{array}{r} 24 \\ 05 \\ \hline 0 \\ 5 \end{array}$	$245 \div 40 = 6$ $\begin{array}{r} 240 \\ 5 \end{array}$
<p>3ª prova: (9 fora)</p> $875 \div 25 = 35$ $\begin{array}{r} 75 \\ 125 \\ \hline 125 \\ 000 \end{array}$		<p>9 fora do divisor 7 7 9 fora do quociente 8 8 Produto destes algarismos $7 \times 8 = 56$ 2 9 fora do dividendo $8 \ 7 \ 5 = 20$ 2</p>

Fonte: Série Concórdia, 1948, p. 91.

O Quadro 6 mostra como o livro aborda as três provas reais para a operação de divisão, apresentando-se os algoritmos e os procedimentos para realização da prova real em divisões. A 1ª prova envolve a multiplicação como operação inversa da divisão. A 2ª prova consiste em dividir o dividendo pelo quociente obtido, devendo-se obter um resultado igual ao divisor e os restos da prova e da divisão devem ser iguais. A 3ª prova é dos 9 fora, conforme descrito no excerto acima.

A partir das três provas de multiplicação e divisão apresentadas, ressalta-se que a proposta da Segunda Aritmética de 1948 enfatiza os algoritmos e os procedimentos para verificação da prova real de cada operação matemática, na intenção de desenvolver habilidades nos alunos para o cálculo escrito e mental, refletindo-se a tradição pedagógica da memorização (VALENTE; PINHEIRO, 2015).

A Segunda Aritmética de 1948 apresenta uma conta curiosa, conforme descrito no Quadro 7:

Quadro 7 - Conta curiosa

$9 \times 1 + 1 = 10$
$9 \times 12 + 2 = 110$
$9 \times 123 + 3 =$
$9 \times 1234 + 4 =$
$9 \times 12345 + 5 =$
$9 \times 123456 + 6 =$
$9 \times 1234567 + 7 =$
$9 \times 12345678 + 8 =$
$9 \times 123456789 + 9 =$

Fonte: Série Concórdia, 1948, p. 93.

Esta conta curiosa, encontrada no livro, envolve as operações de multiplicação por 9 e de adição dos números naturais de 1 a 9. Verifica-se que os resultados de cada cálculo possuem a quantidade de algarismos 1 correspondente a parcela

somada, acrescidos do algarismo 0. Por exemplo, $9 \times 123456 + 6 = 1111110$ (6 vezes o algarismo 1 acrescido do 0). Novamente se observa a instrumentalização dos alunos para o cálculo, porém, isto é feito de maneira curiosa com o emprego de regularidades.

As principais unidades de estudo da edição da Terceira Aritmética são: frações decimais e sistema métrico; frações ordinárias; regra de três; porcentagem; porcentagem comercial; juros; razão e proporção; geometria prática. Essa aritmética é caracterizada por apresentar propostas de estudo mais sistematizadas dos conhecimentos matemáticos.

Nessa edição se observaram registros relacionados à tabuada com frações, conforme mostrado no Quadro 8:

Quadro 8 - Tabuada com frações

1) $1 \times \frac{2}{3} = \frac{2}{3}$	2) $1 \times \frac{5}{6} = \frac{5}{6}$	3) $1 \times 2 \frac{1}{4} = 2 \frac{1}{4}$	4) $1 \times 1 \frac{1}{8} = 1 \frac{1}{8}$
$2 \times \frac{2}{3} = \frac{4}{3} = 1 \frac{1}{3}$	$2 \times \frac{5}{6} =$	$2 \times 2 \frac{1}{4} =$	$2 \times 1 \frac{1}{8} =$
até	até	até	até
$10 \times \frac{2}{3} =$	$10 \times \frac{5}{6} =$	$10 \times 2 \frac{1}{4} =$	$10 \times 1 \frac{1}{8} =$

Fonte: Série Concórdia, 1949, p. 51.

O Quadro 8 apresenta uma proposta com quatro exercícios de tabuada com as frações ordinárias $\frac{2}{3}$, $\frac{5}{6}$, $2 \frac{1}{4}$ e $1 \frac{1}{8}$. Ressalta-se que as atividades também envolvem números mistos com a representação de frações impróprias como números mistos e vice versa. Este tipo de exercício reforça a ideia de que no ensino da matemática nas escolas paroquiais luteranas gaúchas havia uma preocupação com o desenvolvimento de habilidades para o cálculo mental e escrito.

A análise das aritméticas da série Concórdia, direcionadas para as escolas paroquiais luteranas gaúchas, no século passado, permitiu um adentramento na cultura escolar num lugar e num tempo determinados, identificando-se curiosidades e desafios matemáticos nesse contexto.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Partindo da base teórico-metodológica da pesquisa histórica se investigaram curiosidades e desafios matemáticos encontrados em quatro aritméticas da série

Concórdia, editadas pela IELB, através da Casa Publicadora Concórdia, na década de 1940, para suas escolas paroquiais no RS. Neste contexto missionário e de formação geral, a Igreja Luterana editou livros didáticos de acordo com seus princípios morais e educacionais, adaptando-se ao processo de nacionalização do ensino.

Na análise da Primeira Aritmética se identificou que o autor propôs a construção do significado de número pelo método de ensino intuitivo, evidenciando-se a estratégia de associar cada número até 10 com animais ou objetos do cotidiano dos alunos. Na edição da Segunda Aritmética, Goerl propõe a resolução de quadrados mágicos, curiosidades sobre o número de dias dos meses do ano e exercícios de raciocínio lógico. Na Segunda Aritmética de 1948 se observaram quadrados mágicos, charadas para o desenvolvimento do raciocínio lógico, contas compridas de adição ou subtração com algoritmo na vertical, provas reais para as operações de adição, subtração, multiplicação e divisão com números naturais – inclusive a prova dos 9 fora, além de contas curiosas. Na edição da Terceira Aritmética chamou atenção a tabuada com frações. As curiosidades e os desafios nestas três aritméticas são marcados por cálculos escritos e mentais, destacando-se os algoritmos e os procedimentos das provas reais para as quatro operações elementares.

Mesmo que as aritméticas da série Concórdia tenham sido editadas num período marcado pelo movimento da Escola Nova no Brasil e que, algumas curiosidades e desafios matemáticos estejam alicerçadas no método de ensino intuitivo, as mesmas ainda refletem a tradição pedagógica da memorização. Isto está associado ao fato de que o ensino da matemática nas escolas paroquiais luteranas gaúchas do século passado foi caracterizado pelo desenvolvimento de habilidades para o cálculo mental e escrito, de forma prática e contextualizada, para que os futuros colonos fizessem a correta administração do orçamento familiar e o gerenciamento da sua propriedade rural. Ressalta-se que algumas dessas tarefas desafiadoras (curiosidades e desafios matemáticos), localizadas nas aritméticas da série Concórdia, ainda estão presentes em livros de matemática atuais e em obras como as de Malba Tahan.

REFERÊNCIAS

BRITTO, S. L. M. **O ensino da aritmética nas escolas paroquiais católicas e no Ginásio Conceição, sob a ótica dos Jesuítas nos séculos XIX e XX.** 2016. Tese (Doutorado em Ensino de Ciências e Matemática) – Programa de Pós-Graduação

em Ensino de Ciências e Matemática, Universidade Luterana do Brasil, Canoas, 2016.

BRITTO, S. L. M.; BAYER, A.; KUHN, M. C. **A contribuição dos Jesuítas para o ensino da Matemática no Rio Grande do Sul**. São Leopoldo, RS: Ed. UNISINOS, 2020.

CARVALHO, M. C. C. S. **Padrões numéricos e sequências**. São Paulo: Moderna, 1997.

CERTEAU, M. **A escrita da História**. Tradução Maria de Lourdes Menezes. Rio de Janeiro: Forense Universitária, 1982.

CHERVEL, A. História das disciplinas escolares – reflexões sobre um campo de pesquisa. **Teoria & Educação**, Porto Alegre, n. 2, p. 177-229, 1990.

GOERL, O. A. **Série Concórdia: Primeira Aritmética**. Porto Alegre: Casa Publicadora Concórdia, [194-a].

_____. **Série Concórdia: Segunda Aritmética**. Porto Alegre: Casa Publicadora Concórdia, [194-b].

JULIA, D. A cultura escolar como objeto histórico. *Revista Brasileira de História da Educação*, Campinas, n. 1, p. 9-43, jan./jun. 2001.

KREUTZ, L. **O professor paroquial: magistério e imigração alemã**. Porto Alegre: Ed. da UFRGS; Caxias do Sul: EDUCS, 1991.

_____. **Material didático e currículo na escola teuto-brasileira**. São Leopoldo: Ed. UNISINOS, 1994.

KUHN, M. C. **O ensino da matemática nas escolas evangélicas luteranas do Rio Grande do Sul durante a primeira metade do século XX**. 2015. Tese (Doutorado em Ensino de Ciências e Matemática) – Universidade Luterana do Brasil, Canoas, 2015.

_____; BAYER, A. **A matemática nas escolas paroquiais luteranas gaúchas do século XX**. Canoas: Ed. ULBRA, 2017.

LAVACA, A. G.; COSTA, D. A. A prova dos nove e o caso da “Arithmetica Primaria” de Cezar Pinheiro. **REVEMAT – Revista Eletrônica de Educação Matemática**, Florianópolis, v. 11, n. 1, p. 54-73, 2016.

LEMKE, M. D. **Os princípios da educação cristã luterana e a gestão de escolas confessionárias no contexto das ideias pedagógicas no sul do Brasil (1824 – 1997)**. Canoas: Ed. ULBRA, 2001.

MAURO, S. **Uma história da matemática escolar desenvolvida por comunidades de origem alemã no Rio Grande do Sul no final do século XIX e início do século**

XX. 2005. Tese (Doutorado em Educação Matemática) – Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, 2005.

PROST, A. **Doze lições sobre a História.** Belo Horizonte, Autêntica, 2008.

RAMBO, A. B. **A escola comunitária teuto-brasileira católica.** São Leopoldo: Ed. UNISINOS, 1994.

SÉRIE Concórdia: Segunda Aritmética. Porto Alegre: Casa Publicadora Concórdia, 1948.

SÉRIE Concórdia: Terceira Aritmética. Porto Alegre: Casa Publicadora Concórdia, 1949.

UNSERE SCHULE. Porto Alegre: Casa Publicadora Concórdia, 1933-1935.

VALENTE, W. R. História da Educação Matemática: interrogações metodológicas. **REVEMAT – Revista Eletrônica de Educação Matemática**, UFSC, v. 2.2, p. 28-49, 2007.

_____; PINHEIRO, N. V. L. Chega de decorar a tabuada! – As cartas de Parker e a árvore do cálculo na ruptura de uma tradição. **Educação Matemática em Revista - RS**, Canoas, v. 1, n. 16, p. 22-37, 2015.

WANDERER, F. **Escola e Matemática Escolar: mecanismos de regulação sobre sujeitos escolares de uma localidade rural de colonização alemã no Rio Grande do Sul.** 2007. Tese (Doutorado em Educação) – Universidade do Vale do Rio dos Sinos, São Leopoldo, 2007.

WEIDUSCHADT, P. **O Sínodo de Missouri e a educação pomerana em Pelotas e São Lourenço do Sul nas primeiras décadas do século XX: identidade e cultura escolar.** 2007. Dissertação (Mestrado em Educação) – Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 2007.

Capítulo 5

COMPLIANCE E GOVERNANÇA CORPORATIVA COMO FERRAMENTAS PARA A EFETIVAÇÃO DA RESPONSABILIDADE E FUNÇÃO SOCIAL DAS EMPRESAS COM AS COMUNIDADES

Jéssica Holandini Costa

Camila Corrêa Teixeira

Samanta Carolina Magalhães Quaresma

Carina Leal Nassar

COMPLIANCE E GOVERNANÇA CORPORATIVA COMO FERRAMENTAS PARA A EFETIVAÇÃO DA RESPONSABILIDADE E FUNÇÃO SOCIAL DAS EMPRESAS COM AS COMUNIDADES¹¹

¹ Jéssica Holandini Costa

*Estagiária do escritório CTeixeira advocacia. Graduanda em Direito (UNAMA)
Integrante da LADEMP, COUNI e da LADITS.*

² Camila Corrêa Teixeira

*Advogada. Docente. Graduada e Especialista em Direito (UNAMA). Mestranda em
Administração (PPAD/Unama).*

³ Samanta Carolina Magalhães Quaresma

*Acadêmica de Direito (UNAMA). Graduada em Engenharia da computação pela
Universidade Federal do Pará. Integrante da COUNI.*

4 Carina Leal Nassar

*Advogada. Graduada em Direito (UNAMA). Especialização em Direito Civil e
Mestrado em Direitos Fundamentais (PPGDF/Unama) em andamento.*

RESUMO

O artigo teve como objetivo, o estudo do compliance e da Governança Corporativa como ferramentas para a efetivação da Responsabilidade e Função Social das Empresas com as comunidades, já que, é necessário se pontuar acerca das transformações sociais e conseqüentemente o desenvolvimento mercantil, tendo em vista a promulgação da Constituição Federal de 1988 e a instituição do Princípio da

¹¹ 1 Graduanda em Direito (UNAMA/Ser Educacional). E-mail: jessicaholandinicosta@gmail.com Lattes: <http://lattes.cnpq.br/5691952414116079>

² Graduada e Especialista em Direito (Unama/Ser Educacional). Mestranda em Administração (PPAD/Unama). Email: cteixeira.advocacia@gmail.com . Lattes: <http://lattes.cnpq.br/9677072576759384>

³ Acadêmica de Direito (UNAMA/Ser Educacional). Graduada em Engenharia da computação pela Universidade Federal do Pará. E-mail: Samantaquaresma.sq@gmail.com .

⁴ Graduada em Direito (Unama/Ser Educacional).Especialista em Direito Civil. Mestrado em Direitos Fundamentais (PPGDF/Unama) em andamento. Email: carinassar@outlook.com . Lattes: <http://lattes.cnpq.br/8415014871978126>

Função Social da Empresa, em que representou uma mudança na perspectiva da atuação organizacional das empresas, tanto ao seu público interno quanto ao externo. Nessa perspectiva, a pesquisa se justifica em virtude da necessidade de se verificar a utilização de ferramentas como o compliance e a Governança Corporativa para a efetivação do princípio da Função Social disposto na carta magna de 1988, bem como no auxílio da concretização da Responsabilidade Social Empresarial das empresas para com as comunidades. Desse modo, será necessário percorrer um caminho conceitual, histórico e analítico acerca da temática, por meio de revisão de literatura, dos seguintes pontos: 1) Responsabilidade Social Empresarial; 2) Função Social da Empresa; 3) Compliance; 4) Governança Corporativa, até a disposição do tópico 5, em que será analisado o Compliance e a Governança Corporativa como ferramentas para a efetivação da Responsabilidade e Função Social das empresas para com as comunidades, qual seja o objetivo geral e título deste trabalho.

Palavras-chave: Compliance; Governança Corporativa; Função e Responsabilidade Social Empresarial; Empresa; Comunidades;

ABSTRACT

The article aimed to study compliance and Corporate Governance as tools for the realization of Social Responsibility and Function of Companies with communities, since it is necessary to point out about social transformations and consequently mercantile development, in view of the promulgation of the Federal Constitution of 1988 and the establishment of the Principle of the Social Function of the Company, which represented a change in the perspective of the organizational performance of companies, both for their internal and external audiences.

From this perspective, the research is justified due to the need to verify the use of tools such as compliance and Corporate Governance for the realization of the principle of Social Function provided for in the 1988 Magna Carta, as well as in helping to achieve Corporate Social Responsibility of companies to communities. Thus, it will be necessary to go through a conceptual, historical and analytical path on the subject, through a literature review, on the following points: 1) Corporate Social Responsibility; 2) Social Function of the Company; 3) Compliance; 4) Corporate Governance, up to the provision of topic 5, in which Compliance and Corporate Governance will be analyzed as tools for the realization of the Responsibility and Social Function of companies towards communities, whatever the general objective and title of this work.

Keywords: Compliance; Corporate governance; Corporate Social Responsibility and Function; Company; Communities;

INTRODUÇÃO

Com a promulgação da Constituição Federal de 1988 e a instituição do princípio da função social, as empresas tiveram de se reinventar para cumprir com o seu papel social, para além de suas questões de lucratividade, mas também visando atingir os interesses de todos, proporcionando, desta forma, a manutenção da relação empresa e comunidade, dado que, segundo Baracho e Cecato (2016, p. 7):

A empresa contemporânea assume novo paradigma no Estado Democrático de Direito, o lucro deixa de ser o único objetivo da empresa que passa a ter preocupações com os efeitos sociais e ambientais de suas

atividades e com os valores éticos e morais.

Nessa perspectiva, verifica-se maior investimento das empresas em cumprir com as suas obrigações sociais, aspirando a concretização de seus valores e possíveis formas de desenvolvimento e visão social através de suas atividades.

Diante disso, averiguando-se a necessidade da renovação das questões para além das disposições legais, mas também de seus preceitos éticos e morais visando o cumprimento de seu papel social perante a comunidade, as empresas passam a desenvolver projetos que promovam a sua responsabilidade para sociedade de tal maneira que:

A responsabilidade social da empresa é o exercício de uma atividade transcendente à função social da empresa, que visa interesses sociais não previstos na função social da empresa, mas que estão ligados à atividade econômica da empresa. São valores sociais de realização facultativa.” (ALL LOPES, 2006, p. 103).

Dessa maneira, entende-se que, para a manutenção das questões empresariais para com a forma como a sociedade recebe e percebe, passou a ser de fundamental importância para o cumprimento de suas prerrogativas institucionais, visando a garantia de direitos essenciais à comunidade interna e externa.

Neste diapasão, observando-se a propagação de seus valores morais e éticos, a possibilidade da concretização do desenvolvimento das comunidades, de sua Função e Responsabilidade Social, tem-se o compliance e a Governança Corporativa que por meio de suas ferramentas podem auxiliar no alcance dessas proposições, haja vista que este pode ser visualizado “como mecanismo de cumprimento da obrigação legal que o setor privado deve atender ao desenvolvimento social e à função social, como forma de se obter um equilíbrio social esperado pela sociedade.” (Schroeder et al., 2020, p. 127) Desse modo, constata-se que, a Responsabilidade Social está para além do que é exigido na disposição da Função Social das Empresas, entretanto, o compliance e a Governança Corporativa podem ser um caminho de cumprimento dessas suas obrigações internas e externas.

Para isso, utiliza-se uma metodologia pautada na abordagem teórico-normativa que analisa, por meio das disposições legais e artigos científicos, o compliance como meio para a concretização da Responsabilidade Social Empresarial e da Função Social das empresas para com as comunidades. Além disso, os procedimentos utilizados foram o levantamento bibliográfico e legal, a fim de verificar como o compliance e a Governança Corporativa podem ser um caminho para a efetivação da

Responsabilidade Social Empresarial e o princípio da Função Social da empresa com a coletividade.

FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA E DISCUSSÕES

1 FUNÇÃO SOCIAL DA EMPRESA

Com a promulgação da Constituição Federal de 1988, teve-se a instituição do princípio da Função Social em vários pontos desta Magna Carta, sendo destaque para este trabalho, o inciso III do art.170 (BRASIL,1988), haja vista que este dispõe acerca da garantia de existência digna, de maneira equitativa, observando a Função Social da propriedade, possibilitando que seja assegurado às comunidades prerrogativas essenciais para sua sobrevivência.

Nesse eixo, a disposição legal da Função Social, promove a possibilidade de que a empresa consiga alinhar seus ideais às proposições estabelecidas pelo Estado, bem como para a concretização de garantias essenciais das comunidades, já que a função social da empresa “constitui o poder-dever de o empresário e os administradores da empresa harmonizarem as atividades da empresa, segundo o interesse da sociedade, mediante a obediência de determinados deveres, positivos e negativos” (TOMASEVICIUS 2003, p. 40). Nessa perspectiva, é importante que as ações das empresas estejam em conformidade com as perspectivas sociais e disposições legais, a fim de garantir a comunidade interna e externa uma sociedade baseada nos preceitos da justiça social.

Nesse aspecto, é importante analisar a Função Social da Empresa como um caminho para salvaguardar direitos através de prerrogativas formuladas pelas empresas, visto que, “A função social da empresa representa, portanto, um conjunto de fenômenos importantes para a coletividade e é indispensável para a satisfação dos interesses inerentes à atividade econômica.” (MC ALMEIDA, 2003, p. 11). Em vista disso, nota-se este princípio como um meio de grande relevância para a sociedade, já que, pode contribuir com a comunidade com questões para além de econômicas, mas também de efetivação de direitos sociais.

Em consonância a isto, observa-se que as empresas devem alinhar suas atividades para além das questões econômicas e obrigacionais legais, mas também de seguir o princípio da função social e de acordo com Pereira (2007, p. 7) “Para isso, além de gerar empregos, pagar tributos e circular riqueza, deve contribuir para o bem-

estar social, para fins de assegurar a todos existência digna, conforme os princípios constitucionais.” Nessa linha, averigua-se que a obediência ao preceito da Função Social Empresarial, vai além das disposições normativas e financeiras, já que se volta para a atuação destas organizações para com a concretização de garantias de fundamental importância para a manutenção da relação empresa-comunidade, bem como da aquisição de direitos fundamentais.

Por isso, com a verificação das questões da Função Social Empresarial para além dos ditames obrigacionais legais, econômicos e de marketing, já que averigua-se a importância do exercício efetivo deste princípio, os quais segundo DINIZ (2018, p. 409- 410), podem ser sobre essas seguintes dimensões:

- a) por repercutir nas atividades públicas, visto ser coadjuvante na execução de programas sociais, pois no livre exercício de sua atividade econômica e na produção e circulação de bens e serviços para obter lucro, vem a gerar, como fonte de tributos arrecadados pelo governo, recursos financeiros imprescindíveis para que o poder público tenha condições de implementação de benefícios à assistência da saúde, ao meio ambiente, à educação pública, ao salário digno etc., melhorando a vida dos cidadãos.
- b) por restringir a atuação de quotistas, acionistas e administradores, tendo por diretriz o princípio da boa-fé objetiva, que deve nortear os contratos sociais e as sociedades empresárias;
- c) por possibilitar a concretização de programas de inclusão social para os operários, ante a situação precária do serviço público, de educação e de saúde etc., fornecendo cursos e atendimento médico em suas dependências;
- d) por prestar serviços à sociedade, fornecendo bens e trabalho a profissionais, disponibilizando recurso para creches, treinamento técnico, lazer etc.;
- e) por procurar privilegiar ao cumprir os deveres de lealdade, acatando elevados padrões de diligência profissional, os valores da solidariedade para “construção de uma sociedade mais humana e justa, reduzindo impacto das questões sociais e ambientais; e
- f) por procurar preservar o meio ambiente.

Com isso, entende-se a importância do seguimento ao princípio da Função Social Empresarial, em vista as novas observâncias às necessidades da evolução sociais e mercantis, tendo as empresas o dever de se adaptar para que cumpra com as obrigações legais e ainda cumpra com prerrogativas de manutenção da relação com as comunidades, bem como no auxílio a garantia de direitos essenciais para a existência digna da sociedade interna (da própria empresa) e externa.

2 RESPONSABILIDADE SOCIAL EMPRESARIAL

Com as diversas transformações globais e mercantis, principalmente com a influência das disposições legais, no que tange ao princípio da Função Social, nota-se a necessidade de verificar um direcionamento relevante para as atividades de uma empresa, haja vista que:

A significativa transformação da estrutura das empresas, em função do mercado, do ambiente e das novas tecnologias e as mudanças no caráter de sua atuação e abrangência de suas atividades, levantaram a necessidade de discutir algumas questões fundamentais, que dizem respeito à responsabilidade social. (Pinto, 2006, p. 35)

Nessa esteira, averigua-se também uma mudança de paradigmas no que condiz a atuação empresarial e no cumprimento legal de suas obrigações, visto que, passou-se a considerar como relevante às questões de Responsabilidade Social.

Com isso, a Responsabilidade Social Empresarial, surge como um caminho para a concretização de garantias fundamentais, bem como de seu próprio desenvolvimento em meio a necessidade de observar a mudança de paradigmas que a sociedade e o mercado globalizado exigem, tendo em vista que:

Na busca da garantia de espaço no mercado globalizado, na potencialização do seu desenvolvimento, as empresas geram um novo comportamento voltado para se estabelecerem no mundo competitivo a responsabilidade social. Esta é a nova forma de como fazer adotada pelas empresas modernas. (Pinto, 2006, p. 26)

À face do exposto, a mudança de postura das empresas diante da nova conjuntura global, a Responsabilidade Social Empresarial, torna-se um diferencial para as empresas e conseqüentemente pode ser um avanço para a aquisição de direitos às comunidades.

Nesse íterim, torna-se necessário analisar a importância do envolvimento das atividades empresariais aos princípios da Responsabilidade Social Empresarial, já que:

A ideia da responsabilidade, tirando o aspecto jurídico, legal ou institucional, é que se a pessoa tem responsabilidade é porque ela tem poder para agir ou seja, é a ideia de que você cidadão pode transformar uma realidade. Você aonde quer que esteja, no seu ambiente profissional ou em uma atividade individual, tem responsabilidade em agir porque você pode agir. Você pode contribuir com os outros, com uma causa, pode aprimorar as relações sociais com determinado grupo (AMARAL, 2020)

Com isso, compreende-se a Responsabilidade Social Empresarial para além das disposições do princípio da Função Social, permitindo que garantias essenciais para a manutenção da relação empresa-comunidade, assim como a aquisição de direitos fundamentais para estes.

Destarte, o Instituto Ethos (s/d) (2006) trata que a Responsabilidade Social Empresarial é a definição de uma gestão ética, transparente e solidária da empresa com todos os públicos com os quais se relaciona, bem como com o alinhamento de suas metas empresariais ao respeito à diversidade e a promoção da redução de desigualdades sociais

Nesse contexto, existe uma série de ações as quais uma empresa pode seguir, tais quais:

gerar empregos, respeitar a saúde e os direitos dos funcionários, pagar impostos, cumprir a lei, realizar ações sociais nas comunidades, preservar o meio ambiente, fabricar produtos e prestar serviços de qualidade a um custo compatível e ter transparência nas decisões e ações. (Pinto,2006, p. 33)

Nesse sentido, a multidisciplinariedade de setores e pessoas que a Responsabilidade Social Empresarial pode alcançar, auxiliam no desenvolvimento socioeconômico e sustentável, como dispõe Pinto (2006, p. 38):

A responsabilidade social hoje se reflete, sobretudo, em atitudes e faz parte do planejamento estratégico. Mais do que isso deve fazer parte do cotidiano, isto é, deve ter e oferecer consistência à realidade empresarial, ampliada na percepção das relações de conceitos, entre os quais a ética e a governança corporativa, a cidadania empresarial, a gestão estratégica formam um conjunto de áreas de conhecimento multidisciplinar, que facilitam a prática e o alcance do ideal do desenvolvimento sustentável.

Ante o exposto, assimila-se que a utilização de ações de Responsabilidade Social Empresarial, está voltado para além do cumprimento de suas prerrogativas obrigacionais, mas também se reflete nas atividades de planejamento estratégico, a fim de através da multidisciplinaridade se consiga alcançar o desenvolvimento socioeconômico e sustentável.

Para isso, com o intuito das ações de Responsabilidade Social Empresarial serem cumpridas de maneira efetiva, existem mecanismos que controlam essas atividades, os quais são conhecidos como indicadores sociais que:

É uma ferramenta a ser explorada pelas empresas, e têm a finalidade de monitorar as ações desenvolvidas, de verificar se o caminho adotado está correto e de fornecer subsídios para uma atuação comprometida com o desenvolvimento social. (Pinto,2006, p. 54)

Nesse ponto de vista, os indicadores sociais podem ser utilizados como controle efetivo das atividades, bem como determinantes das ferramentas que deverão ser utilizadas para que as ações tenham um real impacto benéfico para a comunidade interna e externa.

Nesse ângulo, averigua-se que os indicadores sociais são determinantes de extrema relevância para o efetivo cumprimento do seu planejamento estratégico e principalmente da prestação de atividades que promovam o bem-estar das comunidades interna e externa, haja vista que de acordo com Pinto (2006,p. 54):

Numa análise desses indicadores percebe-se que os mesmos são utilizados com eficiência para as ações internas das empresas. Nas ações externas, muitas vezes a empresa decide atuar para uma determinada causa e não analisa as reais necessidades da comunidade. Medir a eficiência do programa traz subsídios essenciais para que a organização reflita sobre a sua validade. A preocupação com o atendimento a uma demanda e não apenas com o desejo de ser solidária também integra a trajetória de amadurecimento da empresa e muitas vezes precisa ser estimulada para identificar as principais necessidades de uma comunidade.

Por esta razão, nota-se que os indicadores sociais podem ser utilizados com

grande eficácia para a propagação efetiva das ações de Responsabilidade Social Empresarial, de tal maneira que esta aspire para além do estrito cumprimento legal ou imagético, mas que sejam atividades que integrem o amadurecimento da empresa diante da nova perspectiva mercadológica e tenham em vista a concretização das necessidades das comunidades.

3 COMPLIANCE

Com as diversas alterações e ocorrências sociais, observa-se o surgimento do compliance como um caminho de prevenção às irregularidades e corrupção no que tange às questões legais, assim como dispõe Schroeder et al. (2020, p. 27):

A necessidade da criação do Compliance veio em épocas de ocorrências de grandes cases e sua demanda inicial teve o intuito de prevenir e sanar alguns aspectos relevantes nesse cenário. Pode-se, definitivamente, concluir que o surgimento do Compliance, teve o escopo e objetivo de coibir irregularidades e, ainda mais, dar diretrizes que pudessem garantir o cumprimento legal das regras e leis.

Nesse segmento, nota-se que a princípio o compliance surgiu como uma ferramenta predeterminada para combater o descumprimento das normas, bem como de promover diretrizes organizacionais.

Nessa lógica, o compliance se mantém como uma ferramenta organizacional das empresas para que se mantenham nos ditames legais, já que:

A definição mais apropriada para o termo compliance é a de agir em conformidade, isto é, colocar as pessoas jurídicas na mesma sintonia das leis". Enquadrar as organizações na lei, fazer com que atinjam os anseios sociais e, dessa forma, cooperem para um mercado mais íntegro. (Schroeder et al., 2020, p. 16)

Nessa acepção, compreende-se que o compliance é um meio de efetivação das prerrogativas empresariais com base na lei para que atinjam seus objetivos e contribuam para a sociedade interna e externa de acordo com os ditames da justiça social, possibilitando ainda uma existência digna para essas comunidades.

Outrossim, deve-se verificar o compliance como forma estratégica de se moldar a visão da sociedade em relação às atividades organizacionais de Responsabilidade Social desenvolvidas, visto que um dos desafios é "Adequar as organizações ao cumprimento da legislação vigente, com cunho de assegurar a boa imagem das empresas no mercado." (Schroeder et al., 2020, p. 19). Logo, esta pode ser uma ferramenta que possibilita a concretização real das ações planejadas por este plano, garantindo direitos essenciais às comunidades, bem como a forma em que a empresa será vista por estas.

Por conseguinte, entende-se que o compliance através de sua política organizacional visando o cumprimento de ações empresariais em consonância às normas legais e aos valores éticos e morais das suas organizações, assim como dispõe Schroeder et al (2020, p. 21):

O compliance busca efetivar o cumprimento de normas legais e ainda, no berço de leis e práticas empresariais atuais, também objetiva um comportamento ético de todos integrantes da empresa não somente nos valores pessoais, mas nos valores da própria organização.

Com isso, observa-se que com toda movimentação global e principalmente mercantil, o compliance surgiu como meio de direcionar as empresas a direcionar suas ações e diretrizes com base nas legislações e objetivando o cumprimento efetivo de suas aspirações.

4 GOVERNANÇA CORPORATIVA

Em meio a tantas transformações globais/mercantis e na mudança de perspectiva da atuação empresarial com as comunidades (interna e externa), a Governança Corporativa surge como um dos caminhos para conduzir essas relações diretas ou indiretas reduzindo os riscos e evitando conflitos de interesses entre as partes envolvidas nessas relações, dado que, segundo Vieira e Mendes (2004, p. 2):

A vida corporativa no Brasil e no mundo tem passado por inúmeros percalços pautados na falta de transparência, na ausência de participação efetiva dos acionistas nos conselhos das empresas e na construção de acordos de acionistas inadequados às partes, dentre outros fatores.

A prática de boa governança nas instituições aparece como um mecanismo capaz de proporcionar maior transparência a todos os agentes envolvidos com a empresa, minimizar a assimetria de informação existente entre administradores e proprietários e fazer com que os acionistas que não pertencem ao bloco de controle possam reduzir suas perdas no caso de uma eventual venda da companhia.

Por esse ângulo, nota-se que, a Governança Corporativa, torna-se um meio de controle das atividades empresariais com o intuito de se conduzir da melhor maneira as relações internas e externas à empresa.

Nesse íterim, observa-se que, com essas novas perspectivas apresentadas e acompanhadas pela sociedade e tendo em vista também as necessidades empresariais em acompanhar essas movimentações, tem-se que as ferramentas da Governança Corporativa podem ser de grande valia para o auxílio ao cumprimento ético das atividades exercidas pela empresa, proporcionando maior transparência nessas relações, já que:

A governança corporativa proporciona aos credores maior credibilidade nos resultados da empresa e os acionistas tornam-se mais propensos a investir,

uma vez que o risco de manipulações por grupos específicos é reduzido. O resultado é que, para qualquer mercado em crescimento, as práticas de boa governança são fundamentais. (Vieira e Mendes, 2004, p. 15)

Em razão disso, averigua-se a importância da instauração das práticas de Governança Corporativa, com o intuito de proporcionar maior credibilidade aos investimentos e resultados da empresa, visto que:

Grande é o papel da governança corporativa (corporate governance) na gestão da atividade empresarial, por ser um conjunto de práticas entre sócios, acionistas, conselho de administração, conselho fiscal, diretoria, auditoria independente para otimizar o desempenho empresarial e facilitar o acesso ao capital (oferta pública ou privada de ações, financiamentos de longo prazo, reinversão de recursos advindos do fluxo de caixa), a custos mais baixos, envolvendo: transparência na informação, equidade (tratamento justo e igualitário a todos os grupos minoritários e acionistas), prestação de contas, cumprimento de leis, ética e responsabilidade corporativa. (Diniz, 2018, p. 12)

Nessa concepção, é notório a relevância do papel da Governança Corporativa, haja vista que, por ser a união de ferramentas que possibilitam maior desenvolvimento empresarial e melhor relacionamento entre as partes envolvidas.

5 GOVERNANÇA CORPORATIVA E COMPLIANCE COMO FERRAMENTAS PARA A EFETIVAÇÃO DA RESPONSABILIDADE E FUNÇÃO SOCIAL DAS EMPRESAS COM AS COMUNIDADES

Constatou-se as diversas alterações sociais e mercantis que tiveram como consequência a promulgação do princípio da Função Social em vários pontos da Constituição Federal de 1988, em que se ressalta a necessidade de se garantir a existência digna às comunidades, bem como de promover a possibilidade de salvaguardar direitos essenciais à sua sobrevivência.

Neste viés, tendo as empresas o dever de se moldar às novas perspectivas sociais e mercantis, assim como às tratativas legais para que se cumpra a garantia de direitos fundamentais à sociedade, tem-se este princípio da Função Social como meio de extrema relevância organizacional para o cumprimento das atividades empresariais e de sua visão frente ao mercado.

Nessa analogia, entende que este princípio pode promover o alinhamento dos ideais e atividades empresariais às proposições estabelecidas em nosso ordenamento jurídico, a fim de que todos os seus interesses sejam efetivamente concretizados para a comunidade interna e externa à empresa, voltando-se a base dos ditames da justiça social e garantindo direitos essenciais a manutenção da dignidade humana, assim como da relação empresa-sociedade.

Em consonância ao exposto, tem-se o movimento da Responsabilidade Social Empresarial, em que visa-se para além do cumprimento de normas estabelecidas no ordenamento jurídico, já que, é a determinação de uma gestão ética, transparente e solidária da empresa com as pessoas em que se relaciona e o alinhamento de seu planejamento estratégico a princípios basilares à convivência humana, com o intuito de se manter a justiça social.

Nesse cerne, nota-se que a empresa socialmente responsável, tem seu diferencial no mercado, desempenha um papel de fundamental importância para a comunidade interna e externa, e ainda poderá impactar sob a forma como a sociedade a visualiza, visto que:

empresa tem responsabilidade social e desempenha uma importante função sócio-econômica, sendo elemento de paz social e solidariedade constituindo um instrumento de política social e de promoção da justiça social. Sua responsabilidade social a impulsiona a propiciar, com sua atividade econômica, comunicação mais aberta com seus colaboradores e com a coletividade, melhores condições sociais, garantindo sua sobrevivência no mercado globalizado, por ser fator decisivo para seu crescimento, visto que ganhará o respeito de seus colaboradores e consumidores e provocará sua inserção na sociedade. (DINIZ, 2018, p. 22)

Posto isto, infere-se que as empresas possuem Função Social e devem ter Responsabilidade Social sendo elemento de fundamental importância para a propagação de política social e de promoção da justiça social, propiciando através das suas atividades melhores condições à toda comunidade.

Nesse segmento, tendo em vista o acompanhamento das empresas as mudanças sociais e mercantis, o estabelecimento do princípio da Função Social, bem como pelo estabelecimento da Responsabilidade Social no desenvolvimento das atividades, tem-se o envolvimento do compliance que a princípio surgiu com o intuito de dirimir diretrizes para que seja assegurado a manutenção da relação empresa-comunidade e ainda adquira direitos para estes.

Em vista disso, “O compliance e as boas práticas empresariais buscam, na verdade, um comportamento adequado, ético, correto e justo não somente na própria organização, mas também diante da sociedade em que está inserida.” (Schroeder et al., 2020, p. 20). Mediante isso, este é um meio organizacional para que as atividades estejam em acordo com os princípios basilares da manutenção social (interna à empresa e externa a essa) a fim de se concretizar as atividades de maneira efetiva e ainda se consiga consolidar direitos essenciais para conservar a dignidade humana.

Nessa lógica, a Governança Corporativa, pode ser também um desses meios organizacionais, visto que:

o IBGC, em seu Código das Melhores Práticas de Governança Corporativa, afirma: "Conselheiros e executivos devem zelar pela perenidade das organizações (visão de longo prazo, sustentabilidade) e, portanto, devem incorporar considerações de ordem social e ambiental na definição dos negócios e operações. Responsabilidade Corporativa é uma visão mais ampla da estratégia empresarial, contemplando todos os relacionamentos com a comunidade em que a sociedade atua. A 'função social' da empresa deve incluir a criação de riquezas e de oportunidades de emprego, qualificação e diversidade da força de trabalho, estímulo ao desenvolvimento científico por intermédio de tecnologia, e melhoria da qualidade de vida por meio de ações educativas, culturais, assistenciais e de defesa do meio ambiente". (Lobo, 2006)

Por isso, observa-se que a Governança Corporativa, também pode ser um dos caminhos de efetivação da Responsabilidade e Função Social Empresarial, na perspectiva, de que, são meios organizacionais que facilitam o cumprimento do dever legal e para além dele, das atividades/funções empresariais para com as empresas, de maneira ética e promovendo minimamente a dignidade da comunidade como um todo.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS:

Da presente pesquisa, conclui-se que, o Compliance e a Governança Corporativa através de suas políticas organizacionais podem garantir que o princípio da Função Social seja efetivado, bem como as atividades de Responsabilidade Social para além do que dispõe o ordenamento jurídico, possam ser concretizadas, visando com que os direitos fundamentais da comunidade interna e externa sejam efetivados de maneira ética e a visão da empresa perante a sociedade seja moldada sob outro viés.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALMEIDA, Maria Christina. A função social da empresa na sociedade contemporânea: perspectivas e prospectivas. **Revista Argumentum-Argumentum Journal of Law**, v. 3, p. 141-152, 2003.

AMARAL, R. G. **Tudo o que você precisa saber sobre responsabilidade social**. Fundação ABRINQ. Disponível em: fadc.org.br/noticias/tudo-o-que-voce-precisa-saber-sobre-responsabilidade-social.

BARACHO, Hertha Urquiza; CECATO, Maria Aurea Baroni. Da função social da empresa à responsabilidade social: reflexos na comunidade e no meio ambiente. **Direito e Desenvolvimento**, v. 7, n. 2, p. 114-128, 2016.

BRASIL. Constituição da República Federativa do Brasil de 1988. Brasília: Presidência da República, [1988]. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/constituicao/constituicaocompilado.htm. Acesso em: 28 de junho de 2022.

DINIZ, Maria Helena. Importância da função social da empresa. **Revista Jurídica**, v. 2, n. 51, p. 387-412, 2018.

Instituto Ethos (s/d). **Empresa e imprensa: Pauta de Responsabilidade**. Disponível em: <https://www3.ethos.org.br/wp-content/uploads/2014/05/Empresas-e-Imprensa-Pauta-de-Responsabilidade-Uma-Analise-da-Cobertura-Jornalistica-sobre-a-RSE.pdf>. Acesso em: 24 de junho de 2022.

LOBO, Jorge. **Princípio da função social da empresa**, 2006. Disponível em: <https://www.migalhas.com.br/depeso/26563/governanca-corporativa---xi---principio-da-funcao-social-da-empresa>. Acesso em: 11 de julho de 2022.

LOPES, Alex Luís Luengo. **A empresa privada à luz da ordem econômica constitucional brasileira de 1988: papel, função e responsabilidade social**. Tese de Doutorado. Dissertação–Mestrado em Direito da Universidade de Marília, Marília, 20/10/2006.

PEREIRA, Rafael Vasconcellos de Araújo. Função social da empresa. **DireitoNet**. Disponível em: <http://www.direitonet.com.br/artigos/x/19/88/1988/>. Impresso em, v. 19, n. 03, 2007.

PINTO, Lygia Amadi da Silva. **Responsabilidade social empresarial: uma reflexão sobre os indicadores de desempenho**. 2006.

SCHROEDER, Simone Aparecida Altruda et al. **Compliance e boas práticas empresariais frente à função social da empresa**. 2020.

TOMASEVICIUS FILHO, Eduardo. **A Função Social da Empresa**. Revista dos Tribunais, São Paulo, n 92, p 40-46, abr 2003.

VIEIRA, Solange Paiva; MENDES, André Gustavo Salcedo Teixeira. Governança corporativa: uma análise de sua evolução e impactos no mercado de capitais brasileiro. 2004.

Capítulo 6

**NIOBATO DE COBRE: PROPRIEDADES, SÍNTESIS
E SUAS APLICAÇÕES**

Guilherme Augusto Barros Gomes

Luan Pereira Camargo

Luiz Henrique Dall'Antonia

NIOBATO DE COBRE: PROPRIEDADES, SÍNTESES E SUAS APLICAÇÕES

Guilherme Augusto Barros Gomes

Doutorando, mestre em Química, guilherme.barros@uel.br

Luan Pereira Camargo

Doutorando, mestre em Química, luan@uel.br

Luiz Henrique Dall'Antonia

Professor Associado – UEL, doutor em Química, luizh@uel.br

Resumo: A busca e estudo de novos materiais que possuem propriedades promissoras para o desenvolvimento socioeconômico do mundo, tornou-se fundamental em dias atuais. A classe dos niobatos vem ganhando foco de pesquisas científicas em décadas recentes. Mais precisamente, o niobato de cobre tem se demonstrado um material atrativo, seja na sua forma pura ou associado a outros óxidos em diversas aplicações, devido suas propriedades magnéticas, óticas, elétricas e estruturas distintas. Entretanto, ainda a uma escassez na literatura envolvendo suas propriedades fotoelétricas, bem como seu desenvolvimento como um semicondutor. Desta forma, esta revisão tem como objetivo contribuir com o conhecimento e agregar informações, apresentar de forma inédita uma breve história do composto CuNb_2O_6 desde sua formação até os dias atuais, relatar e discutir suas principais características, propriedade. Revisar os métodos de sínteses envolvendo diferentes maneiras, tais como precursores, temperatura, tempo e relação molar para controlar a obtenção das fases que o niobato de cobre pode vir ser obtido. Demonstrando em conjunto a versatilidade de suas principais aplicações, como dispositivos ultrassônicos, ânodos de bateria íon Li^+ , produção de H_2 , sensores de gás e em processos fotocatalíticos na mineralização de corantes. Visando o incentivo de explorar sua potencialidade e capacidade para futuras aplicações tecnológicas.

Palavras-chaves: CuNb_2O_6 . Semicondutor. Monoclínica. Ortorrômbica.

Abstract: The search and study of new materials that have promising properties for the world's socio-economic development have become fundamental nowadays. The niobate class has been gaining the focus of scientific research in recent decades. More precisely, copper niobate has proved to be an attractive material in its pure form or associated with other oxides in several applications due to its magnetic, optical, and electrical properties and distinct structures. However, there is a shortage in the literature involving photoelectric property and their development as a semiconductor. In this way, this review aims to contribute knowledge and add information, present in an unprecedented way a brief history of the CuNb_2O_6 compound from its formation to

the present day, and report and discuss its main characteristics and property. Review the methods of synthesis involving diverse ways, such as precursors, temperature, time, and molar ratio, to control the obtaining of the phases that copper niobate can be obtained. Demonstrating the versatility of its main applications, such as ultrasonic devices, Li⁺ ion battery anodes, production of H₂ gas sensors, and photocatalytic processes in the mineralization of dyes, aiming at the incentive to explore its potential and capacity for future technological applications.

Keywords: CuNb₂O₆. Semiconductor. monoclinic. orthorhombic.

1. INTRODUÇÃO

A natureza do niobato de cobre com a fórmula química Cu_xNb_yO_z pode assumir duas categorias diferentes em função da oxidação do cobre no composto, sendo monovalente (Cu⁺) ou divalente (Cu²⁺). Para o composto contendo o cobre monovalente, a configuração eletrônica possui os orbitais d completamente preenchidos (d¹⁰) para o cobre e para o nióbio (Nb⁵⁺) totalmente vazio (d⁰), fazendo com que a transferência de carga ocorra do cobre para o nióbio. Os exemplos mais comuns são o CuNbO₃, CuNb₃O₈ e Cu₂Nb₈O₂₁ (JOSHI; MAGGARD, 2012; JOSHI; PALASYUK; MAGGARD, 2011; SLEIGHT; PREWITT, 1970; SULLIVAN; ZOELLNER; MAGGARD, 2016). Em contrapartida, os compostos formados pelo cobre divalente possuem os orbitais d semipreenchidos (d⁹), implicando em informações extremamente importantes para o entendimento de propriedades óticas, devido ao efeito Jahn-Teller que será discutido posteriormente. Sendo assim, esta revisão tem como objetivo contribuir com o conhecimento e agregar informações de novos materiais para a ciência, apresenta uma breve história do composto CuNb₂O₆, apresentar e discutir suas principais características, propriedades, métodos de sínteses, abordando em conjunto com suas diversas aplicações.

2. PROPRIEDADES DO NIOBATO DE COBRE

2.1. Características estruturais

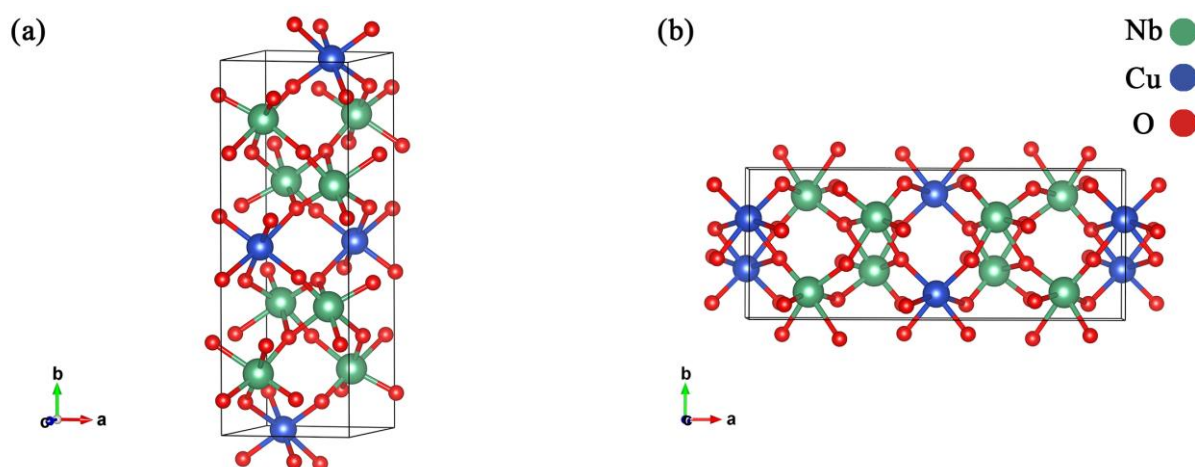
Os primeiros relatos do niobato de cobre (CuNb_2O_6), foram descritos nas décadas de 30 e 40 pelo pesquisadores Sturdivant e Brandt (BRANDT, 1943; STURDIVANT, 1930), em seus estudos foram catalogados diversos compostos cuja a formula molecular é descrita como AM_2O_6 , a partir do mineral natural columbita-tantalito, sendo $A = \text{Mg, Mn, Fe, Co, Cu, Ni, Zn}$ e $M = \text{Nb, Ta}$. No entanto, foi apenas na década de 60, através dos estudos experimentais de Felten e Bazuev, que foi avaliado a estrutura do CuNb_2O_6 obtido pela primeira vez em laboratório. Através da síntese em estado-sólido entre CuO e Nb_2O_5 , utilizando temperatura de $1200\text{ }^\circ\text{C}$ por 24 horas, com uma atmosfera controlada de O_2 (300 mmHg), para inibir qualquer ação redutora do ar. O composto obtido, foi classificado como um sistema ortorrômbico a partir de análises de difratometria de raios-X e espectroscopia no infravermelho (BAZUEV; KRYLOV, 1971; FELTEN, 1967).

Em sua natureza o CuNb_2O_6 pode ser sintetizado em duas fases diferentes, monoclinica (entre 680 e $740\text{ }^\circ\text{C}$) e ortorrômbica (acima de $740\text{ }^\circ\text{C}$) (KRATZHELLER; GRUEHN, 1992; WAHLSTRÖM; MARINDER, 1977). A fase monoclinica foi observado pela primeira vez por Wahlström e Marinder (WAHLSTRÖM; MARINDER, 1977), descrevendo um sistema ternário entre cobre-nióbio-oxigênio. No entanto, mesmo obtendo sua fase pura, variações nas condições de síntese, possibilitaram que as duas fases fossem geradas simultaneamente, assumindo uma coloração verde amarelada, para fase monoclinica, ou preto para fase ortorrômbica. Ao mesmo tempo, Hosson et al, publicaram uma diversos trabalhos mostrando um estudo vibracional aprofundado de diversos niobatos, incluindo o CuNb_2O_6 , na sua forma ortorrômbica (HUSSON et al., 1977a, 1977b, 1977c). Porém, a coloração da fase ortorrômbica pode conter variações passando de cinza-esverdeado (FELTEN, 1967), para preto (HUSSON et al., 1977a, 1977b, 1977c).

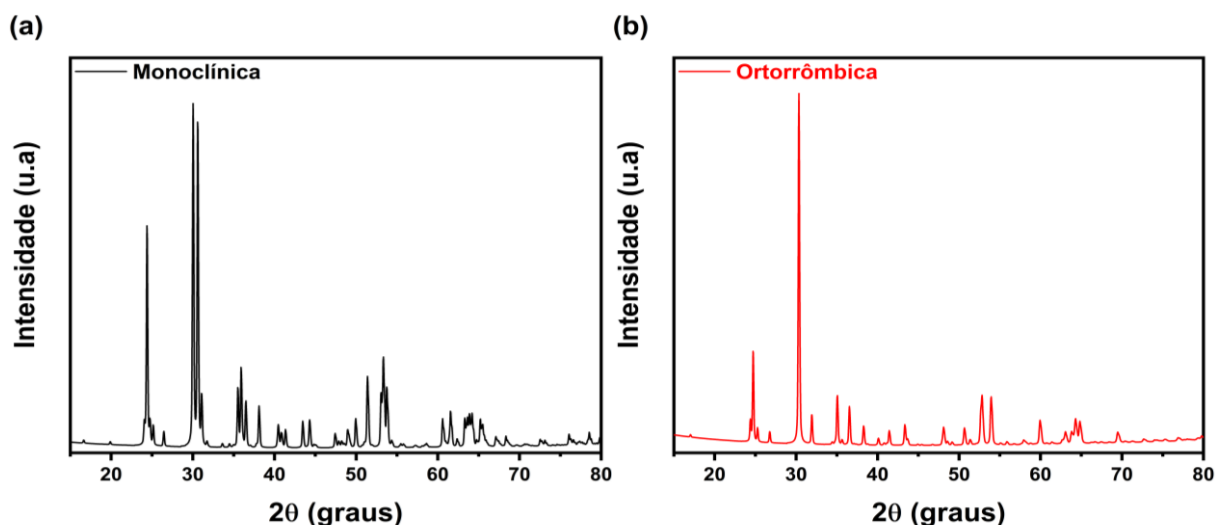
A Figura 1 mostra uma representação da célula unitária de duas fases do niobato de cobre, ambas compostas de octaedros de CuO_6 e NbO_6 . Cada CuO_6 , compartilha quatro ligações com quatro NbO_6 , cada um em um plano diferente. Ainda

o NbO_6 , compartilha quatro ligações com dois CuO_6 e dois com NbO_6 . Entretanto, a partir da análise de difratometria de raios-X, é nítida a diferença das fases na região entre 25 a 30°, através do aparecimento de dois picos com planos (131) para a fase monoclinica e, apenas um pico com plano (311) para a fase ortorrômbica, Figura 2, (KAMIMURA et al., 2018; PRIYADARSHANI; VINITHA; SABARI GIRISUN, 2018).

Figura 1 – Estruturas cristalina do niobato de cobre (a) na fase monoclinica; (b) na fase ortorrômbica



No entanto, apenas na década de 90, os estudos sobre o niobato de cobre tiveram continuidade com as propriedades da fase ortorrômbica explorada por Kratzheller e Gruehn (KRATZHELLER; GRUEHN, 1992), cujo estudo foi dirigido ao efeito Jahn-Teller, causado pela disposição dos íons Cu^{2+} na estrutura do material.

Figura 2 – Difratogramas de raio-X dos padrões CuNb_2O_6 (a) monoclínica; (b) ortorrômbica.

O efeito Jahn-Teller está relacionado com uma assimetria no centro do cristal do octaedro CuO_6 , fazendo com que as ligações oxigênio – cobre sejam enfraquecidas no eixo z. Para o composto CuNb_2O_6 , o efeito Jahn-Teller é visto apenas na fase ortorrômbica, o aumento da distância de ligação axial (Cu-O) possibilitando que os orbitais d do cobre com a componente z (d_{z^2} , d_{xz} e d_{yz}) atinjam um estado de energia mais baixos que os orbitais d com a componente x e y (d_{xz} e $d_{x^2-y^2}$). Assim, através do efeito Jahn-Teller, os orbitais passam a ser degenerados que posteriormente possibilitam uma transição eletrônica d-d, classificada como transição proibida. Para a fase monoclínica este tipo de transição é proibido a partir da regra de Laporte. Para a fase ortorrômbica, essa transição proibida só é permitida se ocorrer uma assimetria no centro do cristal, como causado pelo efeito Jahn-Teller (DREW; HOBSON; PADAYATCHY, 1995; KAMIMURA et al., 2018; MIESSLER; FISCHER; TARR, 2014).

2.2. Propriedades magnéticas

Em 1993 e 1995, os primeiros trabalhos sobre o estudo das propriedades magnéticas foram desenvolvidos por Drew et al, investigando a propriedade das fases ortorrômbica e monoclínica do CuNb_2O_6 , respectivamente (DREW; HOBSON; PADAYATCHY, 1993, 1995). Em seguida, uma série de trabalhos foram desenvolvidos para explorar com mais detalhes as propriedades magnética e

calorimétricas do material (FUKAMACHI et al., 1998; KATO; YOSIHI; SATO, 1999; KODAMA et al., 1998, 1999; KOO; WHANGBO, 2001; KRISHNAMURTHY et al., 2003; NISHIKAWA et al., 1998; YAMAGUCHI; FURUTA; ISHIKAWA, 1996). Em suma, o niobato de cobre, apresenta um comportamento de paramagnético acima de 7,3 K. Além disso, Kodama et al, relataram uma distribuição de cadeias de ligações ferromagnéticas-antimagnéticas interessante para a fase monoclinica do material. Ainda, foi avaliado uma característica em relação aos íons Cu^{2+} localizados nos defeitos da estrutura, podendo ocasionar impureza de ligação spin-1/2, apresentando um comportamento aleatório de troca de spin (KRISHNAMURTHY et al., 2003). Entretanto, as duas fases do niobato de cobre, assumem uma leve diferença em sua propriedade magnética, causada pela diferença na disposição dos átomos Cu e O na célula unitária.

2.3. Propriedade óticas

Neste mesmo contexto, diversos trabalhos descritos por Priyadarshani et al. mostraram as propriedades óticas do CuNb_2O_6 na sua fase monoclinica e ortorrômbica. Nos estudos, foram demonstrados que ambas as fases possuem propriedades óticas, mais precisamente, propriedades de óptica não linear (NLO) de terceira-ordem. Nos trabalhos, os autores atribuíram um maior coeficiente NLO, devido a diminuição na ligação Nb-O e encurtamento da ligação Cu-Cu na fase ortorrômbica. De forma que, a partir da técnica de varredura Z, utilizando o infravermelho próximo, foi observado que ambas as fases do CuNb_2O_6 , assumem um comportamento de limitação óptica e altos coeficientes NLO. De modo a serem utilizados para aplicações em limitadores óticos em dispositivos de lasers NIR, citado pelos autores (PRIYADARSHANI; SABARI GIRISUN; VENUGOPAL RAO, 2017; PRIYADARSHANI; VENUGOPAL RAO; SABARI GIRISUN, 2016; PRIYADARSHANI; VINITHA; SABARI GIRISUN, 2018). Ainda o grupo, desenvolveu uma pesquisa para explorar, também, a propriedade elétrica do niobato de cobre na fase monoclinica. No estudo, observou-se que, o tempo de calcinação do material está diretamente ligado a resistência final do material, resultando em um maior tempo com uma menor resistência (PRIYADARSHANI; SABARI GIRISUN; RAVIDHAS, 2016).

2.4 Métodos de sínteses para a obtenção do CuNb_2O_6

Com relação a obtenção propriamente dita do CuNb_2O_6 , relata-se inúmeros procedimentos de sínteses (CHOI; KING; MAGGARD, 2013; KAMIMURA et al., 2018; LI et al., 2021; PRIYADARSHANI; SABARI GIRISUN; RAVIDHAS, 2016; UEKAWA et al., 2003). A síntese em estado-sólido procedida na maioria dos procedimentos, parte dos óxidos CuO e Nb_2O_5 como precursores. Porém, para cada estudo existe uma variação de proporção entre os óxidos, um tempo de homogeneização e calcinação e a temperatura utilizada. Como relata por Li et al., utilizado uma variação de temperatura entre 800 a 1000 °C durante 6 horas de homogeneização e calcinação, na relação molar de 1:1 entre os óxidos precursores (LI et al., 2021). Tang et al., utilizaram os precursores, Nb_2O_5 e $\text{Cu}_2(\text{OH})_2\text{CO}_3$, para a obtenção do CuNb_2O_5 na temperatura de 800 °C por 5 horas (TANG et al., 2019). Priyadarshani et al., realizaram a síntese em diferentes razões dos precursores Nb_2O_5 e CuO , para duas temperaturas específicas, 700 e 900 °C, em seus estudos avaliaram as propriedades do niobato de cobre, frente a variações no tempo de calcinação entre 3 e 12 horas (PRIYADARSHANI; SABARI GIRISUN; RAVIDHAS, 2016; PRIYADARSHANI; SABARI GIRISUN; VENUGOPAL RAO, 2017; PRIYADARSHANI; VENUGOPAL RAO; SABARI GIRISUN, 2016; PRIYADARSHANI; VINITHA; SABARI GIRISUN, 2018). No entanto, outras sínteses também são exploradas, como a síntese solvotérmica, descrita por Lee et al., utilizando os sais de cloreto, CuCl_2 e NbCl_5 , como precursores e um reator de Teflon® em 200 °C por 24 horas, antes da etapa de calcinação a 700 °C (LEE et al., 2020). Recentemente, o niobato de cobre foi obtido por meio da técnica de eletrofição, relatada pela primeira vez por Zhang et al., utilizando uma tensão de 25 kV para o processo e os precursores, oxalato de nióbio e acetato de cobre, seguido de uma calcinação a 900 °C (ZHANG et al., 2021). Ainda, a obtenção do CuNb_2O_6 foi alcançada empregando a síntese de combustão, descrita por Kormányos et al., partindo de uma relação molar específica de nitrato de cobre, oxalato de amônio e nióbio e como combustível a ureia, seguido de uma calcinação rápida de 3 a 5 minutos a 350 °C e um recozimento a 600 °C por 30 minutos (KORMÁNYOS et al., 2016). De forma geral, na grande maioria dos estudos, a principal síntese na qual o niobato de cobre é obtido refere-se à reação em estado-sólido. No entanto, foi observado nos últimos 10 anos variações de técnicas e métodos de síntese para a obtenção do mesmo (KORMÁNYOS et al., 2016; LEE et al., 2020;

ZHANG et al., 2021).

2.5. Aplicação do CuNb_2O_6 em conjuntos com outros óxidos

O niobato de cobre, tem sido explorado como precursor e sua incorporação em diversos óxidos semicondutores promove propriedades específicas a eles. O primeiro relato como precursor, foi descrito por Kumada et al., cujo estudo foi dirigido utilizando o CuNb_2O_6 para a síntese do composto $\text{Li}_{1-x}\text{Cu}_x\text{NbO}_3$ (KUMADA; KINOMURA, 1990). Dhak et al., relatam um estudo em cerâmicas dielétricas com a incorporação do CuNb_2O_6 em BaTiO_3 . Em seus experimentos, a presença do niobato de cobre ocasionou uma substituição nos interstícios da cerâmica do íon Ti^{4+} e pelos íons Cu^{2+} e Nb^{5+} , resultando em um crescimento descontínuo dos grãos do composto $\text{BaTi}_{1-3x}\text{Cu}_x\text{Nb}_2\text{O}_3$, apresentando como máximo valor da constante dielétrica em $x = 0,1$ (DHAK et al., 2007). Neste mesmo contexto, o desenvolvimento de novos materiais para a substituição dos principais dispositivos piezoelétrico devido à grande proporção de chumbo em sua matriz vem sendo estudado. Uma saída são os niobatos alcalinos, entretanto as grandes temperaturas necessárias para a síntese, ocasiona a decomposição dos íons metálicos antes mesmo da formação dos compostos. Desta forma, Yang et al., desenvolveram uma série de trabalhos objetivando o estudo de cerâmicas piezoelétricas com o material $\text{Na}_{0,5}\text{K}_{0,5}\text{NbO}_3$ (NKN) dopado com diferentes quantidades em mol de CuNb_2O_6 (CN). A adição do niobato de cobre, favoreceu a diminuição da temperatura de formação da cerâmica, obtendo como melhor resposta para as propriedades de acoplamento eletromecânico, ferroelétrica e estabilidade térmica. A dopagem com 1,0 mol% de CuNb_2O_6 , tendo como aplicação bem sucedida do material para transdutores eletromecânico e transformadores piezoelétrico (YANG et al., 2010, 2011, 2012; YANG; CHU; TSAI, 2010). Sadykov et al., também investigaram para o mesmo sistema ($\text{NaNbO}_3\text{-CuNb}_2\text{O}_6$), propriedades dielétricas para o material. Constatando uma constante dielétrica baixa, sendo associados a construções de dispositivos aplicados a micro-ondas (SADYKOV et al., 2018). Ainda com a mesma ideia, Talanov et al., investigaram um sistema ternário contendo $\text{NaNbO}_3\text{-KNbO}_3\text{-CuNb}_2\text{O}_6$ pela primeira vez. As respostas frente as principais propriedades físicas e elétrica sugeriram aplicações para dispositivos ultrassônicos (TALANOV; SHILKINA; REZNICHENKO, 2016). Mais recentemente, a incorporação

do niobato de cobre em um óxido ternário contendo prata e óxido de cobre e ferro (CuFe_2O_4) estudado por Tang et al., resultou em um excelente material aplicado a fotocatalise, possibilitando uma regeneração magnética e uma diminuição na recombinação de portadores de cargas, ocasionando uma maior eficiência e reprodutibilidade quando comparado ao óxido ternário isolado (TANG et al., 2019). Também, Zhang et al., utilizaram o niobato de cobre na sua fase monoclinica simultaneamente com o óxido de grafeno reduzido para a aplicação em anodos de baterias de íon lítio. Tal heteroestrutura foi construída a partir da técnica de eletrofiação, gerando nanofio em 1 dimensão (CuNb_2O_6) e nanofolhas em duas dimensões (óxido de grafeno reduzido), fornecendo alta estabilidade estrutural e conseqüentemente, um alto desempenho em relação a taxa de retenção de capacitância (ZHANG et al., 2021).

O niobato de cobre como principal material de estudo, tem sido o foco de diversas pesquisas, além disso, nota-se que a prática e a utilização do material para aplicações no geral são na grande maioria muito recente. A primeira aplicação foi promovida por Biswas e Panchanan, em seu trabalho o CuNb_2O_6 na fase monoclinica foi obtido por uma rota de precursores polimérico. Devidos as alterações de resistência do material frente aos gases H_2 , NH_3 e GLP, foi possível, segundo os autores, desenvolver um sensor de gás, obtendo-se como melhor resposta o gás H_2 (BISWAS; PRAMANIK, 2008). Posteriormente, Kamimura et al., desenvolveram um trabalho relacionado a geração de H_2 frente a redução da água na presença das duas fases do niobato de cobre, possibilitada pelas diferenças de energias entre a banda de valência (+1,19 V vs. NHE) e a banda de condução (-1,51 V vs. NHE). Uma eficiência considera foi promovida devido ao efeito JanhTeller, causada pela adsorção d-d do íon Cu^{2+} na rede cristalina (KAMIMURA et al., 2018). Ainda, Girisun et al., estudaram as duas fases do niobato de cobre aplicado ao desenvolvimento de células solares sensibilizadas com corante (DSSC). Os eletrodos foram confeccionados a partir da técnica de laser pulsado, na qual, promoveu eletrodos sem defeito na camada do óxido depositado e com uma ótima adesão, conseqüentemente, foi gerada uma eficiência faradaica de 0,21 %, se mostrando superior a outros materiais aplicados ao desenvolvimento de DSSC, como o óxido de níquel ou também óxido de cromo (SABARI GIRISUN et al., 2021). Por fim, a partir dos estudos de Li et al., foi constatado que o niobato de cobre na sua fase ortorrômbica, também pode ser utilizado como

anodo de bateria de íon lítio, cuja resposta do material, resultou em uma perda da capacidade de armazenamento de 9,7 % apenas, após 1000 ciclos (LI et al., 2021).

3. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Diante deste estudo, foi possível descrever as principais características e propriedades do niobato de cobre. Visto de forma inédita uma revisão contendo a história do composto desde sua origem até os dias atuais. A classe dos niobatos está ganhando o foco em diversas pesquisas ao longo de décadas recentes, devido sua potencialidade em aplicações. Assim teve-se a necessidade de contribuir através deste artigo com um panorama do composto CuNb_2O_6 . O conhecimento de suas características e propriedades magnéticas, ópticas e elétricas, foram explorados como visto neste trabalho, possibilitaram suas aplicações em baterias, sistemas piezoelétricos e dispositivos ópticos. Porém, ainda a uma escassez de trabalhos envolvendo suas propriedades e fotoelétricas para aplicações em sistemas eletroquímicos.

A variedade das fases no qual niobato de cobre pode ser obtido, possibilita estudos envolvendo seu desempenho e rendimento para diversas aplicações, sendo de pura ou associado a outro composto. Como por exemplo, estudos relacionados a de sensores fotoeletroquímicos para determinação de fármacos e contaminantes ambientais, seja oxidando ou reduzindo as mesmas. Eu suma, está revisão, aborda um conhecimento sobre o niobato de cobre, trabalhos informativos e descritivos, fundamentos os conceitos para trabalhos a serem desenvolvidos no futuro, acerca de novas aplicações para este material.

3. REFERÊNCIAS

- BAZUEV, G. V; KRYLOV, E. I. Investigation of copper metaniobate and metatantalate by electronic and vibrational spectroscopy. **Journal of Structural Chemistry**, [s. l.], v. 12, n. 1, p. 154–156, 1971.
- BISWAS, S. K.; PRAMANIK, P. Studies on the gas sensing behaviour of nanosized

- CuNb₂O₆ towards ammonia, hydrogen and liquefied petroleum gas. **Sensors and Actuators, B: Chemical**, [s. l.], v. 133, n. 2, p. 449–455, 2008.
- BRANDT, K. X-ray studies on ABO₄ compounds of rutile type and AB₂O₆ compounds of columbite type. **Ark. Kemi, Min. Geol**, [s. l.], v. 17, p. 1–8, 1943.
- CHOI, J.; KING, N.; MAGGARD, P. A. Metastable Cu(I)-niobate semiconductor with a low-temperature, nanoparticle-mediated synthesis. **ACS Nano**, [s. l.], v. 7, n. 2, p. 1699–1708, 2013. Disponível em: <<https://pubs.acs.org/doi/10.1021/nn305707f>>
- DHAK, D.; DHAK, P.; GHORAI, T.; PRAMANIK, P. Dielectric diffuseness and conductivity study of CuNb₂O₆ incorporated BaTiO₃ synthesized by chemical route. **Journal of Applied Physics**, [s. l.], v. 102, n. 7, p. 0–11, 2007.
- DREW, M. G. B.; HOBSON, R. J.; PADAYATCHY, V. T. Synthesis, single-crystal structure and magnetic properties of orthorhombic CuNb₂O₆. **Journal of Materials Chemistry**, [s. l.], v. 3, n. 8, p. 889, 1993. Disponível em: <<http://xlink.rsc.org/?DOI=jm9930300889>>
- DREW, M. G. B.; HOBSON, R. J.; PADAYATCHY, V. T. Synthesis, structure and magnetic properties of monoclinic CuNb₂O₆ and the electronic spectra of both polymorphs of CuNb₂O₆. **Journal of Materials Chemistry**, [s. l.], v. 5, n. 11, p. 1779, 1995. Disponível em: <<http://xlink.rsc.org/?DOI=jm9950501779>>
- FELTEN, E. J. The preparation of CuNb₂O₆ and CuTa₂O₆. **Journal of Inorganic and Nuclear Chemistry**, [s. l.], v. 29, n. 4, p. 1168–1171, 1967. Disponível em: <<https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/0022190267801052>>
- FUKAMACHI, T.; KOBAYASHI, Y.; KANADA, M.; KASAI, M.; YASUI, Y.; SATO, M. NMR studies on spin-gap behavior of monoclinic CuNb₂O₆. **Journal of the Physical Society of Japan**, [s. l.], v. 67, n. 6, p. 2107–2111, 1998. Disponível em: <<http://journals.jps.jp/doi/10.1143/JPSJ.67.2107>>
- HUSSON, E.; REPELIN, Y.; DAO, N. Q.; BRUSSET, H. Normal coordinate analysis of the MNb₂O₆ series of columbite structure (M=Mg, Ca, Mn, Fe, Co, Ni, Cu, Zn, Cd). **The Journal of Chemical Physics**, [s. l.], v. 67, n. 3, p. 1157, 1977. a. Disponível em: <<http://scitation.aip.org/content/aip/journal/jcp/67/3/10.1063/1.434968>>
- HUSSON, E.; REPELIN, Y.; DAO, N. Q.; BRUSSET, H. Etude par spectrophotométries d'absorption infrarouge et de diffusion Raman des niobates de structure columbite. **Spectrochimica Acta Part A: Molecular Spectroscopy**, [s. l.], v. 33, n. 11, p. 995–1001, 1977. b.
- HUSSON, E.; REPELIN, Y.; NGUYEN QUY DAO; BRUSSET, H. Characterization of

- different bondings in some divalent metal niobates of columbite structure. **Materials Research Bulletin**, [s. l.], v. 12, n. 12, p. 1199–1206, 1977. c.
- JOSHI, U. A.; MAGGARD, P. A. CuNb₃O₈: A p-Type Semiconducting Metal Oxide Photoelectrode. **The Journal of Physical Chemistry Letters**, [s. l.], v. 3, n. 11, p. 1577–1581, 2012. Disponível em: <<https://pubs.acs.org/doi/10.1021/jz300477r>>
- JOSHI, U. A.; PALASYUK, A. M.; MAGGARD, P. A. Photoelectrochemical Investigation and Electronic Structure of a p-Type CuNbO₃ Photocathode. **The Journal of Physical Chemistry C**, [s. l.], v. 115, n. 27, p. 13534–13539, 2011. Disponível em: <<https://pubs.acs.org/doi/10.1021/jp204631a>>
- KAMIMURA, S.; ABE, S.; TSUBOTA, T.; OHNO, T. Solar-driven H₂ evolution over CuNb₂O₆: Effect of two polymorphs (monoclinic and orthorhombic) on optical property and photocatalytic activity. **Journal of Photochemistry and Photobiology A: Chemistry**, [s. l.], v. 356, p. 263–271, 2018. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.jphotochem.2017.12.039>>
- KATO, M.; YOSIHI, S.; SATO, M. On the magnetic state of monoclinic-Cu_{1-x}A_xNb₂O₆ (A=Zn, Co and Ni). **Journal of the Physical Society of Japan**, [s. l.], v. 68, n. 6, p. 2040–2045, 1999.
- KODAMA, K.; FUKAMACHI, T.; HARASHINA, H.; KANADA, M.; KOBAYASHI, Y.; KASAI, M.; SASAKI, H.; SATO, M.; KAKURAI, K. Spin-Gap Behavior of CuNb₂O₆. **Journal of the Physical Society of Japan**, [s. l.], v. 67, n. 1, p. 57–60, 1998.
- KODAMA, K.; HARASHINA, H.; SASAKI, H.; KATO, M.; SATO, M.; KAKURAI, K.; NISHI, M. Neutron scattering study on the quasi-one-dimensional spin-gap system CuNb₂O₆. **Journal of the Physical Society of Japan**, [s. l.], v. 68, n. 1, p. 237–241, 1999. Disponível em: <<http://journals.jps.jp/doi/10.1143/JPSJ.67.57>>
- KOO, H. J.; WHANGBO, M. H. Examination of the anisotropic spin exchange interactions of CuM₂O₆ (M=Sb, V, Nb) by spin dimer analysis. **Journal of Solid State Chemistry**, [s. l.], v. 156, n. 1, p. 110–116, 2001.
- KORMÁNYOS, A.; THOMAS, A.; HUDA, M. N.; SARKER, P.; LIU, J. P.; POUDYAL, N.; JANÁKY, C.; RAJESHWAR, K. Solution Combustion Synthesis, Characterization, and Photoelectrochemistry of CuNb₂O₆ and ZnNb₂O₆. **Journal of Physical Chemistry C**, [s. l.], v. 120, n. 29, p. 16024–16034, 2016.
- KRATZHELLER, B.; GRUEHN, R. Beiträge zum thermischen Verhalten von Übergangsmetallniobaten III. Darstellung und Struktur von orthorhombischem CuNb₂O₆. **Journal of Alloys and Compounds**, [s. l.], v. 183, n. C, p. 75–84, 1992.

- Disponível em: <<https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/092583889290732O>>
 KRISHNAMURTHY, V. V.; NAGAMINE, K.; NISHIYAMA, K.; ISHIKAWA, M.; YAMAGUCHI, M.; WATANABE, I.; ISHIKAWA, T.; DAS, T. P. Magnetic ordering and spin dynamics in the quasi-one-dimensional spin $s = 1/2$ chains of CuNb_2O_6 observed by muon spin rotation and relaxation. **Physical Review B**, [s. l.], v. 68, n. 1, p. 014401, 2003. Disponível em: <<https://link.aps.org/doi/10.1103/PhysRevB.68.014401>>
 KUMADA, N.; KINOMURA, N. Topochemical preparation of LiNbO_3 type $\text{Li}_{1-x}\text{Cu}_x\text{NbO}_3$ from CuNb_2O_6 . **Materials Research Bulletin**, [s. l.], v. 25, n. 7, p. 881–889, 1990. Disponível em: <<https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/002554089090066B>>
 LEE, S.-Y.; LIM, A. S.; KWON, Y. M.; CHO, K. Y.; YOON, S. Copper, zinc, and manganese niobates (CuNb_2O_6 , ZnNb_2O_6 , and MnNb_2O_6): structural characteristics, Li + storage properties, and working mechanisms. **Inorganic Chemistry Frontiers**, [s. l.], v. 7, n. 17, p. 3176–3183, 2020. Disponível em: <<http://xlink.rsc.org/?DOI=D0QI00475H>>
 LI, M.; SU, A.; QIN, Q.; QIN, Y.; DOU, A.; ZHOU, Y.; SU, M.; LIU, Y. High-rate capability of columbite CuNb_2O_6 anode materials for lithium-ion batteries. **Materials Letters**, [s. l.], v. 284, n. 60, p. 128915, 2021. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.matlet.2020.128915>>
 MIESSLER, G. L.; FISCHER, P. J.; TARR, D. A. **Inorganic Chemistry**. 5^o ed ed. [s.l.] : Pearson Education, Inc., 2014.
 NISHIKAWA, T.; KATO, M.; KANADA, M.; FUKAMACHI, T.; KODAMA, K.; HARASHINA, H.; SATO, M. Specific heat of quasi-one-dimensional spin $1/2$ system CuNb_2O_6 . **Journal of the Physical Society of Japan**, [s. l.], v. 67, n. 6, p. 1988–1993, 1998.
 PRIYADARSHANI, N.; SABARI GIRISUN, T. C.; RAVIDHAS, C. Enhanced electrical behaviour of monoclinic p- CuNb_2O_6 . **Materials Research Bulletin**, [s. l.], v. 84, p. 39–45, 2016.
 PRIYADARSHANI, N.; SABARI GIRISUN, T. C.; VENUGOPAL RAO, S. Influence of sintering time on switching of the femtosecond nonlinear optical properties of CuNb_2O_6 . **Optical Materials**, [s. l.], v. 66, p. 534–541, 2017.
 PRIYADARSHANI, N.; VENUGOPAL RAO, S.; SABARI GIRISUN, T. C. Investigation of the femtosecond optical limiting properties of monoclinic copper niobate. **Applied Physics B**, [s. l.], v. 122, n. 10, p. 256, 2016.
 PRIYADARSHANI, N.; VINITHA, G.; SABARI GIRISUN, T. C. Third order nonlinear

- optical properties of monoclinic and orthorhombic CuNb_2O_6 under CW laser illumination. **Optics & Laser Technology**, [s. l.], v. 108, p. 287–294, 2018. Disponível em: <<https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0030399217319060>>
- SABARI GIRISUN, T. C.; PRIYADARSHANI, N.; PANDA, S. K.; SUBRAMANIAN, B. Pulsed laser deposited CuNb_2O_6 polymorph photocathode-An alternate to NiO p-DSSCs. **Materials Science in Semiconductor Processing**, [s. l.], v. 121, n. August 2020, p. 105404, 2021.
- SADYKOV, K. A.; SHILKINA, L. A.; VERBENKO, I. A.; DUDKINA, S. I.; REZNICHENKO, L. A. Phases, Microstructure, Dielectric and Piezoelectric Properties of Solid Solutions of the NaNbO_3 System - CuNb_2O_6 Prepared From Nb_2O_5 of Various Qualifications. In: PROCEEDINGS OF THE INTERNATIONAL SYMPOSIUM “ENGINEERING AND EARTH SCIENCES: APPLIED AND FUNDAMENTAL RESEARCH” (ISEES 2018) 2018, Paris, France. **Anais...** Paris, France: Atlantis Press, 2018. Disponível em: <<https://www.atlantis-press.com/article/55909683>>
- SLEIGHT, A. W.; PREWITT, C. T. Preparation of CuNbO_3 and CuTaO_3 at high pressure. **Materials Research Bulletin**, [s. l.], v. 5, n. 3, p. 207–211, 1970. Disponível em: <<https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/0025540870900085>>
- STURDIVANT, J. . H. 6. The Crystal Structure of Columbite. **Zeitschrift für Kristallographie - Crystalline Materials**, [s. l.], v. 75, n. 1, p. 88–108, 1930. Disponível em: <<https://www.degruyter.com/document/doi/10.1515/zkri-1930-0107/html>>
- SULLIVAN, I.; ZOELLNER, B.; MAGGARD, P. A. Copper(I)-Based p-Type Oxides for Photoelectrochemical and Photovoltaic Solar Energy Conversion. **Chemistry of Materials**, [s. l.], v. 28, n. 17, p. 5999–6016, 2016. Disponível em: <<https://pubs.acs.org/doi/10.1021/acs.chemmater.6b00926>>
- TALANOV, M. V.; SHILKINA, L. A.; REZNICHENKO, L. A. Synthesis and Properties of $\text{Na}_{1-x}\text{K}_x\text{NbO}_3$ -Based Solid Solutions in the CuNb_2O_6 – NaNbO_3 – KNbO_3 System. **Inorganic Materials**, [s. l.], v. 52, n. 10, p. 1063–1069, 2016.
- TANG, Y.; ZHANG, D.; LI, Y.; HUANG, B.; LI, H.; PU, X.; GENG, Y. Fabrication of magnetically recoverable $\text{Ag}/\text{CuNb}_2\text{O}_6/\text{CuFe}_2\text{O}_4$ ternary heterojunction composite for highly efficient photocatalytic degradation of pollutants. **Separation and Purification Technology**, [s. l.], v. 220, n. January, p. 78–88, 2019.
- UEKAWA, N.; KUDO, T.; MORI, F.; WU, Y. J.; KAKEGAWA, K. Low-temperature synthesis of niobium oxide nanoparticles from peroxo niobic acid sol. **Journal of**

Colloid and Interface Science, [s. l.], v. 264, n. 2, p. 378–384, 2003.

WAHLSTRÖM, E.; MARINDER, B.-O. Phase analysis studies in the copper-niobium-oxygen system. **Inorganic and Nuclear Chemistry Letters**, [s. l.], v. 13, n. 11, p. 559–564, 1977. Disponível em:

<<https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/0020165077801207>>

YAMAGUCHI, M.; FURUTA, T.; ISHIKAWA, M. Calorimetric Study of Several Cuprates with Restricted Dimensionality. **Journal of the Physical Society of Japan**, [s. l.], v. 65, n. 9, p. 2998–3006, 1996. Disponível em:

<<http://journals.jps.jp/doi/10.1143/JPSJ.65.2998>>

YANG, M.-R.; CHU, S.-Y.; CHAN, I.-H.; HUANG, S.-K. Fabrication and characterization of $\text{Na}_{0.5}\text{K}_{0.5}\text{NbO}_3\text{-CuNb}_2\text{O}_6$ lead-free step-down piezoelectric transformers. **Journal of Applied Physics**, [s. l.], v. 110, n. 4, p. 044503, 2011. Disponível em:

<<http://aip.scitation.org/doi/10.1063/1.3624579>>

YANG, M.-R.; CHU, S.-Y.; CHAN, I.-H.; YANG, S.-L. Disk-type piezoelectric transformer of a $\text{Na}_{0.5}\text{K}_{0.5}\text{NbO}_3\text{-CuNb}_2\text{O}_6$ lead-free ceramic for driving T5 fluorescent lamp. **Journal of Alloys and Compounds**, [s. l.], v. 522, p. 3–8, 2012. Disponível em:

<<http://dx.doi.org/10.1016/j.jallcom.2011.10.062>>

YANG, M.-R.; CHU, S.-Y.; TSAI, C.-C. An ultrasonic therapeutic transducers using lead-free $\text{Na}_{0.5}\text{K}_{0.5}\text{NbO}_3\text{-CuNb}_2\text{O}_6$ ceramics. **Journal of Alloys and Compounds**, [s. l.], v. 507, n. 2, p. 433–438, 2010. Disponível em:

<<http://dx.doi.org/10.1016/j.jallcom.2010.07.150>>

YANG, M.-R.; TSAI, C.-C.; HONG, C.-S.; CHU, S.-Y.; YANG, S.-L. Piezoelectric and ferroelectric properties of CN-doped $\text{K}_{0.5}\text{Na}_{0.5}\text{NbO}_3$ lead-free ceramics. **Journal of Applied Physics**, [s. l.], v. 108, n. 9, p. 094103, 2010. Disponível em:

<<http://aip.scitation.org/doi/10.1063/1.3493732>>

ZHANG, H.; ZHANG, X.; LI, H.; GAO, Y.; YAN, J.; ZHU, K.; YE, K.; CHENG, K.; WANG, G.; CAO, D. Copper niobate nanowires immobilized on reduced graphene oxide nanosheets as rate capability anode for lithium ion capacitor. **Journal of Colloid and Interface Science**, [s. l.], v. 583, p. 652–660, 2021.

Capítulo 7

A TRAJETÓRIA EMPREENDEDORA DE HENRIQUE DUMONT E SUA INFLUÊNCIA NA VIDA DE SANTOS DUMONT

Rafael José Pôncio

A TRAJETÓRIA EMPREENDEDORA DE HENRIQUE DUMONT E SUA INFLUÊNCIA NA VIDA DE SANTOS DUMONT

Rafael José Pôncio

Mestre em administração, historiador e escritor brasileiro, professor, pós graduado em empreendedorismo, com diversos MBAs em gestão e negócios, e profissionalmente é empresário hoteleiro e desenvolve empreendimentos habitacionais. Escreve e publica seus artigos mensalmente desde 2012 no blog Empreender e Gerir. Notabilizou-se, sobretudo, pelas suas publicações acerca da história de grandes empreendedores.

Resumo

O presente artigo apresenta uma perspectiva empreendedora da vida de Henrique Dumont, conhecido como “o rei do café” e como “o pai de Santos Dumont”. Apesar de uma vida de sucesso do ponto de vista econômico, em geral a historiografia o relegou ao papel de progenitor do grande inventor brasileiro, por vezes esquecendo os feitos realizados em sua fazenda durante a segunda metade do século XIX. Compreendendo que cada indivíduo tem sua trajetória marcada por ações e estas, por sua vez, influenciam o seu contexto social, um dos objetivos deste artigo versa por demonstrar como a cultura empreendedora adquirida por Henrique Dumont ao longo da vida foi transmitida ao seu filho no formato de conselhos, instruções e exemplos pessoais, fazendo com que Santos Dumont desenvolvesse o mesmo ímpeto para o empreendedorismo. Para tanto, utilizamos os conceitos de “estrutura” e “agência” do sociólogo Anthony Giddens a fim de entendermos a dinâmica social existente entre o indivíduo e seu meio social e como ambos se relacionam. Também apresenta-se no artigo os conceitos de empreendedorismo e o que seria um empreendedor para que assim possamos definir os limites do que pode-se entender como uma cultura empreendedora que, de forma intencional ou não, foi plantada ao longo das ações de Henrique Dumont.

Palavras-chave: Empreendedorismo; Henrique Dumont; História; Empreendedor

Abstract

The article presents an entrepreneurial perception about the life of Henrique Dumont, the “king of coffee” and Santos Dumont’s father. Although a successful economic life, in general the historiography relegated him to the assignment of father of the Brazilian inventor Santos Dumont, sometimes forgetting his achievements with his farm in the XIX century. Understanding that each person has your personal trajectory and your actions influence the social environment, the objective of this article is to demonstrate how Henrique Dumont’s entrepreneurial culture was transmitted to your son in format

of advice, personal example and instructions, building in Santos Dumont's life the same entrepreneurial culture. Therefore, we used the concept of "structure" and "agency" of the sociologist Anthony Giddens in order to understand the social dynamics between the individual and your social environment and how both relate. The article also presents the concept of "entrepreneurship" and "entrepreneur" to define the limits of these ideas and comprehend how the entrepreneurial culture was developed in Henrique Dumont's life.

Keywords: Entrepreneurship; Henrique Dumont; History; Entrepreneur

Introdução

A história da humanidade é marcada por inovações. Graças à nossa capacidade intelectual podemos criar ferramentas, linguagens, símbolos e até mesmo uma nova sociedade. Essa característica tão singular do ser humano permite que estejamos sempre nos renovando, seja a nível pessoal ou coletivo. Partindo dessa premissa, podemos afirmar que empreender é necessariamente um aspecto da nossa espécie, uma vez que assumimos riscos que não envolvem necessariamente nossa sobrevivência física, logo, não é um instinto tal qual o dos animais.

Partindo dessa perspectiva, podemos considerar natural à nossa espécie buscar sempre por inovações, seja nos mais diferentes campos de atuação em nossas vidas. Ainda assim, é possível que um empreendedor não seja valorizado pelo sucesso de suas inovações. Esse é o caso de Henrique Dumont, figura praticamente desconhecida em nossa história nacional apesar de receber o título de "rei do café". A grande lembrança que temos deste empreendedor é o fato de que Santos Dumont, o grande criador do 14-bis, ser seu filho. Mas será que um homem com um título tão imponente quanto o de Henrique Dumont poderia se limitar a ser "o pai de Santos Dumont?"

Devemos ressaltar que não há problema em apontar os fatos, porém, um ser humano é muito mais do que um pai, filho, esposa, mãe ou qualquer outro papel social que há de cumprir em nossos círculos mais internos. Frente a isso, o presente artigo busca mostrar um pouco mais sobre Henrique Dumont, ressaltando seu empreendedorismo e como o construtor de ferrovias tornou-se o principal produtor de café no Brasil.

Também consideramos uma nova perspectiva para observarmos a relação da família Dumont e notarmos como essa cultura empreendedora, que podemos apontar a origem no avô de Henrique Dumont, foi construída e passada através das gerações.

Dito isso, buscamos estabelecer uma relação indivíduo-sociedade em que esse elemento empreendedor pode ser estimulado pelo meio e, a partir desse estímulo, gerar uma ação individual que envolve o empreendedorismo. Aplicando os conceitos de “estrutura” e “agência” de Anthony Giddens podemos enxergar a dinâmica social que permite às sociedades continuarem reinventando-se, tanto em seus aspectos culturais como econômicos e políticos.

Nesse sentido, um dos objetivos do artigo é compreender essa dinâmica a partir da trajetória de Henrique Dumont, mostrando com trechos de sua biografia o estímulo ao empreendedorismo e como tais aspectos refletem na formação dos seus filhos, principalmente o de Santos Dumont. Assim, o que podemos chamar de “cultura empreendedora” forma-se dentro dessas relações sociais em que o meio (nesse caso, Henrique Dumont como representante da estrutura) influencia os indivíduos e estes, por sua vez, atuam no mundo, gerando um novo posicionamento da estrutura, uma adaptação a ação realizada pelos indivíduos.

Para sabermos a influência de Henrique Dumont na formação desta cultura utilizamos o texto biográfico de Santos Dumont no qual comenta-se acerca das características do seu pai e seu papel enquanto formador do jovem que sonhava em voar.

2.0 Fundamentação Teórica

2.1 O Empreendedorismo

Ao longo da história o termo empreendedorismo foi definido a partir de diferentes modos. A variação natural no decorrer dos séculos fez com que usualmente passássemos a confundir empreendedorismo e a figura do empreendedor com a do capitalista, do dono de negócios e outras nomenclaturas sociais que pouco nos dizem sobre a figura do que é verdadeiramente um empreendedor.

Dito isso, se faz necessário apresentar a base pela qual vamos trabalhar a ideia do empreendedorismo e como se posiciona o empreendedor dentro dos conceitos abordados. Se recorrermos ao dicionário de português, a palavra “empreender” tem por definição tentar ou executar algo. Quando associamos essa palavra à economia, notamos que ela começou a ser usada a partir dos pensadores do liberalismo

econômico do século XVII e XVIII. De acordo com Chiavenato (2007) é aqui que nasce o “empreendedorismo”:

O empreendedorismo tem sua origem na reflexão de pensadores econômicos do século XVIII e XIX, conhecidos defensores do *laissez-faire* ou liberalismo econômico. Esses pensadores econômicos defendiam que a ação da economia era refletida pelas forças livres do mercado e da concorrência. (CHIAVENATO, 2007, p.5)

Dentro dessa perspectiva de livre concorrência, o empreendedorismo seria uma importante ferramenta para criar novos produtos, serviços e ocupar o espaço de novas demandas, fazendo assim com que o dinamismo econômico do modelo liberal seguisse existindo. Dentro desse modelo econômico nasce então a figura do empreendedor: o homem que aplica o empreendedorismo dentro de um negócio e assim cria uma nova realidade econômica no mercado.

2.2 O Empreendedor

De acordo com o antropólogo Joseph Schumpeter (1934), "o empreendedor é uma pessoa que destrói a ordem econômica existente introduzindo novos produtos e serviços, criando novas formas de organização e explorando novos materiais." (SALIM et al *apud* SCHUMPETER, 2010, p.8). Nesse sentido, o papel do empreendedor dentro da lógica de produção está diretamente ligada com a inovação. Inovar, por definição, é criar algo novo, podendo ter como base um modelo e criando adaptações ou construindo algo que até então não existia.

Nesse sentido, empreender está atrelado à inovação, do mesmo modo que essa característica é compartilhada com outros grupos como os inventores. A diferença primordial entre esses dois personagens sociais é de que o empreendedor direciona suas inovações para a ordem econômica, criando negócios, empresas, produtos ou modos de se organizar. Já o inventor não está necessariamente preso à questão econômica, mas é, em geral, alguém que busca a inovação como uma melhoria de algum aspecto social que pode se tornar um produto e participar da lógica econômica.

Dentro dessa perspectiva, outras definições para o empreendedor foram desenvolvidas. De acordo com Longenecker (1975):

O empreendedor é a pessoa que inicia e/ou opera um negócio para realizar uma ideia ou projeto pessoal assumindo riscos e responsabilidades e inovando continuamente. Essa definição envolve não apenas os fundadores de empresas, mas os membros da segunda ou terceira geração de empresas familiares e os gerentes-proprietários, que compram empresas já existentes de seus fundadores (CHIAVENATO *apud* LONGENECKER *et al*, 2007, p.3)

Se buscarmos ampliar um pouco o conceito, quebrando os limites de ordem econômica, podemos entender que a figura do empreendedor, caracterizado por ser alguém que corre riscos e busca trazer inovações ao meio em que vive, seja sua casa, seu bairro ou mesmo toda a sociedade, está presente em toda a história humana. Graças às inovações para melhorar as chances de sobrevivência as sociedades antigas tornaram-se civilizações que surpreendem-nos até os dias atuais com seus avanços tecnológicos.

Entretanto, por não conhecermos os indivíduos que produziram tais inovações não podemos dar-lhes o crédito como empreendedores. Nesse sentido, o conceito de “empreendedor” parte de um pressuposto lógico, que é o da individualidade, sendo uma característica de cada indivíduo e não uma perspectiva social. Por isso não podemos falar em “sociedade empreendedora”, mas sim em um grupo social que estimula o empreendedorismo.

2.3 “Estrutura”, “Agência” e sua relação com o empreendedorismo.

Partindo dessa perspectiva, existiria um “gene” empreendedor? uma característica própria que explicasse a razão de algumas pessoas desenvolverem tais habilidades e outras não? Em grande parte consideramos que tais habilidades estão mais direcionadas à cultura e a forma na qual cada indivíduo responde aos estímulos oferecidos pela sociedade. Nesse sentido, buscamos aplicar os conceitos de “Estrutura” e “Agência” desenvolvidos pelo sociólogo inglês Anthony Giddens. De acordo com o sociólogo:

Na teoria da estruturação, considera -se “estrutura” o conjunto de regras e recursos implicados, de modo recursivo, na reprodução social; as características institucionalizadas de sistemas sociais têm propriedades estruturais no sentido de que

as relações estão estabilizadas através do tempo e do espaço
(GIDDENS, 2009, p. 35)

Pensando no conceito de “estrutura” apresentado por Giddens podemos pensar se a formação coletiva, ou seja, uma sociedade, é capaz de estimular ou inibir esse impulso inovador. Quando falamos em “formação coletiva” queremos esclarecer que todo núcleo com interações sociais e regras estabelecidas podem ser uma pequena sociedade. Dessa forma, uma casa, escola, um grupo de algumas pessoas e até mesmo um país podem ser pequenos espaços em que a estrutura se manifeste.

Giddens ainda nos apresenta outro conceito que interage de maneira harmônica com o que tentamos compreender nesse artigo: o de agência. Para ele:

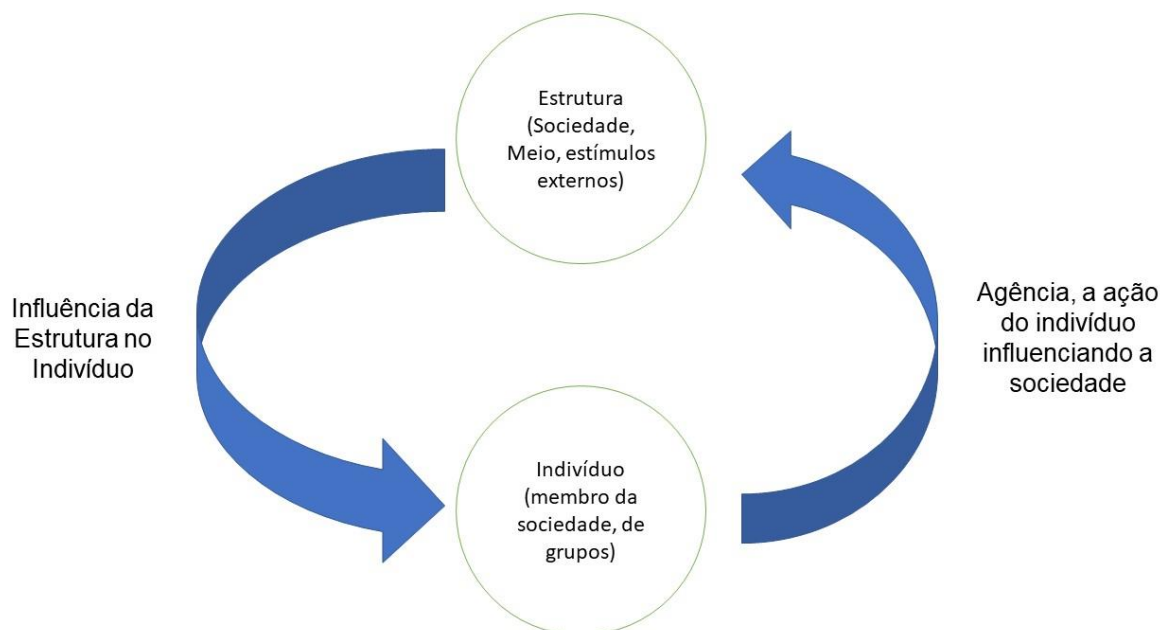
“A agência humana só pode ser definida em termos de intenções, ou seja, para que um item de comportamento seja considerado uma ação, é preciso que o realizador tenha a intenção de o manifestar, caso contrário o comportamento em questão é apenas uma resposta reativa. “Agência” não se refere às intenções que as pessoas têm de fazer as coisas, mas à capacidade delas de realizar essas coisas em primeiro lugar.
(GIDDENS, 2009, p. 9-10)

De forma objetiva, “agência” é a ação que um indivíduo tem a partir dos estímulos que recebe da estrutura. Como aponta Giddens, essas ações são práticas e objetivas, não somente ocorrendo no plano teórico. Dentro da perspectiva do empreendedorismo, só pode ser chamado de empreendedor aquele que atua como tal. Dessa maneira, a sociedade, ou o meio em que o indivíduo vive, ou seja, “a estrutura”, pode estimular características que desenvolvam esse tipo de ação, mas esta se fará concreta somente na realização individual de cada personagem social.

Partindo dessa base teórica podemos compreender, por exemplo, a razão de diferentes indivíduos que vivem sob a mesma estrutura agirem de forma distinta, pois a agência também tem em sua composição uma grande parte do estímulo individual. Além disso, fica evidente que essa dinâmica faz com que a sociedade mova-se sempre no sentido de absorver a ação destes indivíduos, moldando a estrutura sempre que necessário. Pensando na perspectiva econômica, a agência dos empreendedores causam o desequilíbrio citado por Schumpeter, fazendo com que a lógica econômica se reorganize para absorver os novos produtos, serviços ou meios

inseridos pela ação empreendedora. Dito isso, a figura 1 representa, de forma simplificada e didática a relação entre estrutura e agência:

Figura 1: relação entre a “estrutura” e “agência” na dinâmica sociedade-indivíduo



3.0 Metodologia

Como metodologia para o presente artigo utilizamos a análise crítica das fontes que versam sobre a biografia de Henrique Dumont. Para isso teremos como base fragmentos da obra “o que vi, o que veremos” de Santos Dumont, filho de Henrique e famoso inventor brasileiro. Através destes escritos conheceremos sobre a trajetória de Henrique Dumont e poderemos analisar as evidências que demonstram o espírito empreendedor do “rei do café”, como ficou conhecido em seu tempo.

Desse modo, a trajetória de Henrique Dumont nos serve como estudo de caso para a aplicação dos conceitos que apresentamos acima, demonstrando assim sua validade. Para tanto, a análise crítica dos fragmentos da obra de Santos Dumont nos exige três operações metodológicas: a heurística, a crítica e a análise. Através da heurística levantaremos perguntas e proposições; com a crítica colocaremos em validade a obra e suas fontes; por último, a análise nos trará (ou não) as respostas para os questionamentos levantados com o primeiro procedimento.

4.0 A trajetória empreendedora de Henrique Dumont e sua influência na vida de Santos Dumont

4.1 Breve biografia de Henrique Dumont

Toda história tem um início e a de Henrique Honoré Dumont não é diferente. Nascido em Diamantina, em 1832. Na época o Brasil vivia as primeiras décadas de sua fase imperial, vivendo o período da Regência (1831 -1840). Filho de franceses, os pais de Henrique Dumont eram Eufrázia Françoise Honoré e François Honoré Felix Dumont e podemos afirmar, quando retornamos à sua origem, que o empreendedorismo já estava no seu “sangue” mesmo antes de nascer.

Afirmamos isso porque o casamento de Eufrázia com Félix nasceu dentro de uma proposta empreendedora. O casal firmou o casamento em Paris e o pai de Eufrázia, avô de Henrique, era um conhecido ourives em Bordeaux que pretendia aproveitar-se das ricas minas de diamantes da cidade mineira no Brasil. Assim, logo após o casamento os pais de Henrique mudaram-se com o intuito de abrir uma mineradora e explorar os recursos aqui encontrados, em 1828.

Como nos conta a sua biografia¹², o empreendimento dos seus pais não triunfou no solo brasileiro, visto que no mesmo período uma grande mina de diamantes foi encontrada na África do Sul e com isso os preços do valioso minério entrou em decadência, gerando um grande prejuízo ao casal francês. Mesmo com poucas condições, a vida no Brasil seguiu com seus três filhos (Henrique Dumont era o segundo). Felix Dumont, entretanto, nunca recuperou-se da desilusão sofrida no empreendimento no Brasil. Poucos anos mais tarde, em 1842, acabou falecendo precocemente, deixando Eufrázia e os filhos.

Com a ajuda de familiares, principalmente por seu avô, Henrique Dumont acabou indo para Paris estudar na escola de artes e ofícios de Paris, se tornando um engenheiro aos 21 anos de idade. Quanto a esse fato, vale ressaltar que o ensino superior em nosso país estava dando seus primeiros passos e a opção de aprender um ofício em outro país era uma prática comum. Esse fato explica a volta de Henrique Dumont para o Brasil após sua formação, dedicando-se ao trabalho em Ouro Preto.

¹² informações sobre a vida de Henrique Dumont foram retiradas do site <https://www.geni.com/people/Henrique-Dumont/6000000015810266465> acessado em 10 de julho de 2022

Na capital de Minas Gerais o pai de Santos Dumont, agora engenheiro, trabalhou prestando serviços de engenharia para a cidade. Após anos de experiência em sua profissão, Henrique Dumont recebeu novos desafios através de parcerias e novas oportunidades de trabalho, como destaca Koppe et al (2018):

“Em julho de 1867, Henrique assinou um contrato com Joaquim Saldanha Marinho para construir um barco a vapor, que foi lançado no rio São Francisco pelo Imperador D. Pedro II, em 2 de fevereiro de 1871. Em 1872, Henrique se tornou o engenheiro da Ferrovia Central do Brasil, construindo a estrada de ferro de Dom Pedro II.”(KOPPE et al, 2018, p.61)

Até esse ponto, o que podemos enxergar da trajetória de Henrique Dumont? Que este foi, até o momento, um excelente prestador de serviços, ou seja, um bom funcionário desempenhando seu papel. Onde está o empreendedorismo? É a partir da construção da ferrovia da central do Brasil que o rumo profissional de Henrique Dumont muda e o pai de Santos Dumont finalmente passa a empreender.

4.2 O empreendedorismo de Henrique Dumont em sua fazenda

Com o fim da construção da estrada de ferro, Henrique Dumont mudou a perspectiva quanto aos seus recursos. Passou paulatinamente o emprego como engenheiro e investiu em uma fazenda de café, até então o principal produto de exportação brasileiro. Henrique Dumont muda-se com sua família para Ribeirão Preto e passa a viver da terra, tornando-se um cafeicultor de sucesso. Em quase uma década, de 1879 a 1887, o pai de Santos Dumont iria possuir a maior plantação do Brasil, colhendo 5.7 milhões de pés de café e seria chamado de “O rei do café” (KOPPE et al, 2018, p. 61).

Pensando sobre como concorrer com outras fazendas que, àquela altura, possuíam mais experiência, tamanho e mão de obra do que a de Henrique Dumont, como foi possível que o engenheiro superasse essas adversidades e se tornasse o maior produtor de café do Brasil? Dentre as evidências que apontam para o grande crescimento da fazenda Dumont estão a utilização de mão de obra imigrante, que se tornaria uma realidade após a abolição da escravatura em 1888 e a implementação de maquinário para o processo de semeadura e colheita.

Devemos lembrar do contexto histórico em que esses eventos aconteceram. Primeiramente falemos da segunda metade do século XIX no Brasil. Após 300 anos de escravidão, o Brasil paulatinamente foi desvencilhando-se das amarras da escravatura. Apesar de ter sido o último país da América a tomar tal atitude, as leis antiescravistas minavam a lógica da utilização da mão de obra escrava. Lembremos que em 1871, por exemplo, foi aprovada a lei do ventre livre, no qual todos os filhos nascidos de escravos seriam considerados homens livres. Já em 1885, apenas três anos antes da abolição, criou-se a lei do sexagenário que apesar de na prática ser pouco eficaz, abriu terreno no campo das ideias para as mudanças que ocorreriam no Brasil.

De acordo com o jornal “Gazeta da semana”, a fazenda do rei do café em seu auge chegou a ter mais de 5 mil funcionários, em sua maioria imigrantes.¹³ Como nos conta a história, a imigração de europeus no início da Primeira República (1889 - 1930) passa a ser uma realidade e alternativa para a reposição da mão de obra para as fazendas. Nesse sentido, percebe-se que Henrique Dumont antecipou-se em pelo menos uma década quanto à substituição da força de trabalho no campo, não sendo pego de surpresa quanto aos fatos e muito menos tendo prejuízos em sua produção, uma vez que grande parte de sua força de trabalho manteve-se inalterada. Apesar disso, não podemos inferir que esse seja um fruto direto de sua percepção do contexto em que vivia e, desse modo, um sinal de inovação. Entretanto, considerando a teoria da estruturação de Giddens é possível percebermos como a dinâmica social provavelmente influenciou a tomada de decisão de Dumont e seu empreendimento.

Dessa maneira, a “estrutura”, nesse caso a política brasileira do final do século XIX, dando sinais de mudança na lógica escravista, afetou os indivíduos, nesse caso específicos os fazendeiros de toda a nação. A “agência”, ou seja, a ação de Henrique Dumont foi a resposta a essas pressões externas, modificando assim o seu cenário.

Considerando isso, é perceptível que Henrique Dumont não era totalmente um leigo quando resolveu entrar no mundo da agricultura. Talvez seu entendimento da terra e o labor das fazendas ainda não fosse testado, mas certamente a mentalidade empreendedora já habitava a mente do pai de Santos Dumont. Podemos dizer isso pela grande quantidade de maquinário investido na fazenda, o que realmente fez a

¹³ para mais informações acerca da matéria, ver <https://gazetadasemana.com.br/noticia/43737/pai-de-santos-dumont-teve-fazenda-de-cafe-com-mais-100-km-de-ferrovias-e-sete-locomotivas>, acessado em 12 de julho de 2022

diferença na produção de sua época. Além disso, a construção de ferrovias para melhorar a logística do transporte do café também lhe deu ampla vantagem na produção.

Quanto a construção das ferrovias em sua propriedade, sabemos que:

“Eram 23 quilômetros de trilhos da fazenda à estação, e outros 96 quilômetros apenas na área interna. Chegou a importar locomotivas da Inglaterra para fazer o serviço. Foram sete no total, que puxavam quarenta vagões no transporte do café.”¹⁴

O investimento de Henrique Dumont em maquinário transformou a realidade de sua fazenda e seus ganhos. Visto isso, podemos inferir que o pai de Santos Dumont pode ser considerado um empreendedor, uma vez que suas ações harmonizam com as definições de *Schumpeter* e *Longenecker* as quais já apresentamos neste artigo. Se o empreendedor é aquele que necessariamente quebra a ordem econômica do ambiente em que vive, podemos declarar que Henrique Dumont conseguiu fazê-lo introduzindo tecnologia e novos métodos de produção eficazes.

4.3 Henrique Dumont sob o olhar de Santos Dumont

Em seu livro, Santos Dumont apresenta a importância do seu pai em sua formação enquanto profissional e ser humano. O inventor do 14-bis declara o seguinte:

É costume oriental fazer recair sobre os pais todo o mérito, toda a glória, que um homem conquiste na vida. Esta maneira de ver pode ser criticada ou desaprovada, porém, no meu caso, ela seria muito justa, pois, tudo devo a meu pai: conselhos, exemplos de trabalho, de audácia, de economia, sobriedade e os meios com os quais pude realizar as minhas invenções. (DUMONT, 1918, p.14)

Percebe-se que entre as qualidades que Dumont define seu pai estão a “audácia” e “economia”. Quanto a audácia, sua definição liga-se a outras palavras como ousadia, intrepidez e pode ser vista como a capacidade de realizar tarefas difíceis, superando desafios e obstáculos. Podemos relacioná-la portanto como uma das características de um empreendedor, afinal, estes têm o brilho da ousadia e estão dispostos a assumir riscos para suas realizações. (CHIAVENATO, 2007, p. 8-9).

¹⁴<https://gazetadasemana.com.br/noticia/43737/pai-de-santos-dumont-teve-fazenda-de-cafe-com-mais-100-km-de-ferrovias-e-sete-locomotivas>, acessado 10 de julho de 2022

Precisamos, entretanto, considerar quem é o interlocutor destas afirmações. Santos Dumont, na figura de filho, escreve sob uma ótica parcial, daquele que tem um laço inquebrantável com seu progenitor. Nesse sentido é preciso mensurar suas palavras para que possamos estabelecer a fronteira entre o que é concreto e o que é um exagero emocional.

Esta linha tênue só pode ser revelada quando comparamos o que disse Santos Dumont e os feitos do seu pai. Se considerarmos os feitos de Henrique Dumont com sua fazenda e a maneira que escalou até o topo da agricultura brasileira em seu tempo não nos resta dúvidas que os adjetivos usados por Dumont foram bem escolhidos.

Outro fragmento nos revela a importância das experiências vividas por Santos Dumont com seu pai que lhe despertaram, aos poucos, o interesse pelas máquinas:

Estava em Paris quando, na véspera de partir para o Brasil, fui, com meu pai, visitar uma exposição de máquinas no desaparecido "Palácio da Indústria". Qual não foi o meu espanto quando vi, pela primeira vez, um motor à petróleo, da força de um cavalo, muito compacto, e leve, em comparação aos que eu conhecia, e... funcionando! Parei diante dele como que pregado pelo destino. Estava completamente fascinado. (DUMONT, 1918, p.4)

O encontro com um motor marcou a memória de Santos Dumont ao ponto de descrever com detalhes a experiência. Seu pai foi, de forma indireta, o responsável por essa experiência ao levá-lo até Paris e à exposição. Nesse sentido percebemos que Henrique Dumont, na figura de pai, exerceu dentro do núcleo familiar a função que, de maneira mais ampla e salvaguardando todas as comparações, o Estado faz com seus cidadãos: produz uma cultura em forma de experiências, ideias, sentimentos ou crenças de maneira geral e as entrega à população.

Mais uma vez podemos observar a teoria da estruturação de Giddens, de maneira mais simplória e em um campo mais restrito, notadamente o núcleo familiar. Ainda assim, é inegável que as experiências que vivemos em nossa família cria em nós uma cultura, seja ela positiva ou negativa. Desse modo, a influência do espírito empreendedor de Henrique Dumont foi uma das principais influências de seu filho, levando esse mesmo espírito até os céus.

Outra passagem marcante das memórias de Santos Dumont está no diálogo com seu pai no dia em que ganhou sua emancipação:

Uma manhã, em São Paulo, com grande surpresa minha, convidou-me meu pai a ir à cidade e, dirigindo-se a um cartório de tabelião, mandou lavrar a escritura de minha emancipação. Tinha eu dezoito anos. De volta à casa, chamou-me ao escritório e disse-me: "Já lhe dei hoje a liberdade; aqui está mais este capital", e entregou-me títulos no valor de muitas centenas de contos. "Tenho ainda alguns anos de vida; quero ver como você se conduz: vai para Paris, o lugar mais perigoso para um rapaz. Vamos ver se você se faz um homem; prefiro que não se faça doutor; em Paris, com o auxílio de nossos primos, você procurará um especialista em física, química, mecânica, eletricidade, etc., estude essas matérias e não se esqueça que o futuro do mundo está na mecânica. Você não precisa pensar em ganhar a vida; eu lhe deixarei o necessário para viver." (DUMONT, 1918, p.4 - 5)

Devemos considerar alguns aspectos nesse fragmento. O primeiro diz respeito à relação entre os dois. Apesar de manter-se como um eterno protetor do filho, nota-se um caráter autoritário e, de certo modo, ambíguo. Ao mesmo tempo que Henrique afirma que não deixará de manter seu filho, ele aponta qual carreira Santos Dumont deve seguir. Não devemos estranhar esse tipo de atitude, afinal, estamos falando do final do século XIX, em que a pressão familiar era regra no meio social.

Também deve-se observar, mais uma vez, que o fragmento trata-se de uma memória de Santos Dumont, não podendo ser tomado como uma verdade absoluta. É possível que a imagem criada de Henrique Dumont a partir deste fragmento seja um elemento pensado pelo próprio Santos Dumont, uma maneira de caracterizar o pai, marcando assim suas atitudes.

Não há como sabermos exatamente como ocorreu o diálogo, mas entendendo suas limitações podemos inferir que de fato Henrique Dumont cumpriu com o que prometeu ao filho: após sua morte Santos Dumont herdou boa parte da fortuna do rei do café, sendo esse dinheiro usado para bancar suas invenções. Santos Dumont deixa claro isso no seguinte trecho do seu livro:

Durante as minhas horas de intensa alegria e felizes sucessos, só uma saudade me fazia triste: era a ausência de meu pai. Ele que me dera tão bons conselhos e os meios de realizar o meu sonho, não mais estava neste mundo para ver que eu "me tinha feito um homem"(DUMONT, 1918, p.13).

Pode-se perceber nessa passagem a importância da figura de Henrique Dumont na vida do filho. Mais do que o provedor dos sonhos, o exemplo e as ideias do rei do café acompanharam Santos Dumont em sua trajetória. Por isso podemos

inferir que o empreendedorismo na aviação realizado por Santos Dumont é, antes de tudo, fruto do próprio empreendedorismo de Henrique, passando assim o “gene” empreendedor pela família.

Dessa forma, não há quem nasça empreendedor, mas aprende-se. A influência do meio no caso da família Dumont revela-nos que o poder da estrutura consiste em formar uma visão de mundo própria dos indivíduos, fazendo com que estes tenham ações de acordo com o que a cultura social lhes impôs. A diferença, porém, está ainda na capacidade individual de cada pessoa realizar tais ações, o que irá, eventualmente, distinguir os empreendedores de fato e sua distinção dos demais.

Nesse sentido, podemos compreender que mesmo uma nação tentando formar uma população empreendedora, através de diversos estímulos, nem todos nesse novo paradigma social se tornará um empreendedor.

5.0 Conclusão

Visto os aspectos levantados no presente artigo, podemos concluir que Henrique Dumont foi, de fato, um empreendedor pela sua atuação como cafeicultor. Suas inovações mecânicas mudaram a produção agrícola em nosso país que, mais de um século depois, utiliza de forma massiva as máquinas nesse setor da economia.

Também constatamos que seu exemplo de empreendedor, com características singulares, influenciaram diretamente na concepção de vida de Santos Dumont, dando-lhe os meios necessários para atingir seus feitos notáveis enquanto inventor. Desse modo, nos faz viável observarmos a dinâmica na formação de novos empreendedores a partir da relação ambiente-indivíduo, em que o meio em que uma pessoa está inserida não determina suas ações, mas lhe dá elementos culturais que podem ser canalizados para tais fins.

Em síntese, entendemos que empreender, em seu aspecto mais abrangente, é uma atividade intrínseca do ser humano e por isso está inserido dentro da cultura que cada sociedade estabelece para si, sendo ora enaltecida e reforçada, ora colocada em segundo plano. Porém, através do caso da família Dumont podemos perceber como uma cultura empreendedora pode ser estabelecida a partir de desenvolver tais ideias e habilidades dentro da formação educacional dos indivíduos.

Referências bibliográficas

DUMONT, Santos. **O que eu vi, o que nós veremos**. Nead - Núcleo de educação a distância. Universidade da amazônia. Belém, 1918.

GRECO, Simara Maria de Sousa Silveiro (org.). **Empreendedorismo no Brasil**. Global Entrepreneurship Monitor, 2014, p. 71 - 99

LOH, Stanley. **A história da inovação e do empreendedorismo no Brasil**. Edição do autor, Porto Alegre, 2016.

SALIM, Cesar Simões. **Introdução ao empreendedorismo. Despertando a atitude empreendedora**. Elsevier, Rio de Janeiro, 2010.

CHIAVENATO, Idalberto. **Empreendedorismo. Dando asas ao espírito empreendedor**. Editora Saraiva, 2º edição, São Paulo, 2007.

KOPPE, Gelson Luis. **Henrique Dumont: how a traumatic brain injury contributed to the development of the airplane**. Arquivos de Neuro-Psiquiatria [online]. 2019, v. 77, n. 1, p.60-62

SCHUMPETER, Joseph A. **The creative response in economic history**. Journal of Economic History, Nov. 1947. p. 149-159

GIDDENS, A. **A constituição da sociedade**. 3º ed. São Paulo: Martins fontes, 2009

SCHWARCZ, Lilia M.; STARLING, Heloísa M. **Brasil: uma biografia**. São Paulo: Companhia das Letras, 2015

PAI DE SANTOS DUMONT TEVE FAZENDA DE CAFÉ COM MAIS 100 KM DE FERROVIAS E SETE LOCOMOTIVAS, Gazeta da semana, 2021. disponível em: <https://gazetadasemana.com.br/noticia/43737/pai-de-santos-dumont-teve-fazenda-de-cafe-com-mais-100-km-de-ferrovias-e-sete-locomotivas>, acessado 10 de julho de 2022

Capítulo 8

CONSIDERAÇÕES SOBRE LIVROS DE ARITMÉTICA PRODUZIDOS PELAS IRMÃS FRANCISCANAS DO COLÉGIO SÃO JOSÉ DE SÃO LEOPOLDO/RS PARA O PÚBLICO FEMININO NO FINAL DO SÉCULO XIX

Malcus Cassiano Kuhn

Silvio Luiz Martins Britto

CONSIDERAÇÕES SOBRE LIVROS DE ARITMÉTICA PRODUZIDOS PELAS IRMÃS FRANCISCANAS DO COLÉGIO SÃO JOSÉ DE SÃO LEOPOLDO/RS PARA O PÚBLICO FEMININO NO FINAL DO SÉCULO XIX

Malcus Cassiano Kuhn

Professor do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Sul-rio-grandense – IFSul Câmpus Lajeado/RS. Líder do Grupo de Pesquisa Estratégias de Ensino para Educação Básica e Profissional. Doutor em Ensino de Ciências e Matemática pela Universidade Luterana do Brasil – ULBRA/RS.

E-mail: malcuskuhn@ifsul.edu.br

Silvio Luiz Martins Britto

Professor das Faculdades Integradas de Taquara – FACCAT/RS. Membro do Grupo de Pesquisa Estratégias de Ensino para Educação Básica e Profissional. Doutor em Ensino de Ciências e Matemática pela Universidade Luterana do Brasil –

ULBRA/RS. E-mail: silviobritto@faccat.br

Resumo

O texto apresenta análises de dois livros de aritmética produzidos pelas professoras do Colégio São José, de São Leopoldo, Rio Grande do Sul, no final do século XIX, para o público feminino. Como o tema se insere na História da Educação Matemática, no estado gaúcho, este estudo qualitativo e documental ampara-se na história cultural para análise dos livros. A ideia defendida pelas autoras consistia em algo prático e necessário que visava facilitar o conhecimento de uma ciência nem sempre atrativa para as alunas do Colégio. Assim, buscava-se um ensino mais prático, a partir de uma relação da teoria com situações práticas associadas a contextos das alunas. As obras abordam diferentes temas, iniciando com as quatro operações fundamentais com números naturais, redução de números complexos e incomplexos, frações ordinárias e decimais, razões e proporções, regra de três simples e composta, juros, regra de desconto e de companhia, mistura e liga, potência, raiz e geometria. As atividades propostas nos livros, em sua maioria, eram através de problemas, desenvolvidos de forma oral e por escrito, com foco no processo de repetição, revelando uma tradição pedagógica de memorização. Com base no exposto, constata-se que a metodologia utilizada pelas professoras nos livros visava despertar nas alunas o desejo de alcançar o conhecimento matemático e sua aplicabilidade. Dessa forma, desejava-se que as egressas propagassem a tradição da Ordem das Irmãs Franciscanas, especialmente através de sua ação no magistério de escolas primárias em diferentes comunidades do Rio Grande do Sul.

Palavras-chave: História da Educação Matemática. Colégio São José de São Leopoldo. Livros de Aritmética. História Cultural. Protagonismo Feminino.

Abstract

The text presents analysis of two arithmetic books produced by teachers at São José College, in São Leopoldo, Rio Grande do Sul, at the end of the 19th century, for the female audience. As the theme is part of the History of Mathematics Education, in the state of Rio Grande do Sul, this qualitative and documentary study is supported by cultural history for the analysis of books. The idea defended by the authors consisted of something practical and necessary that aimed to facilitate the knowledge of a science not always attractive to the students of the College. Thus, a more practical teaching was sought, based on a relationship between theory and practical situations associated with the contexts of the students. The works cover different themes, starting with the four fundamental operations with natural numbers, reduction of complex and incomplex numbers, ordinary and decimal fractions, ratios and proportions, simple and compound rule of three, interest, discount and company rule, mixture and alloy, power, root and geometry. The activities proposed in the books, for the most part, were through problems, developed orally and in writing, focusing on the repetition process, revealing a pedagogical tradition of memorization. Based on the above, it appears that the methodology used by the teachers in the books aimed to awaken in the students the desire to achieve mathematical knowledge and its applicability. In this way, it was hoped that the graduates would propagate the tradition of the Order of Franciscan Sisters, especially through their action in teaching primary schools in different communities in Rio Grande do Sul.

Keywords: History of Mathematics Education. São José in São Leopoldo College. Arithmetic Books. Cultural History. Female Protagonism.

INTRODUÇÃO

Este texto traz resultados do projeto de pesquisa “O protagonismo feminino no ensino da Matemática no Colégio São José das Irmãs Franciscanas de São Leopoldo/RS nos séculos XIX e XX”, financiado pela Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado do Rio Grande do Sul (FAPERGS) e apoiado pela Congregação das Irmãs Franciscanas da Penitência e Caridade Cristã – Província do Sagrado Coração de Jesus – e direção do Colégio São José, localizados no município gaúcho de São Leopoldo. O papel das mulheres na construção da sociedade e da história do estado gaúcho, na multiplicidade de talentos e de áreas de atuação, merece ser resgatada e contada. Particularmente, as contribuições de Irmãs Franciscanas na formação feminina, através das instituições da Ordem, constituem parte deste resgate.

Assim, o objetivo deste artigo é apresentar reflexões sobre os livros intitulados *Arithmetica Elementar Prática: Parte II* e *Arithmetica Elementar Prática: Parte III*,

produzidos pelas Professoras do Colégio São José, das Irmãs Franciscanas de São Leopoldo, Rio Grande do Sul (RS), no final do século XIX, para o público feminino. Apresenta como questão norteadora a contribuição das professoras do Colégio São José para o ensino de aritmética ao público feminino, no final do século XIX.

As Irmãs Franciscanas da Penitência e Caridade chegaram a São Leopoldo em 1872. Os livros por elas editados, desde a década de 1880, foram impressos em português e nesses defende-se a ideia de um ensino relacionando a teoria com situações práticas, além de evidenciar a aplicação desses conteúdos através de muitos exercícios e situações problemas. Ressalta-se uma forte tendência das autoras em relação ao ensino intuitivo, em voga nesse período, principalmente na Alemanha, pois essas professoras (Irmãs), todas de origem germânica, tinham como principal referência os compêndios alemães.

Dessa forma, realiza-se uma investigação com abordagem qualitativa, por meio de análise documental, e o aporte metodológico está fundamentado na história cultural, a partir da perspectiva de Chartier (1990). Para investigar os livros de aritmética relacionados, foram realizadas visitas ao Instituto Anchieta de Pesquisa (Unisinos), em São Leopoldo/RS, e ao Memorial das Irmãs Franciscanas, onde se encontram diferentes edições das referidas obras. Ao pesquisar os livros, compilaram-se os excertos relacionados ao ensino de aritmética, para posterior análise à luz do referencial teórico-metodológico.

Após esta introdução, o texto aborda a história cultural, conta um pouco da história da Congregação das Irmãs Franciscanas da Penitência e Caridade Cristã no Brasil e do Colégio São José de São Leopoldo/RS, apresenta o percurso metodológico da investigação, a análise de dois livros de aritmética e as considerações finais deste estudo.

A HISTÓRIA CULTURAL COMO APORTE TEÓRICO-METODOLÓGICO

Como o tema desta investigação se insere na História da Educação Matemática do início do século XX, no RS, parte-se de Prost (2008), que considera a constituição de fatos históricos a partir de traços deixados no presente pelo passado. O autor pondera o trajeto da produção histórica como sendo um interesse de pesquisa, a formulação de questões históricas legítimas, um trabalho com os documentos e a

construção de um discurso que seja aceito pela comunidade. No estudo de documentos escritos, Cellard (2008), destaca que:

O documento escrito constitui uma fonte extremamente preciosa para todo pesquisador. Ele é, evidentemente, insubstituível em qualquer reconstituição referente a um passado relativamente distante, pois não é raro que ele represente a quase totalidade dos vestígios da atividade humana em determinadas épocas. Além disso, muito frequentemente, ele permanece como o único testemunho de atividades particulares ocorridas num passado recente (CELLARD, 2008, p. 295).

Entre as fontes primárias de pesquisas históricas em Educação Matemática, destacam-se os documentos textuais (documentos oficiais, livros, jornais, revistas, cadernos escolares, etc.), as fontes visuais (fotografias, gravuras, etc.) e os registros orais (entrevistas, gravações, etc.), como observado nos estudos realizados por Kuhn (2015), Britto (2016), entre outros.

A história cultural (*Kulturgeschichte*) ocupa-se da pesquisa e das representações de determinada cultura em dado período e lugar, tais como: relações familiares, língua, tradições, religião, arte e ciências. Segundo Chartier (1990), uma questão desafiadora para a história cultural é o uso que as pessoas fazem dos objetos que lhes são distribuídos ou dos modelos que lhes são impostos, uma vez que há sempre uma prática diferenciada na apropriação dos objetos colocados em circulação. Nessa perspectiva, pode-se dizer que a imprensa pedagógica, aqui representada pelas obras *Arithmetica Elementar Prática: Parte II* e *Arithmetica Elementar Prática: Parte III*, foi um veículo para circulação de ideias que traduziam valores e comportamentos que se desejavam ensinar por meio de uma proposta pedagógica de forma prática e útil junto as alunas do Colégio São José, de São Leopoldo/RS.

Conforme Chartier (1990), as noções complementares de práticas e representações são úteis para examinar os objetos culturais produzidos, os sujeitos produtores e receptores de cultura, os processos que envolvem a produção e a difusão cultural, os sistemas que dão suporte a esses processos e sujeitos e as normas a que se conformam as sociedades por meio da consolidação de seus costumes. Para a produção dos livros *Arithmetica Elementar Prática: Parte II* e *Arithmetica Elementar Prática: Parte III* foram movimentadas determinadas práticas culturais e também representações, sem contar que as obras, depois de produzidas, difundiam novas representações e contribuíram para a produção de novas práticas.

Para Chartier (1990), as práticas culturais são tanto de ordem autoral (modos de escrever, pensar ou expor o que será escrito), como editoriais (reunir o que foi escrito para torná-lo material de estudos), ou ainda artesanais (a elaboração do livro na sua materialidade). Da mesma forma, quando um autor se põe a escrever uma obra, ele se conforma a determinadas representações do que deve ser um livro, a certas representações concernentes aos temas que ele abordará. As atividades propostas poderão ser realizadas de modo individual ou coletivo, e o seu conteúdo poderá ser imposto ou rediscutido.

A partir do desenvolvimento das atividades e da difusão da obra, podem ser geradas inúmeras representações novas sobre o tema – aqui evidenciando o ensino da aritmética, de modo prático e utilitário, que pode passar a fazer parte das representações coletivas. De acordo com Chartier (1990, p. 17), a história cultural tem por principal objeto identificar o modo como “em diferentes lugares e momentos uma determinada realidade cultural é construída, pensada e dada a ler, por diferentes grupos sociais”, o que está fortemente relacionado à noção de representação.

CONGREGAÇÃO DAS IRMÃS FRANCISCANAS E O COLÉGIO SÃO JOSÉ DE SÃO LEOPOLDO/RS

As Irmãs Franciscanas da Penitência e Caridade Cristã chegaram ao Brasil, em 2 de abril de 1872, instalando-se no município de São Leopoldo, estado do RS, com o objetivo de contribuir para a educação de crianças e jovens, em sua maioria filhas de imigrantes alemães. Seu preparo e experiência pedagógica¹⁵, originaram um convite do missionário jesuíta alemão Padre Guilherme Feldhaus, superior da missão brasileira dos jesuítas no RS, o que foi reforçado pela “ameaça de desencadear na Alemanha um período de grandes dificuldades para a igreja: era o *Kulturkampf*¹⁶ à vista, que traria no seu bojo uma perseguição ferrenha às ordens e congregações religiosas ensinantes” (FLESCH, 1993, p. 40). Além disso, é preciso considerar que:

O Estado brasileiro, na época sob regime monárquico, não possuía uma política educacional. A infância e a juventude eram desassistidas

¹⁵ O trabalho educacional das Irmãs Franciscanas era solicitado por autoridades políticas e da Igreja na Alemanha, e recomendado por familiares e ex-alunas do internato e externas. Esse desempenho foi influenciado pelo pedagogo Gerardus Hendricus Laus, diretor do Curso Normal no Colégio de Heythuysen, no período de 1862 a 1869 (RUPOLO, 2001).

¹⁶ *Kulturkampf*, ou luta pela cultura, foi um movimento anticlerical alemão do século XIX, iniciado por Otto von Bismarck, chanceler do Império alemão em 1872.

no que se referia ao ensino, à exceção de algum atendimento nas capitais, apenas para os filhos da elite. Havia uma necessidade educacional a ser atendida e que progressivamente foi organizada (RUPOLO, 2001, p. 90).

Com a chegada a São Leopoldo/RS, as Irmãs fundaram o Colégio São José, sua primeira escola brasileira. “No dia 5 de abril, 1ª sexta feira do mês, começaram as aulas com 23 alunas de 7 a 13 anos, número que foi crescendo de dia para dia” (FLESCHE, 1993, p. 45). Ressalta-se que, até o final do século XIX, o ensino no Colégio São José era ministrado em língua alemã. De acordo com Bohnen e Ullmann (1989, p. 174), “além das aulas de costume, as Irmãs davam lições de tricô às adolescentes, algumas vezes por semana. Igualmente ensinavam música a quem desejassem. O piano utilizado para tanto pertencia aos jesuítas do Conceição”. Complementa-se que:

Inicialmente, as escolas franciscanas caracterizavam-se por um sistema tradicional, com rigor disciplinar, o regime de internato que, além, das disciplinas curriculares, pelo ensino de tempo integral, oferecia estudos complementares de teatro, música, canto, pintura... A maioria das escolas oferecia os cursos primário e ginasial e, nas localidades com maior número de habitantes, havia a formação de professoras primárias (RUPOLO, 2001, p. 91).

As Irmãs do Colégio São José também foram pioneiras na elaboração e compilação de livros didáticos para suas escolas e na formação de professoras. Conforme os relatórios do Ginásio Nossa Senhora da Conceição¹⁷, no período de 1885 a 1903, predominantemente, o material utilizado pelos jesuítas no Ginásio de São Leopoldo eram os *livros de Aritmética Elementar Prática II e III*, de autoria das Irmãs Franciscanas do Colégio São José. De acordo com Rupolo (2001, p. 92), “as escolas franciscanas possuíam uma prática experienciada do ensino vinculado à realidade, ou seja, uma educação para a vida”. Isso já era evidenciado nos estudos realizados por Rambo (1994), quando afirmava que, na época, a função da escola era equipar os alunos com o ferramental mais indispensável para serem capazes de competir com êxito, no futuro, no meio social em que nasceram e cresceram.

No ano de 1884, o Colégio São José, localizado ao lado da Igreja Matriz de São Leopoldo, começou a receber alunas do Rio de Janeiro, São Paulo, Paraná, Santa Catarina, Uruguai e Argentina, de modo que, em poucos anos, a escola já contava com alunas internas e externas. Durante seus primeiros 50 anos, o Colégio São José

¹⁷ Para saber mais sobre esse Ginásio, consultar Britto, Bayer e Kuhn (2020).

funcionou às margens do rio dos Sinos, ao lado do Ginásio Nossa Senhora da Conceição, dos padres jesuítas.

De acordo com Flesch (1993), em 1923, ocorreu a mudança das margens do rio dos Sinos para a Colina do Monte Alverne, onde o Colégio São José está localizado atualmente. Dessa forma, aos poucos, a construção foi sendo ampliada, com novos pavilhões, para acolher a juventude feminina, cada vez mais numerosa. Na época, já se formavam mais professoras do que professores no RS, constituindo-se um processo de feminização do magistério¹⁸. Para Almeida (1998, p. 64), a “feminização do magistério primário se refere à expansão da mão-de-obra feminina nos postos de trabalho em escolas e nos sistemas educacionais, relacionada com a frequência à Escola Normal e a traços culturais que favoreceram o exercício do magistério pelas mulheres”. De acordo com Werle (1996), a feminização do magistério é identificada como estruturadora dos argumentos empregados no discurso do governo para justificar a proposição de mulheres como professoras em classes de meninos. Já Tambara (1998, p. 49) destaca a sutileza de um processo de feminilização definido pela “identificação entre a natureza feminina e a prática docente no ensino primário”, num movimento de colagem das características feminis, próprias do sexo feminino, ao magistério, promovendo o assemelhamento da docência com trabalho doméstico. E, assim, o magistério foi uma das maneiras de as mulheres assumirem espaços na sociedade gaúcha.

Até o ano de 1930, o Colégio São José mantinha o curso Primário e de Música, sendo que dessa data em diante até 1946, por convênio estadual, passou a ministrar o curso Complementar. Já em 1942, passa a funcionar o curso Ginásial Secundário no estabelecimento e, a partir de 1948, o curso Colegial Normal. De 1958 em diante, passa a oferecer os cursos Colegial Secundário Científico e Clássico (FLESCHE, 1993). Atualmente, o Colégio São José recebe em torno de 500 alunos, desde a Educação Infantil ao Ensino Médio, com base na formação integral do ser humano e busca educar pessoas críticas, conscientes e atuantes capazes de conviver fraternamente em sociedade.

¹⁸ O primeiro curso de formação de professoras da Congregação da Irmãs Franciscanas da Penitência e Caridade Cristã no RS, começou a ser ofertado no ano de 1904, no Colégio Nossa Senhora dos Anjos, em Porto Alegre/RS; transferindo-se, no ano seguinte, para o Colégio Nossa Senhora do Bom Conselho, também na capital gaúcha. No Colégio São José, o curso de magistério começou a ser ofertado em 1928, tendo suas primeiras 18 diplomadas no ano de 1932.

Além do Colégio São José, no ano de 1874 tem início o Colégio Sagrado Coração de Jesus, em Santa Cruz do Sul/RS. A presença das Irmãs, em São Leopoldo e Santa Cruz do Sul, impulsiona outras obras religiosas, educacionais e sociais no sul do Brasil. Além dos citados, fundaram escolas em importantes municípios do RS, tais como Porto Alegre, Santa Maria, Estrela, Pelotas. Fundamental, ainda, foi o trabalho das Irmãs nas escolas paroquiais, buscando atender ao apelo da população. As escolas criadas pelas Irmãs Franciscanas no RS seguiam os princípios da Madre Madalena Damen¹⁹ e sua unidade era marcada pelo pertencimento à Província, com respeito especial pela superiora provincial, que fazia visitas periódicas a cada unidade de ensino, para supervisionar o andamento do processo pedagógico de acordo com as determinações provinciais. “Na vida de Madalena Damen os valores não foram teorizados; a educação e a pedagogia tinham expressão prática, na convivência” (RUPOLO, 2001, p. 93).

Ressalta-se que, em abril de 2022, a Congregação das Irmãs Franciscanas completou 150 anos de ação missionária e educacional no Brasil, sendo mais uma razão para se resgatar suas contribuições na formação de crianças e jovens, especialmente o público feminino.

ANÁLISE DOS LIVROS ARITHMETICA ELEMENTAR PRÁTICA

Os livros *Arithmetica Elementar Prática: Parte II e Arithmetica Elementar Prática: Parte III*, das professoras do Colégio São José das Irmãs Franciscanas, apresentam, conforme nota encontrada na terceira edição da *Arithmetica Elementar Prática: Parte III*, uma coleção de numerosos exercícios e problemas, metodicamente compilados. Nessa edição do livro, publicada em dezembro de 1900, aparece uma

¹⁹ Maria Catarina Damen nasceu no dia 19 de novembro de 1787, na Holanda. Viveu no período da Revolução Francesa, em que era proibido praticar a religião. Muito jovem, vai trabalhar em Maaseik, como doméstica. Nesta cidade tem contato com os Freis Capuchinhos, que tinham conseguido, em 1810, permissão para reabrir seu convento. Trabalhando na casa paroquial também conhece a Ordem Franciscana Secular. Em 1817, Catarina, junto com outras três jovens, emite os votos como franciscana. Fica pouco tempo com as companheiras, pois, em 1825, o Padre Van der Zandt, pároco da cidade vizinha, solicita às Irmãs que o ajudassem com as crianças de sua localidade, dando-lhes a instrução religiosa e educação necessária; mas como ninguém se dispusesse a ir, Catarina se transfere para aquela cidade, Heythuysen. E quando outras jovens pedem para viver seu estilo de vida, Catarina sente ser este um sinal de Deus para fundar uma congregação. Assim, junto com outras três companheiras, funda a Congregação das Irmãs Franciscanas da Penitência e Caridade Cristã, no dia 10 de maio de 1835. Catarina passa, então, a chamar-se Madre Madalena (FLESCH, 1993).

nota de advertência para a primeira edição, com os objetivos do Colégio quanto à edição de livros, em especial no campo da Aritmética.

Existindo já grande número de livros aritméticos parecerá supérflua a edição de um novo. Não obstante deve-se confessar que os livros existentes não contêm senão muitas regras e explicações applicadas a poucos exemplos. A teoria será bem depressa esquecida se não fôr seguida de numerosos e variados exercícios e problemas para serem resolvidos arithmeticamente. Para aprender a arte da música é preciso que o discípulo faça diariamente muitos exercícios; haverá outro meio para aprender praticamente a arithmetica? Dir-se-há que o professor poderá com o auxílio de um livro ministrar muitos exercícios a seus discípulos. Devemos observar ainda que esse livrinho é destinado ao uso de meninas, por isso limitamo-nos ao mais necessário para a vida prática, deixando ao arbítrio das professoras uma explicação mais ou menos especial das poucas regas dadas. (PROFESSORAS DO COLLEGIO SÃO JOSÉ, 1900, p. 3).²⁰

O livro *Arithmetica Elementar Prática: Parte I*, não foi localizado, porém, segundo o livro *Arithmetica Elementar Prática: Parte III*, de 1900, na página 177 encontra-se o índice das matérias trabalhadas em cada parte. A parte I é dividida em cinco capítulos, destinado ao ensino preparatório elementar, com conhecimentos iniciais de Aritmética. O Quadro 1 apresenta os conteúdos trabalhados na *Arithmetica Elementar Prática: Parte I*.

Quadro 1 – Capítulos e conteúdos da *Arithmetica Elementar Prática: Parte I*

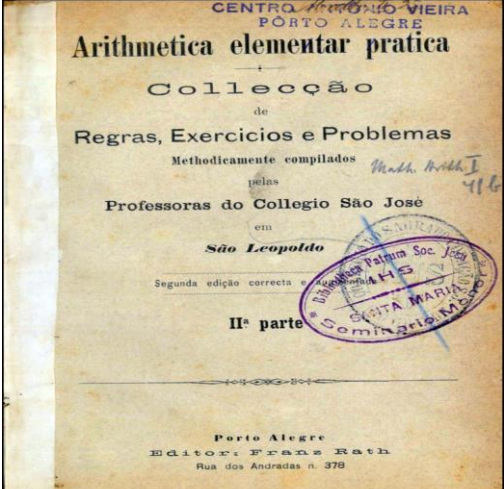
Capítulos	Conteúdos abordados
Capítulo I	Exercícios sobre os números de 1 a 10.
Capítulo II	Exercícios sobre os números de 1 a 20.
Capítulo III	Exercícios sobre os números de 1 a 100.
Capítulo IV	Exercícios sobre os números de 1 a 1000.
Capítulo V	Exercícios sobre os números de 1 a 100000.

Fonte: Professoras do Collegio São José, 1900.

Já o livro *Arithmetica Elementar Prática: Parte II*, editado em 1890 pela Editora Franz Rath (Porto Alegre), tem 54 páginas divididas em três capítulos. A edição analisada é a segunda correta e alterada, datada de 1890. Não foi localizada a primeira edição, porém, verificou-se que, além da segunda datada de 1890, a terceira edição ocorreu no ano de 1902. Portanto, pode-se supor que a primeira edição tenha surgido no alvorecer da década de oitenta no século XIX. O Quadro 2 traz a capa dessa edição, capítulos e conteúdos trabalhados:

Quadro 2 – Capítulos e conteúdos da *Arithmetica Elementar Prática: Parte II*

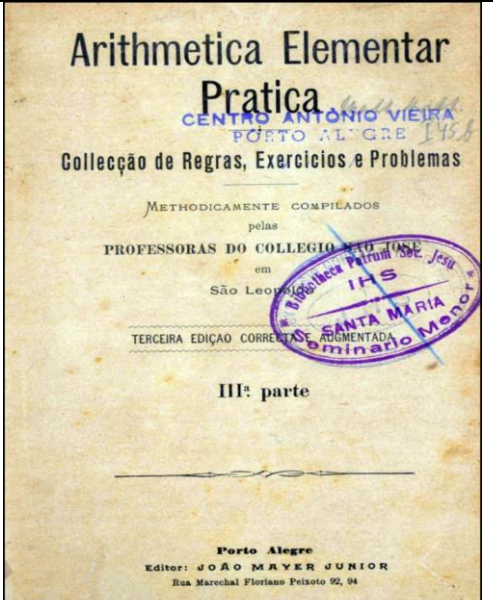
²⁰ A citação mantém sua ortografia original.

Capítulos	Conteúdos abordados	Arithmetica Elementar Prática: Parte II
Capítulo I	As quatro operações.	
Capítulo II	Redução dos números complexos e incomplexos e as quatro operações.	
Capítulo III	Frações decimais.	

Fonte: Professoras do Collegio São José, 1890.

O livro *Arithmetica Elementar Prática: Parte III*, editado em 1900 pela Editora João Mayer Junior (Porto Alegre), tem 177 páginas divididas em 13 capítulos. A edição analisada é a terceira correta e alterada, datada de 1900. Não foram localizadas as duas edições anteriores, porém, em nota apresentada na página quatro desse livro há registro da segunda edição datada em 12 de novembro de 1889. Logo, cogita-se que a primeira edição tenha surgido no início da década de oitenta no século XIX. O Quadro 3 ilustra a capa dessa edição, capítulos e conteúdos trabalhados:

Quadro 3 – Capítulos e conteúdos da *Arithmetica Elementar Prática: Parte III*

Capítulos	Conteúdos abordados	Arithmetica Elementar Prática: Parte II
Capítulo I	Frações decimais.	
Capítulo II	Números primos.	
Capítulo III	Frações ordinárias.	
Capítulo IV	Metrologia.	
Capítulo V	Razões e proporções.	
Capítulo VI	Regra de três.	
Capítulo VII	Regra de juros.	
Capítulo VIII	Regra de desconto.	
Capítulo IX	Regra de proporções e companhia.	
Capítulo X	Regra de mistura e liga.	
Capítulo XI	Potências e raízes.	
Capítulo XII	Elementos de Geometria.	
Capítulo XIII	Problemas mistos sobre as regras dadas nesse livrinho.	

Fonte: Professoras do Collegio São José, 1900.

Em relação aos aspectos pedagógicos, observou-se que os livros *Arithmetica Elementar Prática: Parte II* e *Arithmetica Elementar Prática: Parte III* fazem uma breve

introdução do conteúdo e serem trabalhados através de definições, regras e em alguns momentos apresenta exemplo quanto ao seu desenvolvimento, seguindo de exercícios de fixação. Posteriormente, muitas situações problemas práticos associados ao dia a dia das alunas. O Quadro 4 apresenta a sistemática apresentada pelos livros exemplificando a teoria trabalhada.

Quadro 4 - Definição e regras para obter o m.d.c.

<i>Máximo divisor comum</i> é o maior número que divide dous ou mais números sem deixar resto.						
<i>Regra</i> para achar o máximo divisor comum de dous números:						
Divide-se o maior número pelo menor; se não houver resto, o menor dos dous números será o maior divisor comum. Se houver resto, divide-se por ele o menor dos números; se esta segunda divisão não deixar resto, o primeiro resto será o maior divisor comum, se, porém, deixar resto, divide-se o primeiro resto pelo segundo, e assim se continua até chegar a um resto nullo. O último divisor empregado será o máximo divisor comum dos dous números propostos.						
Exemplo: Determinar o máximo divisor comum dos números 2814 e 1806.						
	1	1	1	3	1	4
2814	1806	1008	798	210	168	42
1008	798	210	168	42	0	
O máximo divisor comum é o 42.						
<i>Regra</i> para achar o máximo divisor comum de muitos números: - Procura-se o máximo divisor comum dos dois primeiros números dados; depois o m.d.c entre o divisor obtido e o terceiro número dado, assim sucessivamente até se terem empregado todos os números dados. O último m.d.c. é o dos números propostos ²¹ .						

Fonte: Professoras do Collegio São José, 1900, p. 17.

O excerto apresentado no Quadro 4 revela a sistemática utilizada pelas autoras para introduzir uma nova unidade, porém, em raros casos traz um exemplo ilustrativo, na maioria das vezes, apresenta-se a definição, regra seguida de um grande número de exercícios a serem desenvolvidos. Fica evidenciado que os exemplos dos conteúdos trabalhados cabem ao professor explicar seguindo os conceitos e regras previamente estabelecidos. Logo, o sucesso das atividades propostas depende muito do professor, da metodologia utilizada, que na etapa seguinte se verificava oralmente e por escrito finalizando com uma coleção de situações problemas.

Ressalta-se que na segunda edição da *Arithmetica Elementar Prática: Parte II*, de 1890, as autoras justificam que as atividades, seguidas de regras exercícios e problemas práticos que objetivavam [...] “facilitar para as alunas um estudo prático de uma ciência em que quase todas as meninas tinham aversão” (PROFESSORAS DO COLÉGIO SÃO JOSÉ, 1890, p. 4).

Esse grande número de exercícios a que se referem às autoras, são sugeridos logo após apresentação das definições e regras, focando no processo de repetição,

²¹ O exemplo citado no Quadro 4 mantém sua ortografia original.

muito característico desse período. Esse fato ficou fortemente evidenciado na primeira edição quando as autoras relatam que [...] “a teoria será facilmente esquecida se não forem seguidos de numerosos e variados exercícios” (PROFESSORAS DO COLÉGIO SÃO JOSÉ, 1890, p. 3). A Figura 1 ilustra alguns desses exercícios trabalhados focando o processo de repetição por escrito.

Figura 1 - Exercícios que evidenciam o processo de repetição

Por escrito					
1. Somma-se					
2341	5417	62518	25233	631272	534215
6238	2281	12371	32645	217516	245663
2. 11	116	2311	102312	5100200	
21	120	1223	41203	712301	
12	212	3114	13120	23124	
31	200	2030	2325	1100	
14	341	320	30	162	
3. $300 + 260 + 40 + 30 + 11 = 4000 + 2000 +$ $+ 300 + 400 + 25 + 32 + 42 =$					
4. $3120 + 22 + 102212 + 131 + 41203 =$					
5. $92 + 41 + 53 + 61 + 72 + 82. 611 + 523 +$ $+ 720 + 902. 5213 + 4132 + 8411.$					
6. $821 + 228 + 117 + 108 + 123. 7040 + 2118 +$ $+ 2121 + 196.$					
7. $5218 + 7337. 9428 + 4369. 2117 + 3239 + 5316.$ $92319 + 3227 + 4226. 51119 + 62038 + 2117 + 119.$					
8. $308 + 506 + 703 + 907 + 209. 3007 + 5004 +$ $+ 6006 + 7001 + 9002. 70012 + 50028 + 90116 +$ $+ 9005 + 407.$					
9. $6038 + 5055 + 1078 + 4065 + 8091. 20365 +$ $+ 40538 + 70286 + 60756.$					
10. $786 493 857 698 576 756 538 809$ $397 769 968 759 869 895 974 395$					
11. $386 + 473 + 265. 675 + 384 + 297. 325 +$ $+ 681 + 392 + 449 + 29 + 7.$					
12. $3588 + 7629 + 5833. 4978 + 6481 + 3596.$ $6844 + 7094 + 3609 + 9472.$					
13. $12936 + 29447 + 36544. 44768 + 52371 +$ $+ 28848 + 31973. 19563 + 4713 + 5936 + 725 + 89 + 7.$					
14. $371578 + 618466. 437545 + 663487. 723965 +$ $+ 808742 + 513982. 591369 + 272835 + 17505 + 9685 +$ $+ 3518 + 29.$					
15. a. 25730 b. 625938 c. 9					
31631 433615 73					
5728 41389 496					
4093 15078 2947					
517 6317 13889					
96 230 578516					
7 16 4395624					

Fonte: Professoras do Collegio São José, 1890, p. 7-8.

De acordo com as autoras, as orientações didáticas para o ensino da Aritmética no Colégio enfatizavam a fixação dos conceitos trabalhados centrados no desenvolvimento de habilidades enfatizando o cálculo escrito e mental, a repetição caracterizava-se uma forte estratégia, ou seja, aprender os conteúdos era quase que única e exclusivamente através da memorização e, aos poucos, tornava-se um hábito, como tocar um instrumento musical, exemplificado pelas autoras em sua primeira edição.

Lidando com os afazeres diários, era indispensável às futuras donas de casa o manejo de cálculos elementares de forma rápida e precisa. Por isso, trabalhavam-se exercícios com foco no cálculo mental. Na Figura 2 se observaram exercícios onde se sugere, inicialmente, serem desenvolvidos oralmente e logo a seguir desenvolvidos por escrito.

Figura 2 - Problemas de forma oral e por escrito

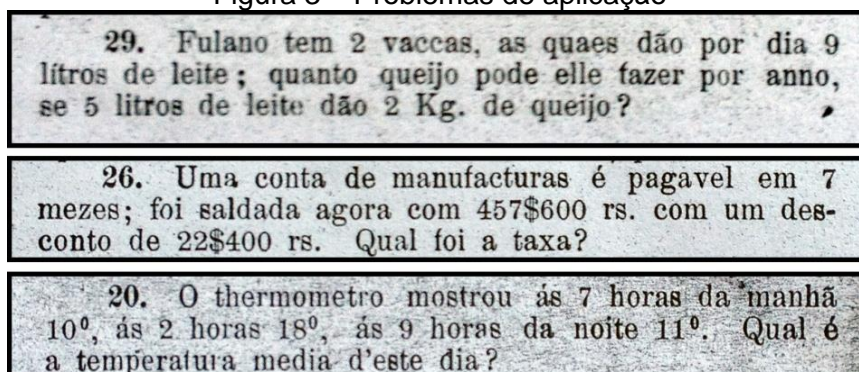
Oralmente	Por escrito
<ol style="list-style-type: none"> 1. Qual é o número de laranjas contidas em 2 cestos, se no 1.º tem 340 e no 2.º 367 laranjas? 2. Qual é o número de taboas contidas em 8 carroças, se cada carroça leva 18 taboas? 3. Quantas velas há em 24 embrulhos, contendo cada embrulho 6 velas? 4. Quantas peras havia em uma pereira, sabendo-se que se colheram 340 e que restam ainda 407 peras? 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Dois balaios de laranjas continham: o primeiro 345 e o segundo 542; tirando 47 do segundo para pô-las no primeiro, quantas ficam em cada balaio? 2. Um negociante recebe 4 encomendas, cada uma de 450 garrafas; elle já remetteu por duas vezes 370 garrafas de cada vez; quantas garrafas elle deve mandar ainda? 3. 2 irmãos repartiram entre si 2:424\$000; se o mais velho recebe 1:875\$000, qual é a parte do mais moço?

Fonte: Professoras do Collegio São José, 1890, p. 24-25.

O excerto descrito na Figura 2 destaca a importância do cálculo mental, trabalhados, geralmente, logo após as definições e regras estabelecidas. No ensino da aritmética, de acordo com Kreutz (1994), a prioridade era as operações que pudessem ser feitas mentalmente, nas circunstâncias concretas da vida. Por isso, dava-se ênfase aos *Kopfrechnungen* (cálculos feitos mentalmente), já que no dia a dia a pessoas teriam que calcular, com frequência, sem ter o papel e lápis à mão. Para Rambo (1994, p. 154), os exercícios de cálculo eram um recurso prático e indispensável ao indivíduo atuante numa comunidade qualquer: “A familiaridade e o manejo do cálculo mental e escrito, ao menos até o nível de juros simples e compostos, da regra de três e outros, representava o mínimo de ferramental, indispensável para a solução dos múltiplos problemas do dia a dia”.

Seguindo a sistematização adotada pelas autoras, onde, inicialmente definiam-se os conteúdos, regras de resolução, exercícios desenvolvidos, inicialmente de forma oral e posteriormente por escrito, complementa-se com situações problemas práticos com os conteúdos trabalhados, evidenciando-se o dia a dia das alunas. Identificaram-se 355 situações problemas na *Arithmetica Elementar Prática – Parte II*, distribuídos nos três capítulos, enquanto que na *Arithmetica Elementar Prática – Parte III* encontraram-se 866 situações problemas, geralmente ao término de cada conteúdo trabalhado. A Figura 3 apresenta situações problemas que ilustram a teoria trabalhada.

Figura 3 – Problemas de aplicação



Fonte: Professoras do Collegio São José, 1900, p. 61, 84,113.

Os problemas abordam situações de aplicação dos conteúdos. No primeiro exemplo, trabalham-se a regra de três associada à produção de queijo, leite e criação de animais. Já no segundo exemplo, trabalha-se a regra de desconto associada à prática comercial e finaliza com a regra de mistura abordando média e variações de temperatura. Portanto, trata-se da teoria centrada em aplicações práticas e úteis à formação das alunas. Conforme Kreutz (1994), o processo pedagógico deveria partir sempre da realidade das alunas, concorrendo para uma inserção mais efetiva delas nesta mesma realidade.

Observou-se, não raro, que as autoras recorrem a problemas que apontam a teoria trabalhada de modo prático e utilitário, como se constatou no prefácio do *livro Arithmetica Elementar Prática: Parte III*, quando as autoras justificam a edição do livro. Os problemas propostos são importantes para que as alunas possam entender a teoria, pois o ensino sem aplicação prática pouco auxiliaria em sua formação.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Motivadas pelo convite do superior da missão brasileira dos jesuítas no RS, as Irmãs Franciscanas da Penitência e Caridade Cristã chegaram ao Brasil, em abril de 1872, instalando-se no município de São Leopoldo/RS, com a finalidade de contribuir para a educação de crianças e jovens, em sua maioria filhas de imigrantes alemães. Com base em referenciais sobre história cultural, apresentaram-se reflexões sobre os livros intitulados *Arithmetica Elementar Prática: Parte II* e *Arithmetica Elementar Prática: Parte III*, produzidos pelas professoras do Colégio São José das Irmãs Franciscanas, de São Leopoldo, no final do século XIX, para o público feminino.

A edição de livros de aritmética pelas professoras do Colégio São José das Irmãs Franciscanas, de São Leopoldo, no final do século XIX, constitui-se um dos marcos no processo de instrução no RS, para o público feminino. Objetivando-se, inicialmente, algo útil para a vida prática das meninas do Colégio.

A publicação de livros específicos para as alunas do Colégio São José, pode ter várias explicações: inicialmente o fato de haver pouco material em circulação e, num segundo momento, as tendências pedagógicas na Europa, onde essas autoras, todas Irmãs, tiveram sua formação. Outra explicação seria o seu uso até mesmo como instrumento de evangelização.

Os livros eram direcionados ao ensino de aritmética de forma prática e útil para as alunas do Colégio São José. As estratégias metodológicas utilizadas pelas autoras consistiam, num primeiro momento, apresentar a teoria, seguida de regras e procedimentos de resolução. Num segundo momento, exercícios de fixação desenvolvidos oralmente, seguidos por uma coleção de exercícios repetitivos objetivando fixar a teoria. Finalizava-se com um grande número de situações problemas, ligando o conteúdo trabalhado com o dia a dia das alunas.

Ao trabalhar as quatro operações fundamentais, frações, potência e raízes, identificou-se um elevado número de exercícios de repetição para a memorização, de modo que as alunas dominassem bem as regras operacionais e os procedimentos de resolução (teoria). Já nos demais capítulos observaram-se muitas situações-problema práticos e relacionados ao cotidiano. Portanto, a proposta defendida pelas autoras consistia num ensino não limitado apenas na teoria e reprodução mecânica dos conteúdos propostos, mas a teoria deveria ser guiada pela prática. Para as autoras, era importante limitar os conteúdos ao mais necessário para a vida prática. Dessa forma, desejava-se que as egressas propagassem a tradição da Ordem das Irmãs Franciscanas, especialmente através de sua ação no magistério de escolas primárias em diferentes comunidades gaúchas.

Esse estudo histórico sobre os dois livros de aritmética das Irmãs Franciscanas do Colégio São José permitiu um adentramento numa cultura escolar, em um lugar e em um tempo determinados, contribuindo assim para um resgate da História da Educação no RS. Também permite resgatar um pouco da história dos 150 anos de ação missionária e educacional das Irmãs Franciscanas da Penitência e Caridade Cristã no RS, particularmente no campo da Matemática.

REFERÊNCIAS

ALMEIDA, J. S. **Mulher e educação: a paixão pelo possível**. São Paulo: UNESP, 1998.

BOHNEN, A.; ULLMANN, R. A. **A Atividade dos Jesuítas de São Leopoldo**. São Leopoldo: UNISINOS, 1989.

BRITTO, S. L. M. **O ensino da aritmética nas escolas paroquiais católicas e no Ginásio Conceição, sob a ótica dos Jesuítas nos séculos XIX e XX**. 2016. Tese (Doutorado em Ensino de Ciências e Matemática) – Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática, Universidade Luterana do Brasil, Canoas, 2016.

BRITTO, S. L. M.; BAYER, A.; KUHN, M. C. **A contribuição dos Jesuítas para o ensino da Matemática no Rio Grande do Sul**. São Leopoldo, RS: Ed. UNISINOS, 2020.

CHARTIER, R. **A História Cultural: entre práticas e representações**. Lisboa: Difel, 1990.

FLESCH, B. **História da Congregação das Irmãs Franciscanas da Penitência e Caridade Cristã no Brasil (1872-1951)**. Porto Alegre: Metrópole, 1993. v.1.

KREUTZ, L. **Material didático e currículo na escola teuto-brasileira**. São Leopoldo: Unisinos, 1994.

KUHN, M. C. **O ensino da matemática nas escolas evangélicas luteranas do Rio Grande do Sul durante a primeira metade do século XX**. 2015. Tese (Doutorado em Ensino de Ciências e Matemática) – Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática, Universidade Luterana do Brasil, Canoas, 2015.

PROFESSORAS DO COLLEGIO SÃO JOSÉ. **Arithmetica Elementar Prática – Collecção de regras, exercícios e problemas methodicamente compilados, II parte**. 2. ed. correcte e augmentada. Porto Alegre: Franz Rath, 1890.

PROFESSORAS DO COLLEGIO SÃO JOSÉ. **Arithmetica Elementar Prática – Collecção de regras, exercícios e problemas methodicamente compilados, III parte**. 3. ed. correcte e augmentada. Porto Alegre: João Mayer Junior, 1900.

PROST, A. **Doze lições sobre a História**. Belo Horizonte: Autêntica, 2008.

RAMBO, A. B. **A escola comunitária teuto-brasileira católica**. São Leopoldo: Unisinos, 1994.

RUPOLO, I. Irmãs Franciscanas no Rio Grande do Sul e compromisso educacional. **Revista Vidya**, Santa Maria, RS, Edição Especial – 50 anos, p. 83-98, jul. 2001. Disponível em: <https://periodicos.ufn.edu.br/index.php/VIDYA/article/view/498/488> Acesso em: 8 jul. 2022.

TAMBARA, E. Profissionalização, escola normal e feminilização: magistério sul-riograndense de instrução pública no século XIX. **Revista História da Educação**, Pelotas, RS, n. 3, p. 35-58, abr. 1998. Disponível em: <https://seer.ufrgs.br/index.php/asphe/article/view/30720/pdf> Acesso em: 9 jul. 2022.

WERLE, F. O. C. Feminização do magistério como estratégia de expansão da instrução pública. **Revista de Educação Pública**, Cuiabá, MT, v. 5, n.7, p. 187-200, jan./jun. 1996.

Capítulo 9
METODOLOGIAS DE ENSINO DE MATEMÁTICA
PARA ALUNOS SURDOS

Stefany Cristina Alves Gonçalves

Antônia Lília Soares Pereira

METODOLOGIAS DE ENSINO DE MATEMÁTICA PARA ALUNOS SURDOS

Stefany Cristina Alves Gonçalves

Graduanda em Licenciatura Matemática no Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Tocantins (IFTO), Campus Palmas. <https://orcid.org/0000-0001-8716-8030>.

Antônia Lília Soares Pereira

Mestra em Ensino em Ciências e Saúde (UFT-2021), especialista em Metodologia do Ensino de Matemática e Física pelo Centro Universitário Internacional (2016), graduada em Licenciatura Plena em Matemática pela Universidade Federal do Acre - UFAC (2008). Docente na área de Matemática no Ensino Básico, Técnico e Tecnológico no Instituto Federal do Tocantins (IFTO), Campus Palmas. <https://orcid.org/0000-0002-3977-3508>.

Resumo: O desenvolvimento de atividades pedagógicas e de metodologias de ensino inovadoras contribuem para um melhor desempenho intelectual, físico e cognitivo dos estudantes com necessidades educacionais especiais. O presente estudo pauta-se em responder a seguinte pergunta norteadora: De que forma as metodologias de ensino de matemática podem contribuir com a aprendizagem dos alunos surdos? O objetivo deste estudo é compreender como as propostas educacionais para o ensino de matemática favorecem a aprendizagem de alunos surdos. A metodologia da pesquisa corresponde a uma revisão integrativa da literatura científica realizada sob critérios de inclusão e de exclusão, de abordagem qualitativa, de cunho analítico-exploratório. Como resultados deste estudo, verifica-se que os recursos visuais e os materiais manipuláveis configuram-se como um dos principais facilitadores do desenvolvimento do aprendizado dos alunos surdos. As metodologias de ensino de matemática devem envolver não somente os recursos viso-espaciais, mas também, jogos analógicos e digitais, aplicativos móveis e objetos de aprendizagem para a construção do conhecimento matemático, do desenvolvimento do pensamento matemático, da criatividade e da tomada de decisão. Portanto, conclui-se que a diversidade e inovação das metodologias de ensino de matemática para os alunos surdos como o uso de materiais concretos, *softwares*, jogos, recursos visuais e manipulativos facilitam o aprendizado. Além disso, estes objetos de aprendizagem podem promover o engajamento, a motivação, a autoaprendizagem, a autonomia, o

estímulo, a criatividade, a tomada de decisão, o desenvolvimento de competências e habilidades.

Palavras-chave: Alunos Surdos. Ensino de Matemática. Metodologias.

Abstract: The development of pedagogical activities and innovative teaching methodologies contribute to a better intellectual, physical and cognitive performance of students with special educational needs. The present study is based on answering the following guiding question: How can the mathematics teaching methodologies contribute to the learning of deaf students? The objective of this study is to understand how the educational proposals for teaching mathematics favor the learning of deaf students. The methodology of the research corresponds to an integrative review of scientific literature conducted under inclusion and exclusion criteria, qualitative approach, analytical-exploratory nature. As results of this study, it is verified that visual resources and manipulative materials are configured as one of the main facilitators of the development of learning for deaf students. The math teaching methodologies should involve not only the visual-spatial resources, but also analog and digital games, mobile applications and learning objects for the construction of mathematical knowledge, the development of mathematical thinking, creativity and decision-making. Therefore, it is concluded that the diversity and innovation of mathematics teaching methodologies for deaf students such as the use of concrete materials, software, games, visual and manipulative resources facilitate learning. Moreover, these learning objects can promote engagement, motivation, self-learning, autonomy, stimulation, creativity, decision-making, development of skills and abilities.

Keywords: Deaf Students. Mathematics Teaching. Methodologies.

INTRODUÇÃO

A escola possui um papel transformador e ativo quanto ao aprimoramento da educação especial. O desenvolvimento de atividades pedagógicas e de metodologias de ensino inovadoras contribuem para um melhor desempenho intelectual, físico e cognitivo dos estudantes com necessidades educacionais especiais.

Neste aspecto, a Política Nacional de Educação Especial na Perspectiva Inclusiva (PNEEPI, 2008) proporcionou o aperfeiçoamento da implementação curricular por meio de avaliações de toda a estrutura escolar. A partir disso, oportunizou a criação de ambientes de aprendizagem para os alunos com deficiência.

A proposta educacional bilíngue, que se refere ao uso de duas línguas na comunicação e no ensino dos surdos, a Libras e a Língua Portuguesa (BRASIL, 2014), aliada à metodologia de ensino adequada aplicada em sala de aula torna-se de suma importância para o aprendizado dos alunos surdos (ZANQUETTA, 2015). Assim, “deve-se buscar estratégias de ensino diferenciadas para que os alunos possam

desenvolver suas habilidades de todas as maneiras possíveis” (MOREIRA, 2018, p. 40).

Para Moreira (2018, p. 80), o ensino bilíngue permite espaços de aprendizagem em matemática, inclusive, a interação entre os alunos se torna natural e “possibilita a expressão de ideias, contribuições com os colegas, exposição do entendimento sobre os conteúdos”. Além disso, a inclusão permite a integração e a socialização, que permitem um melhor aprendizado aos estudantes surdos.

Sobre as práticas pedagógicas diferenciadas, Canuto (2019, p. 60) explica que “quando se utiliza práticas lúdicas no ensino de matemática percebe-se que há uma abertura para se aprender, [...] é preciso acreditar e investir no potencial do indivíduo surdo, promovendo uma verdadeira inclusão”. As atividades lúdicas e os recursos pedagógicos visuais permitem o engajamento, a motivação, o desenvolvimento de competências e habilidades dos estudantes surdos.

Diante disso, a pergunta norteadora desta pesquisa consiste na seguinte questão: De que forma as metodologias de ensino de matemática podem contribuir com a aprendizagem dos alunos surdos? O objetivo deste estudo é compreender como as propostas educacionais para o ensino de matemática favorecem a aprendizagem de alunos surdos.

Portanto, este estudo possui a finalidade de entender e apresentar propostas metodológicas para o ensino-aprendizagem de matemática de alunos surdos. Este artigo apresenta em sua organização, a introdução, a revisão da literatura (Propostas Metodológicas de Ensino de Matemática para Alunos Surdos), os procedimentos metodológicos, os resultados e discussões, e as considerações finais.

PROPOSTAS METODOLÓGICAS DE ENSINO DE MATEMÁTICA PARA ALUNOS SURDOS

A diversidade de propostas pedagógicas de ensino de Matemática para alunos surdos envolve o uso de jogos, materiais manipuláveis, recursos visuais, além da utilização de *softwares* que são ferramentas que permitem, principalmente, uma aprendizagem significativa. Moura (2019, p. 92) afirma que, o *software* Supermercado Virtual proporcionou motivação, estímulo e engajamento nos estudantes. O atrativo

visual, a dinamicidade de informações e a interação que o *software*, favorece a consolidação de conhecimentos matemáticos.

Por outro lado, Souza (2019) explica que o uso do Tangram, que é jogo de peças de polígonos, oportunizou aos alunos surdos uma maior facilidade no ensino-aprendizagem de matemática. Os estudantes podem formar e visualizar figuras geométricas, além de entender as propriedades e as definições dos polígonos. Neste sentido,

"Para que o aluno vivencie o processo de ensino de maneira autônoma é preciso estimular a interação social, para que se possa contribuir para a transformação do ser humano em um ser sociável. [...] Visando sua formação intelectual, social, cultural, política e pessoal. Nessa etapa, os alunos constroem suas bases sólidas, por isso, é importante que as aulas oportunizem momentos de exploração, de questionamento, a fim de gerarem mudança e ressignificação dos conteúdos, por parte dos alunos" (ALMEIDA, 2021, p. 52 e 53).

É importante ressaltar que, a utilização de materiais pedagógicos manipuláveis possibilita um bom desempenho quanto à autoaprendizagem dos conceitos matemáticos por parte dos alunos surdos. O uso de representações visuais propicia o desenvolvimento de habilidades e de autonomia dos alunos surdos, principalmente no que se refere à resolução de problemas (MOURA, 2019).

Portanto, não são apenas os recursos didáticos que devem ser constantemente adaptados para os alunos surdos, mas também, a formação continuada dos docentes. Nesta conjuntura, Moreira (2018, p. 20) esclarece que é de extrema necessidade para a melhoria da qualidade da educação que a "formação docente com foco na diversidade deve levar em consideração conhecimentos sobre as singularidades dos alunos com deficiência, altas habilidades/superdotação e transtornos globais do desenvolvimento".

PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Este estudo, trata-se de uma revisão integrativa da literatura científica, que envolve a análise de pesquisas por meio de levantamentos bibliográficos. É um método que possibilita o agrupamento do resumo de conhecimento e a "incorporação da aplicabilidade de resultados de estudos significativos na prática". Tem como objetivo expor as fases que compõem a descrição, a verificação, a observância e os

aspectos relevantes para a utilização desse recurso metodológico (SOUZA; SILVA; CARVALHO, 2010, p. 102).

Este trabalho tem como abordagem a pesquisa qualitativa, pois depende de algumas condições, tais como ter foco na natureza dos dados e nas hipóteses teóricas que os levaram a investigação. Logo, se define esse estudo como uma “sequência de atividades, que envolve a redução dos dados, a categorização e a interpretação dessa coleta” (GIL, 2017, p. 133).

Esta pesquisa é de cunho analítico-exploratório, pois, “a análise e a interpretação desenvolvem-se a partir das evidências observadas, de acordo com a metodologia, com relações feitas através do referencial teórico e complementadas com o posicionamento do pesquisador” (PRODANOV; FREITAS, 2013, p. 112). E ainda,

“A pesquisa exploratória é quando a pesquisa se encontra na fase preliminar, tem como finalidade proporcionar mais informações sobre o assunto que vamos investigar, possibilitando sua definição e seu delineamento. Assume, em geral, as formas de pesquisas bibliográficas e estudos de caso” (PRODANOV; FREITAS, 2013, p. 51 e 52).

A pesquisa relacionada ao levantamento bibliográfico desta revisão integrativa da literatura foi realizada de acordo com os metadados que constam na base de dados do *Google Acadêmico (Scholar)*. Essa ferramenta foi escolhida pela facilidade da busca relativa sobre um conteúdo científico ou da literatura acadêmica, inclusive, encontrar informações sobre pesquisas e com assuntos mais específicos.

A realização da pesquisa ocorreu entre os dias 02 a 15 de abril de 2022. Os termos de busca utilizados foram: “educação de surdos” *AND* “ensino de matemática” *AND* “proposta educacional”. Estes termos de busca foram usados para filtrar com exclusividade resultados com maior relevância para o estudo.

Para a busca, foram utilizados como critérios de inclusão: pesquisas científicas redigidas em língua portuguesa; estudos que se configuram como trabalhos de conclusão de curso, dissertações e teses; e estudos publicados em um período de 10 anos (entre 2012 e 2022).

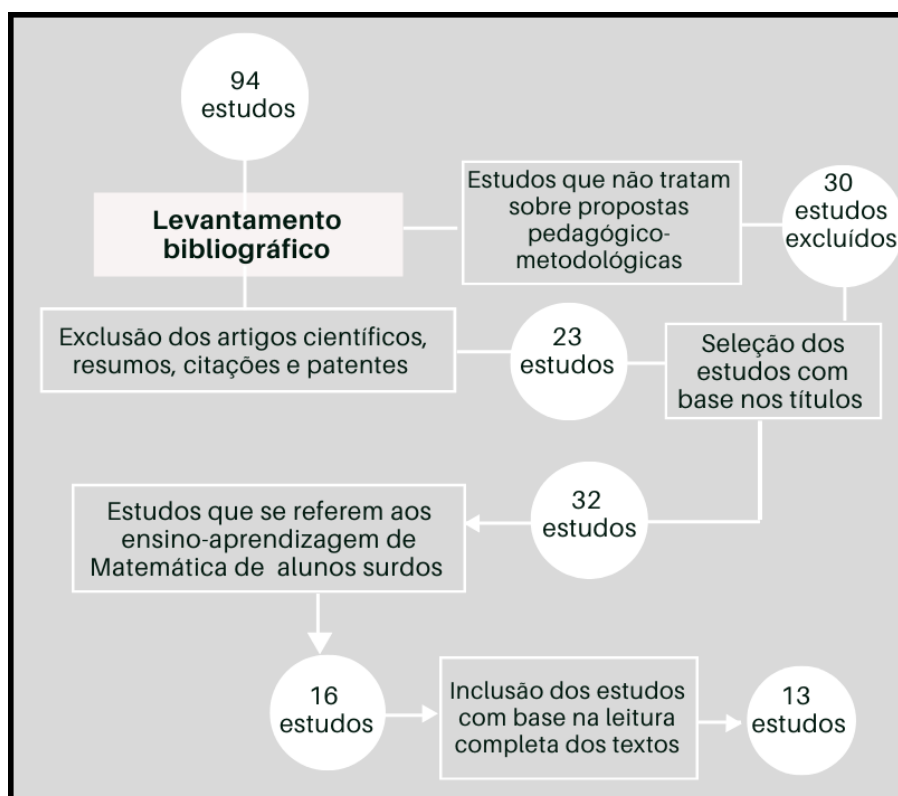
Como critérios de exclusão utilizamos a filtragem dos estudos a partir da restrição de: artigos científicos e resumos publicados em anais ou em periódicos, livros, *ebooks*, patentes, citações, além disso, também foram excluídos os trabalhos

que não possuem relevância para este estudo e que não abordam o uso de recursos pedagógicos ou metodologias para o ensino de Matemática de alunos surdos.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

Este estudo trata de conjecturas e critérios de seleção bem definidos acerca dos estudos, inclusive sobre o aporte metodológico. Na pesquisa obtivemos 94 resultados, após a filtragem dos estudos, selecionamos 13 trabalhos acadêmicos, conforme mostra a figura 1, abaixo:

Figura 1 – Demonstração das etapas de seleção dos estudos científicos



Fonte: Elaborada pelas autoras (2022)

A seleção dos estudos científicos ocorreu em conformidade com as pesquisas que abordam propostas pedagógicas para o ensino de Matemática voltadas para os alunos surdos. Os resultados da pesquisa, após a filtragem e a seleção realizada de forma estrutural e organizativa, configurou em trabalhos exclusivos conforme mostra o quadro I, abaixo:

Quadro I - Seleção dos trabalhos científicos

Classificação dos estudos	Quantidade
TCC	2
Dissertação	10
Tese	1
Total	13

Fonte: Elaborado pelas autoras (2022).

O quadro II, a seguir, apresenta a extração de dados conforme a análise dos 13 estudos escolhidos. Nele, destacamos os títulos dos trabalhos científicos, os autores, o ano de publicação, o resumo e os principais resultados:

Quadro II – Propostas Educacionais para o Ensino de Matemática de Alunos Surdos

TESE - Uma Investigação Com Alunos Surdos do Ensino Fundamental: o cálculo mental em questão			
AUTOR(ES)	Maria Emília Melo Tamanini Zanquetta	ANO DE PUBLICAÇÃO	2015
RESUMO	A pesquisa envolveu os participantes do Grupo de Estudos e Pesquisas em Surdez e Ensino de Matemática, do Projeto de Apoio à Difusão da Libras e com os professores dos Anos Iniciais do Ensino Fundamental da escola especial. O estudo procura explicar o desenvolvimento dos alunos surdos fluentes, inclusive, quanto à sistematização de problemas resolvidos por meio de cálculos mentais e de forma dialogada. A estratégia aplicada neste estudo foi a proposição do desafio a três alunos do 6º ano do ensino fundamental no início da pesquisa e no término, estes alunos já estavam cursando o 8º ano do ensino fundamental. O desafio consistiu na realização de atividades sem utilizar as mãos, realizando os cálculos apenas mentalmente. O objetivo da pesquisa é identificar as possibilidades didático-pedagógicas de um trabalho sistematizado com cálculo mental de forma dialógica em Libras com alunos surdos fluentes. A Engenharia Didática foi adotada como estratégia metodológica da pesquisa e a Teoria dos Campos Conceituais favoreceu a construção da análise a priori e mais profunda da sequência didática.		
PRINCIPAIS RESULTADOS	Foi identificado que os estudantes surdos do 6º ano do ensino fundamental adequaram os seus conhecimentos às novas propostas de forma que após as perguntas realizadas a cada um dos participantes, a autora saberia o que levou eles a chegarem naquela resposta e assim pensarem sobre suas ações. As estratégias utilizadas pelos sujeitos da pesquisa consistiam na contagem a partir do primeiro número anunciado; a sobrecontagem com e sem o auxílio dos dedos; a contagem regressiva com e sem o auxílio dos dedos; recorrer a cálculos incorporados no seu repertório de memória; reproduzir mentalmente o algoritmo; mobilização de regras automatizadas; aplicação das propriedades dos números e das operações (decomposição, composição, comutatividade, associatividade, compensação) e realização de cálculos baseando-se na percepção de algumas regularidades dos números anunciados.		

DISSERTAÇÃO (I) – Ensinando Geometria Espacial para Alunos Surdas de uma Escola Pública de Belo Horizonte (MG): Um Estudo Fundamentado na Perspectiva Histórico Cultural			
AUTOR(ES)	Fernanda Bittencourt Menezes Rocha	ANO DE PUBLICAÇÃO	2014
RESUMO	O objetivo da pesquisa consistiu em procurar entender como o uso de recursos didáticos, como os materiais manipuláveis – utilizados por alunas surdas do 9º ano do Ensino Fundamental de uma escola pública de Belo Horizonte, em aulas em que fossem estimuladas ao diálogo através de questionamentos – favorecem a aprendizagem de Geometria Espacial quanto à ampliação do vocabulário em Língua de Sinais e o português escrito. Pode-se constatar a forma manipulação e de utilização dos materiais, bem como, a comunicação das alunas na execução das atividades planejadas que abordavam os conceitos básicos da Geometria Espacial. Sob este viés, os materiais manipulativos configuraram-se como ferramentas de mediação da aprendizagem.		
PRINCIPAIS RESULTADOS	Os principais resultados foram acerca da análise do diálogo, da interação e da satisfação com respostas e sinais matemáticos em Libras que as alunas compartilhavam no decorrer do processo. A pesquisa beneficiou toda a comunidade escolar com o uso de uma metodologia de ensino diferenciada pautada na inovação pedagógica para a aprendizagem em Matemática. Esta proposta também permite dinamizar outros projetos para que os professores possam melhorar a própria prática. Dessa forma, por meio desta investigação, os alunos podem participar de um trabalho colaborativo que proporciona a argumentação, estabelecer conjecturas e trocar informações para a consolidação dos saberes.		
DISSERTAÇÃO (II) - Educação Matemática e Crianças Surdas: Explorando Possibilidades em um Cenário para Investigação			
AUTOR(ES)	Amanda Queiroz Moura	ANO DE PUBLICAÇÃO	2015
RESUMO	A pesquisa realizada teve como objetivo a interação de crianças surdas com uma proposta de investigação. Para a análise, os participantes eram crianças surdas com idades entre sete e nove anos de idade que frequentavam uma Instituição de Reabilitação e apresentavam domínios diferentes da língua brasileira de sinais. Na realização do estudo foram utilizados <i>softwares</i> que permitem o manuseio da tecnologia pelos estudantes para a execução de atividades do cotidiano das crianças para um melhor engajamento dos membros. Por meio do uso desta ferramenta foi possível identificar as relações matemáticas existentes e a contribuição da matemática para a autonomia e inclusão social de pessoas surdas.		
PRINCIPAIS RESULTADOS	Os resultados da pesquisa apontam que o ambiente adequado para uma nova metodologia de ensino da matemática foi a aplicação dos cenários para investigação. O estudo mostrou que existe uma grande dificuldade dos participantes com a língua de sinais na forma de se expressar, leitura e escrita na utilização dos <i>softwares</i> . A pesquisa também enfatiza uma reflexão em relação à prática docente voltada para os alunos surdos. As metodologias de ensino necessitam ser diferenciadas para a superação de obstáculos e para a inclusão de possibilidades que podem influenciar na aprendizagem.		
DISSERTAÇÃO (III) - Educação Matemática e Educação de Surdos: tecendo memórias na perspectiva da educação inclusiva			

AUTOR(ES)	Maria Eliana Soares	ANO DE PUBLICAÇÃO	2017
RESUMO	<p>O estudo apresenta uma narrativa da autora sobre a sua própria vivência e aprendizado ao lecionar na educação básica e inclusiva. Ao analisar as suas aulas pode perceber que se prejudicou ao limitar o seu conhecimento da educação de surdos. Descreve também a realidade do ensino regular e a complexidade da educação inclusiva, com a participação de cinco estudantes surdos. o objetivo da pesquisa é analisar as percepções de estudantes surdos sobre o ensino-aprendizagem matemática, considerando a complexidade da comunicação em sala de aula, para o qual volta-se para o ensino-aprendizagem de Matemática para a educação cidadã. Por meio de uma investigação científica escolar, sob o olhar da alfabetização científica sobre educação matemática e educação de surdos, cuja perspectiva centra-se nas reflexões teórico-metodológicas que colaboram com as práticas pedagógicas inclusivas e estudos na educação de surdos.</p>		
PRINCIPAIS RESULTADOS	<p>O estudo revelou que as reflexões oportunizaram a ressignificação de memórias. Notou-se também que os familiares e docentes ensinam e se distanciam do que as leis apoiam, pois infelizmente as pessoas surdas não são notadas na sociedade e a falta de professores qualificados na área acarretam uma desmotivação nos estudantes, pois não se sentem acolhidos. O estudo proporcionou o desejo de mudanças nos docentes que se apropriarem da ideia. Porém, os educandos surdos, que são protagonistas desta pesquisa são os maiores interessados em práticas docentes inclusivas, para que assim professores e estudantes possam viver sua cidadania ativa.</p>		
DISSERTAÇÃO (IV) - Ensino de Matemática para Surdos: Uma Abordagem Bilíngue			
AUTOR(ES)	Soliane Moreira	ANO DE PUBLICAÇÃO	2018
RESUMO	<p>Esta é uma pesquisa que tem por objetivo ensinar matemática para pessoas com deficiência auditiva em duas línguas, em Português e em Libras. E assim analisar o ensino de frações no 6º ano do ensino fundamental a partir da resolução de atividades, do uso de jogos e materiais usados que priorizam o aspecto visual. Foram realizadas entrevistas entre professores de matemática, intérpretes de Libras e alunos surdos. A intervenção mostrou que a maior dificuldade desses alunos é no conteúdo de frações. A pesquisa de cunho qualitativo possui como objetivo geral elencar e analisar as contribuições do bilinguismo no processo de apropriação do conteúdo de frações, do 6º ano do ensino fundamental, em alunos surdos desta mesma série.</p>		
PRINCIPAIS RESULTADOS	<p>Com as atividades realizadas pode-se perceber que o ensino Bilíngue e metodologia adequada é de suma importância para o desenvolvimento e aprendizado dos alunos surdos. Os professores de matemática relataram a dificuldade de se comunicarem com os alunos surdos, que é mediada pelo intérprete de Libras. Ressalta-se que o professor necessita utilizar metodologias de ensino diferenciadas para a aprendizagem do aluno. Os intérpretes de Libras apontam uma dificuldade maior acerca da interpretação das aulas, que se torna mais fácil quando o professor utiliza materiais concretos para auxiliar na compreensão dos alunos. Os alunos surdos, destacam a falta de tempo para um atendimento individualizado.</p>		
DISSERTAÇÃO (V) - Raciocínio Lógico Matemático no Jogo de Xadrez: Uma Experiência com Alunos Surdos			

AUTOR(ES)	Kleber Jorge Canuto	ANO DE PUBLICAÇÃO	2019
RESUMO	A pesquisa envolve a problemática da inclusão dos alunos surdos, que vivem em busca de sua cidadania, pois muitas vezes são rotulados por não conseguirem compreender o conteúdo em sala de aula e por possuírem dificuldades linguísticas. A pesquisa mostra que isso pode ser superado por meio do uso do xadrez, que contribui para o desenvolvimento cognitivo do aluno. O objetivo da pesquisa concentra-se na investigação sobre as contribuições do xadrez como ferramenta para o processo de ensino e de aprendizagem de Matemática de surdos da Escola Estadual de Audiocomunicação Demóstenes Cunha Lima – EDAC, no município de Campina Grande-PB. As características que reverberam sobre o jogo de xadrez e a educação expõem os benefícios educacionais da prática do xadrez, além de uma possível melhoria quanto à concentração para o sucesso no desempenho escolar e na socialização dos estudantes.		
PRINCIPAIS RESULTADOS	A pesquisa teve como resultado a prova de que o xadrez é um instrumento interessante para se aplicar em aulas dinâmicas no ensino da matemática, pois melhora o desempenho mental, raciocínios lógicos e engajamento dos alunos. Por meio da utilização do xadrez enquanto ferramenta, surgem possibilidades referentes ao ensino e aprendizagem de matemática dos alunos surdos, pois este instrumento permite o desenvolvimento de competências e habilidades, além da inclusão destes estudantes através da interação como xadrez.		
DISSERTAÇÃO (VI) - Surdez no Contexto da Educação Matemática: Um Estudo Sobre o Conjunto dos Números Reais A Partir de Registros de Representação Semiótica e o Tangram			
AUTOR(ES)	Lucas José de Souza	ANO DE PUBLICAÇÃO	2019
RESUMO	A pesquisa realizada tem por objetivo investigar a mobilização de registros de representação semiótica relacionado ao conjunto de números reais a partir de tarefas realizadas por alunos surdos do 1º ano do Ensino Médio de uma escola de Educação Bilíngue com o uso do material manipulável tangram. O Tangram foi utilizado como intuito de expor as figuras geométricas, representação de retas numéricas e assim produzir registros de imagens facilitando a aprendizagem de conceitos matemáticos em Libras.		
PRINCIPAIS RESULTADOS	Diante do exposto acima, pode-se perceber que a utilização do tangram facilitou a aprendizagem dos alunos surdos em conceitos matemáticos, pois eles podem formar e visualizar figuras geométricas. Foram abordadas regras de acordo com a representatividade que permitiu a mobilização de representações numéricas com frações, decimais e porcentagens de números racionais e irracionais. Por meio dessa variedade de registros semióticos, pode-se contribuir para a aprendizagem de Matemática.		
DISSERTAÇÃO (VII) - Aprendizagem Significativa de monômios: Um Olhar no Contexto da Educação Bilíngue de Surdos.			
AUTOR(ES)	Neoli Paulina da Silva Gabe	ANO DE PUBLICAÇÃO	2019

RESUMO	<p>O estudo foi desenvolvido nas aulas de matemática através de uma análise envolvendo a Teoria da Aprendizagem Significativa (TAS) para alunos do 8º ano com deficiência auditiva. Tendo como principal foco conhecer o processo aprendizagem desses alunos com o ensino de monômios através do uso do <i>software Dudamath</i>. O estudo apresenta como objetivo investigar indícios de aprendizagem significativa no ensino de monômios para alunos surdos.</p> <p>A pesquisa destaca o desenvolvimento de uma análise que relaciona a Teoria da Aprendizagem Significativa com o objeto de investigação das práticas pedagógicas aplicadas nas aulas de Matemática, ministradas em libras para alunos surdos. O desenvolvimento da pesquisa ocorreu em uma escola que é referência na educação de surdos, localizada na região do Vale do Rio Pardo, no Rio Grande do Sul.</p>		
PRINCIPAIS RESULTADOS	<p>O estudo mostrou que é indispensável o uso de tecnologias e a utilização de novas metodologias para o ensino de Matemática e que as atividades ilustrativas também representam uma ferramenta fundamental para uma melhor visualização e compreensão do conteúdo aplicado, pois os alunos surdos se esforçaram em aprender e participar no desenvolvimento das tarefas. Conclui-se que a aprendizagem significativa dos alunos surdos no estudo de monômios pode ser realizado de diferentes formas, tanto com a utilização de formas geométricas, como com o uso de <i>softwares</i> educacionais permitindo a construção de conceitos matemáticos por meio de recursos visuais e dinâmicos.</p>		
DISSERTAÇÃO (VIII) – Uma Análise de Tarefas que Envolvem Interpretações de Números Racionais em Uma Escola Pública de Educação Bilíngue para Surdos em Santa Maria/RS			
AUTOR(ES)	Tainara da Silva Guimarães	ANO DE PUBLICAÇÃO	2019
RESUMO	<p>A pesquisa tem o objetivo de investigar como os discentes surdos do 1º ano do Ensino Médio de uma escola estadual bilíngue de Santa Maria/RS, compreendem e mobilizam registros de representação semiótica em uma sequência de tarefas envolvendo as interpretações parte-todo, medida e operador de números racionais utilizando o tangram. A investigação trata a educação de surdos sob um viés visual e espacial que permite o acesso aos conceitos de libras, respeitando a autonomia e levando em consideração a estrutura de um plano educacional.</p>		
PRINCIPAIS RESULTADOS	<p>Como resultados tem-se uma melhor compreensão do conteúdo desenvolvido com o material manipulável tangram com o bilinguismo, mas uma grande dificuldade com as operações básicas. A interpretação da parte-todo e do reconhecimento dos números racionais na representação das frações associadas às partes das áreas das figuras geométricas do tangram. Ocorreu também a percepção de uma assimilação no espaço unidimensional quanto à compreensão de números racionais aos valores de uma reta numérica. Os alunos também entenderam as sucessivas reduções das áreas das figuras geométricas quadradas e a comparação realizada aos números fracionários e decimais.</p>		
DISSERTAÇÃO (IX) - Ensino da Matemática para Surdos: Uma Abordagem Mediada			
AUTOR(ES)	Teresinha Fátima de Almeida	ANO DE PUBLICAÇÃO	2019

RESUMO	<p>O estudo abrange a aprendizagem mediada, que tem como finalidade sistematizar o estudo e facilitar o conhecimento do aluno surdo. Para um melhor desenvolvimento do estudante surdo é necessário a adequação de metodologias de ensino, uma vez que este aluno encontra uma maior dificuldade para entender a construção do conhecimento frente a língua portuguesa e a língua de sinais. Com o uso da Aprendizagem Mediada, no processo de ensino-aprendizagem leva-se em consideração a pluralidade de situações e de fatores que interferem no aprendizado do aluno surdo. O objetivo da pesquisa consiste em analisar os procedimentos didático-metodológicos que possibilitam aos alunos surdos a apropriação dos conhecimentos matemáticos, especificamente, os conhecimentos matemáticos associados à multiplicação por meio da ação mediadora do professor. A pesquisa envolveu quatro alunos que frequentam o período noturno da Escola Bilíngue Geny de Jesus Souza Ribas, localizada na cidade de Ponta Grossa – Paraná. A investigação da aprendizagem ocorreu por meio da observação das aulas ministradas via <i>Google Meet</i>, num período de quinze dias. Os procedimentos didático-metodológicos levam esses alunos ao conhecimento matemático associado à multiplicação por meio da ação mediadora do docente.</p>		
PRINCIPAIS RESULTADOS	<p>Concluiu-se que os participantes desse estudo não tiveram um ensino de qualidade devido a falta de comunicação entre aluno e professor. Logo percebe-se que esse bloqueio afeta o desenvolvimento cognitivo do estudante. Diante das estratégias de ensino da matemática para alunos surdos verificou também que os participantes não aprenderam certos conteúdos, pois os professores não apresentavam metodologias adequadas para os alunos surdos. Verificou-se que a maioria dos estudantes demonstram dificuldades quanto à aprendizagem e que existem diferentes possibilidades para ensinar Matemática, uma vez que as limitações podem ser superadas por meio de uma proposta que promova a construção de significados e de conceitos matemáticos.</p>		
<p>DISSERTAÇÃO (X) – A Transposição Didática Interna no Ensino do Conjunto dos Números Naturais para Surdos: Um Estudo Numa Sala de Aula Inclusiva.</p>			
AUTOR(ES)	Wuallison Firmino dos Santos	ANO DE PUBLICAÇÃO	2019
RESUMO	<p>A pesquisa foi realizada em uma turma de 1º ano do Ensino Médio do Instituto Federal da Paraíba tem por objetivo apresentar a importância do intérprete no processo aprendizagem, para que o saber aplicado pelo professor seja alcançado pelos alunos surdos. O direcionamento do trabalho envolve a compreensão do processo da transposição didática interna. Este estudo faz uma análise das transformações do saber ensinado pelo professor quando é intermediado por um intérprete de Libras, para a aprendizagem do aluno surdo. O levantamento de dados foi realizado a partir das observações das aulas de matemática sobre o conteúdo: Conjunto dos Números Naturais. Para a discussão dos resultados, utilizou-se a Teoria Antropológica do Didático, aludindo à manipulação de objetos ostensivos e não-ostensivos nas aulas observadas.</p>		
PRINCIPAIS RESULTADOS	<p>Os principais resultados mostram que o intérprete desencadeia informações que modificam o que é ensinado pelo docente. Com as traduções das aulas em Libras o professor pôde perceber que eram necessárias algumas modificações na forma de ensinar e assim melhor levar os conteúdos aos seus alunos surdos.</p>		
<p>TCC (I)- Laboratório de Recursos Didáticos como Intervenções para o Ensino de Matemática para Alunos Surdos</p>			

AUTOR(ES)	Carla Cristina Coelho Carvalho	ANO DE PUBLICAÇÃO	2018
RESUMO	O objetivo do trabalho consiste em auxiliar os professores do Instituto de Engenharia do Araguaia e professores da rede pública de Santana do Araguaia – PA, no ensino e aprendizagem dos alunos surdos, para tentar diminuir o grande índice de repetência e evasão, iniciando um laboratório de recursos didáticos como intervenções para o ensino de matemática para alunos surdos como uma solução para essa questão que vem causando preocupação na sociedade em geral. A demonstração de entendimento das explicações e participação das atividades, não determina o desenvolvimento pleno da comunicação em sua língua de sinais, que é necessária para determinar a capacidade de expressão, opinião e comunicação em sua língua materna.		
PRINCIPAIS RESULTADOS	O trabalho demonstrou que as crianças têm mais facilidade do que adolescentes em aprender Libras. É imprescindível a prática da Língua Brasileira de Sinais desde as séries iniciais, assim os professores e alunos interagem a todo instante, facilitando a comunicação entre eles e garantindo o sucesso com os conteúdos aplicados. O uso de recursos didáticos é necessário para a melhoria da qualidade da educação de surdos.		
TCC (II) - A Experiência Visual como Elemento Facilitador no Processo de Ensino de Matemática para Alunos surdos			
AUTOR(ES)	Jônatas Sousa dos Santos	ANO DE PUBLICAÇÃO	2019
RESUMO	A pesquisa desdobra-se sobre o estudo da experiência visual como elemento facilitador para o ensino-aprendizagem de matemática para os alunos com deficiência auditiva. O objetivo da pesquisa é discutir a experiência visual como artefato cultural, dentre outras coisas facilitando com o apoio das experiências visuais, desenvolvimento do pensamento matemático das pessoas com surdez, além de um olhar semiótico sobre a mesma. A análise das informações ocorreu por meio de um estudo de caso realizado na Associação Pestalozzi Valença, numa turma composta por 6 alunos surdos, com faixa etária média de 9 a 12 anos de idade, que cursam o 6º ano do Ensino Fundamental.		
PRINCIPAIS RESULTADOS	Como resultado temos que os alunos surdos aprendem conteúdos matemáticos com suporte pedagógico aplicado no uso de materiais visuais para contribuir no seu aprendizado. A partir da investigação verificou-se a importância dos recursos visuais, técnicas e materiais para facilitar a compreensão da Matemática e dar um suporte pedagógico nas aulas. Conclui-se por meio desta pesquisa que ainda há muito que se discutir sobre metodologias de ensino de Matemática com foco nos alunos surdos.		

Fonte: Elaborado pelas autoras (2022).

O uso de materiais manipuláveis no desenvolvimento de atividades práticas no ensino de matemática de alunos surdos pode proporcionar resultados positivos quanto ao aprendizado. O diálogo e a interação dos alunos surdos durante as atividades podem permitir o compartilhamento de informações e a comunicação, inclusive, oportunizam metodologias de ensino diferenciadas e inovações pedagógicas (CANUTO, 2019).

De acordo com Souza (2019) os materiais didáticos manipuláveis são recursos essenciais para o desenvolvimento cognitivo dos estudantes surdos. Estas ferramentas possibilitam “explorar a compreensão perceptiva e discursiva pela identificação do contorno de suas formas como figuras geométricas” (SOUZA, 2019, p. 188), inclusive, podem ser utilizados como meios de comunicação, uma vez que estes materiais podem ser usados como referência aos objetos do conhecimento abordados durante as atividades pedagógicas.

Quanto às complexidades de aprendizagem dos alunos surdos acerca do entendimento dos conceitos matemáticos, o professor precisa realizar uma intervenção nos métodos de ensino para adequá-los ao estilo de aprendizagem e às necessidades dos estudantes (ZANQUETA, 2015). Nesta perspectiva, Moreira (2018, p. 36) explica que “o professor precisa intervir com a aprendizagem do aluno, buscando estratégias de ensino que privilegiem os recursos visuais”.

Desse modo, os elementos visuais e os materiais manipuláveis configuram-se como um dos principais facilitadores do desenvolvimento do aprendizado dos alunos surdos. As estratégias metodológicas utilizadas no ensino de matemática devem envolver não somente os recursos viso-espaciais, mas também, jogos analógicos e digitais, aplicativos móveis e objetos de aprendizagem para a construção do conhecimento matemático, do desenvolvimento do pensamento matemático, da criatividade e da tomada de decisão (CARVALHO, 2018; ALMEIDA, 2019; GUIMARÃES, 2019).

Por isso, a formação inicial continuada de professores é necessária, para o acolhimento, adaptação das metodologias de ensino, o respeito às diferenças, de modo que a cultura surda esteja presente na escola. Assim, como todos os indivíduos encontram-se em constante processo de aprendizagem, na incompletude da formação docente, o professor necessita aprimorar a sua própria prática, inclusive quanto ao aperfeiçoamento bilíngue para que com o uso das Libras, o estudante surdo possa compreender melhor os conceitos matemáticos (SOARES, 2017; GABE 2019).

Portanto, por meio do aperfeiçoamento da formação de professores, as metodologias de ensino de matemática ancoradas ao currículo escolar tornam-se integradoras, o que é fundamental para o aprendizado dos alunos surdos. Dessa forma, a adequação das práticas pedagógicas oportuniza contextos dinâmicos de aprendizagem não somente aos estudantes surdos, mas a todos aqueles que querem e que precisam aprender mais sobre Matemática (SOARES, 2017; SANTOS, 2019).

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este estudo mostra o quanto ainda tem que ser feito quanto às inovações pedagógicas e metodologias de ensino para alunos surdos. Não se pode negar que, a falta do ensino bilíngue nas instituições de ensino se faz presente e provoca um desfalque muito grande na comunicação entre o professor e aluno, o que enfraquece o ensino-aprendizagem.

Assim, entende-se que a Libras é fundamental para a compreensão dos conceitos matemáticos por parte do aluno surdo. A utilização de métodos diferenciados para o ensino de Matemática favorece o aprendizado de todos os estudantes, inclusive em sua formação cultural e social. Desse modo, conforme Carvalho (2018), as instituições de ensino devem facilitar a seus estudantes, a interação e a comunicação na sua língua para o equilíbrio do seu desenvolvimento e a aprendizagem.

Este estudo, apresentou como as propostas educacionais para o ensino de matemática favorecem a aprendizagem de alunos surdos. Mas, para além disso, desenvolveu-se a pesquisa a partir dos aspectos que o professor, a escola, os estudantes e a comunidade em geral podem melhorar não somente para a inclusão dos alunos surdos, mas também para o desenvolvimento do ser humano em suas múltiplas dimensões.

Portanto, conclui-se que a diversidade e inovação das metodologias de ensino de matemática para os alunos surdos como o uso de materiais concretos, *softwares*, jogos, recursos visuais e manipulativos facilitam o aprendizado. Além disso, estes objetos de aprendizagem podem promover o engajamento, a motivação, a autoaprendizagem, a autonomia, o estímulo, a criatividade, a tomada de decisão, o desenvolvimento de competências e habilidades.

REFERÊNCIAS

ALMEIDA, T. F. **Ensino da Matemática para Surdos: Uma Abordagem Mediada**. Dissertação (Mestrado), Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciência e Tecnologia, da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Ponta Grossa, 2021.

BRASIL. Ministério da Educação. Secretaria de Alfabetização e Diversidade. **Relatório sobre a Política Linguística de Educação Bilíngue - Língua Brasileira de Sinais e Língua Portuguesa do Grupo de Trabalho**, designado pelas Portarias

nº 1.060/2013 e nº 91/2013 do MEC/SECADI. Brasília, fevereiro de 2014. Disponível em: www.bibliotecadigital.unicamp.br/document/?down=56513. Acesso em: 15 jul. 2017.

CANUTO, K. J. **Raciocínio Lógico Matemático no Jogo de Xadrez: Uma Experiência com Alunos Surdos**. Dissertação (Mestrado), Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Educação Matemática, da Universidade Estadual da Paraíba, Campina Grande, 2019.

CARVALHO, C. C. C. **Laboratório de Recursos Didáticos como Intervenções para o Ensino de Matemática para Alunos Surdos**. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação), Instituto de Engenharia do Araguaia, da Universidade Federal do Sul e Sudeste do Pará, Santana Do Araguaia, 2018.

GABE, N. P. S. **Aprendizagem Significativa de monômios: Um Olhar no Contexto da Educação Bilíngue de Surdos**. Dissertação (Mestrado), Programa de Pós-graduação em Educação Matemática e Ensino de Física, Universidade Federal de Santa Maria, Rio Grande do Sul, 2019. 142 p.

GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 4. ed. São Paulo: Atlas, 2002.

GUIMARÃES, T. S. **Uma Análise de Tarefas que Envolvem Interpretações de Números Racionais em uma Escola Pública de Educação Bilíngue para Surdxs em Santa Maria/RS**. Dissertação (Mestrado), Curso de Pós Graduação de Educação Matemática e Ensino de Física, da Universidade Federal de Santa Maria, Rio Grande do Sul, 2019.

MOURA, A. Q. **Educação matemática e crianças surdas: explorando possibilidades em um cenário para investigação**. Dissertação (Mestrado em Educação Matemática) - Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, 2015.

MOREIRA, S. **Ensino de Matemática para Surdos: Uma Abordagem Bilíngue**. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciência e Tecnologia), Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Campus Ponta Grossa, 2018.

Política Nacional de Educação Especial na Perspectiva da Educação Inclusiva (2008). Documento elaborado pelo Grupo de Trabalho nomeado pela Portaria Ministerial nº 555, de 5 de junho de 2007, prorrogada pela Portaria nº 948, de 09 de outubro de 2007, entregue ao Ministro da Educação em 07 de janeiro de 2008. Brasília: MEC. Recuperado em 27 de novembro de 2019 de <http://portal.mec.gov.br/arquivos/pdf/politicaeducspecial.pdf>.

PRODANOV, C. C.; FREITAS, E. C. D. **Metodologia do trabalho científico: métodos e técnicas da pesquisa e do trabalho acadêmico**. 2. ed. Novo Hamburgo: Universidade Freevale, 2013.

SANTOS, J. S. **A experiência visual como elemento facilitador no processo de ensino aprendizagem de matemática para alunos surdos**. Trabalho de conclusão

de curso (Graduação)- Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Bahia, Valença, BA:IFBA, 2019. 82f.

SANTOS, W. F. **A Transposição Didática Interna no Ensino do Conjunto dos Números Naturais Para Surdos: Um Estudo Numa Sala de Aula Inclusiva.** Dissertação (Mestrado), Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Educação Matemática da Universidade Estadual da Paraíba, Campina Grande, 2019.

SILVA, A. M. **Educação Especial e Inclusão Escolar: história e fundamentos, Inter Saberes:** Curitiba, 2012

SOARES, M. E. **Educação Matemática e Educação de Surdos: tecendo memórias na perspectiva da educação inclusiva.** Dissertação (Mestrado), Pesquisa em Ensino e Aprendizagem de Ciências e Matemática para a Educação Cidadã, do Instituto de Educação Matemática e Científica da Universidade Federal do Pará, Belém, 2017.

SOUZA, L. J. **Surdez No Contexto da Educação Matemática: Um Estudo Sobre o Conjunto dos Números Reais a Partir de Registros de Representação Semiótica e o Tangram.** Dissertação (Mestrado), Curso de Pós Graduação de Educação Matemática e Ensino de Física, da Universidade Federal de Santa Maria, Rio Grande do Sul, 2019.

SOUZA, M. T.; SILVA, M. D.; CARVALHO, R. **Revisão integrativa: o que é e como fazer.** Einstein, v.8, n. 1, p. 102-10, São Paulo, 2010. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/eins/a/ZQTBkVJZqcWrTT34cXLjtBx/?format=pdf&lang=pt>. Acesso em: 15 jul. 2022.

ZANQUETTA, M. E. M. T. **Uma Investigação com Alunos Surdos do Ensino Fundamental: o cálculo mental em questão.** Tese (Doutorado), Programa de Pós-Graduação em Educação para a Ciência e a Matemática do Centro de Ciências Exatas da Universidade Estadual de Maringá, Paraná, 2015.

Capítulo 10
DESEMPENHO NO ENEM EM MATEMÁTICA DE 2015
A 2019 DAS ESCOLAS PÚBLICAS E PRIVADAS DO
VALE DO PARANHANA/RS

Bruna Schmitt

Silvio Luiz Martins Britto

DESEMPENHO NO ENEM EM MATEMÁTICA DE 2015 A 2019 DAS ESCOLAS PÚBLICAS E PRIVADAS DO VALE DO PARANHANA/RS

Bruna Schmitt

Graduada em Matemática pelas Faculdades Integradas de Taquara-FACCAT. E-mail: brunaschmitt@sou.faccat.br.

Silvio Luiz Martins Britto

Professor do curso de Matemática das Faculdades Integradas de Taquara – Faccat. Doutor em Ensino de Ciências e Matemática pela Universidade Luterana do Brasil (ULBRA). E-mail: silviobritto@faccat.br.

Resumo: O Exame Nacional do Ensino Médio (Enem), realizado desde o ano de 1998, tem preocupado os estudantes quanto ao seu desempenho e angustiado muitas instituições de Ensino Médio com relação aos resultados de seus alunos e a posição no *ranking* dessa avaliação. O fato de a pesquisadora ter concluído o Ensino Médio em uma escola pública, onde o despreparo para a realização do exame, segundo os estudantes, era visível, motivou esta investigação sobre o rendimento das escolas públicas e privadas do Vale do Paranhana no Enem. Trata-se de uma pesquisa de cunho quantitativo-qualitativo, que objetiva responder ao seguinte problema: “Como é o desempenho das escolas públicas e privadas no Enem no Vale do Paranhana, de 2015 a 2019, na área da Matemática e suas Tecnologias?”. Para essas inquietações, inicialmente, realizou-se uma pesquisa bibliográfica sobre as avaliações externas no Brasil, principalmente o Enem, suas adequações ao longo dos anos e a opinião de autores que explanam sobre a disparidade de rendimento entre as escolas públicas e privadas em avaliações externas. Finalizou-se este estudo com a coleta de dados realizada nos sites Inep, QEdU e Folha de São Paulo, sendo esboçados de forma que permitiram uma análise particular do rendimento das 18 escolas públicas e privadas da região investigada, na área de Matemática. De forma ilustrativa, analisou-se também o desempenho de algumas escolas públicas e privadas em nível estadual e nacional, que ocuparam as melhores posições no Enem. A partir dos dados coletados, verificou-se um desempenho superior das escolas privadas do Vale em relação às escolas públicas dessa mesma região. Porém, observou-se uma melhora nos resultados em ambas as redes de ensino de 2015 a 2019, principalmente no ano de 2018, quando a grande parte das escolas analisadas apresentou um rendimento superior no exame se comparado aos anos de 2015, 2016 e 2017. A melhora no desempenho também é verificada nas escolas em nível estadual e nacional, de 2015 a 2019. Os resultados obtidos nesta investigação podem contribuir para que as escolas do Vale do Paranhana analisem suas estratégias, a fim de identificar oportunidades de progresso no resultado do exame, bem como servir de fonte de pesquisa para atuais e futuros professores de Matemática.

Palavras-chave: Enem. Vale do Paranhana. Matemática e suas Tecnologias. Escolas públicas e privadas.

Abstract: The National High School Exam (Enem), carried out since 1998, has worried students about their performance and distressed many high school institutions in relation to the results of their students and the position in the ranking of this evaluation. The fact that the researcher completed high school in a public school, where the unpreparedness to take the exam, according to the students, was visible, motivated this investigation into the performance of public and private schools in Vale do Paranhana in the Enem. This is a quantitative-qualitative research, which aims to answer the following problem: “How is the performance of public and private schools in Enem in Vale do Paranhana, from 2015 to 2019, in the area of Mathematics and its Technologies?” . For these concerns, initially, a bibliographic research was carried out on external evaluations in Brazil, mainly the Enem, its adjustments over the years and the opinion of authors who explain the disparity in performance between public and private schools in external evaluations. . This study was concluded with the collection of data carried out on the websites Inep, QEdU and Folha de São Paulo, being outlined in a way that allowed a particular analysis of the performance of the 18 public and private schools of the investigated region, in the area of Mathematics. As an illustration, we also analyzed the performance of some public and private schools at the state and national level, which occupied the best positions in the Enem. From the data collected, a superior performance was found for private schools in the Valley in relation to public schools in the same region. However, there was an improvement in the results in both education networks from 2015 to 2019, especially in 2018, when most of the analyzed schools presented a higher performance in the exam compared to the years 2015, 2016 and 2017. The improvement in performance is also verified in schools at the state and national level, from 2015 to 2019. The results obtained in this investigation can help schools in Vale do Paranhana analyze their strategies in order to identify opportunities for progress in the exam result , as well as serving as a source of research for current and future mathematics teachers.

Keywords: Enem. Paranhana Valley. Mathematics and its Technologies. Public and private schools.

INTRODUÇÃO

As preocupações quanto ao desempenho dos estudantes no Enem, o baixo rendimento de uma parcela significativa de escolas públicas, segundo análises iniciais da pesquisa, e a relevância que o Enem tem para os concluintes do Ensino Médio, principalmente para ingresso no Ensino Superior, originou o interesse pela pesquisa. Baseado nisso, esta proposta tem como tema os resultados do Enem, na área da Matemática e suas Tecnologias, de 2015 a 2019, nas escolas públicas e privadas do Vale do Paranhana/RS.

A investigação apresenta o seguinte problema de pesquisa: “Como é o desempenho das escolas públicas e privadas no Enem no Vale do Paranhana, de 2015 a 2019, na área da Matemática e suas Tecnologias?”, para responder esse problema analisou-se o desempenho de três escolas privadas, 14 públicas estaduais e uma escola pública municipal de Ensino Médio da região analisada no Enem de 2015 a 2019 na área de Matemática e suas Tecnologias.

Destaca-se que o Vale possui 18 escolas de Ensino Médio e, apesar de uma das escolas não ter seu desempenho divulgado, todas elas são citadas nesta análise. Uma vez que todas as escolas serão consideradas, reforça-se que não houve critérios de escolha. A escolha da região e o início da investigação remete-se há 2015 ano em que a pesquisadora finalizou o Ensino Médio. Justifica-se também o fim da pesquisa em 2019, pois neste ano ainda não se passava pela pandemia da Covid-19.

Ressalta-se que não é o objetivo da pesquisa analisar e considerar questões étnicas, culturais, sociais, econômicas ou que estejam ligadas à política ou a qualquer assunto relacionado a esse gênero para explicar os desempenhos das escolas analisadas. Não se objetiva também fazer comparações quanto ao rendimento das escolas mais bem ranqueadas em nível estadual e nacional e igualmente na região analisada, uma vez que algumas escolas justificam o bom desempenho devido às seleções de alunos.

De forma ilustrativa, analisou-se, o desempenho de algumas escolas públicas e privadas de Ensino Médio de nível estadual e nacional, mais bem colocadas no Enem, a fim de verificar as suas colocações, suas médias de pontos e suas maiores notas de 2015 a 2019.

VALE DO PARANHANA/RS

O Vale do Paranhana está localizado na região nordeste do estado do RS e, de acordo com a Secretaria de Desenvolvimento Econômico e Turismo (2021) do estado, é composto pelos municípios de Três Coroas, Taquara, Parobé, Riozinho, Rolante e Igrejinha. Sua localização entre a serra e o litoral permite acesso direto à capital do estado, Porto Alegre. Na Figura 1, é possível visualizar sua localização geográfica:

Figura 1- Localização do Vale do Paranhana

Fonte: Tadeu (2010²²). Adaptada pelo autor (2021).

Conforme dados de 2019 da FEE²³, os seis municípios que compõem o Vale do Paranhana possuíam juntos, em 2019, 202.922 habitantes (FEE, 2021). A maioria desses municípios é de origem alemã, localizados em áreas de montanhas e pertencentes à Encosta da Serra Geral do estado (MARTINS, 2011). A análise de dados se dará nesta região do estado.

Enem – Breve contexto sobre sua origem e estruturação

O ministro e economista da década de 90, Paulo Renato Souza, que antes residia nos Estados Unidos, viu seus filhos realizarem exames de qualificação para ingressar nas melhores universidades americanas. O ministro mostrava-se muito preocupado com a correria que os jovens brasileiros tinham para prestar exames em diversas universidades, com o objetivo de ingressar no ensino superior e, por isso, no final do século XX, no governo de Fernando Henrique Cardoso, essa inquietude contribuiu para que amadurecessem a ideia de criar um exame semelhante no Brasil (DOCUMENTÁRIO ENEM 20 ANOS, 2018).

Durante a estruturação da matriz de referências do Saeb, surge para o Ministério da Educação a importância de uma matriz de competências e habilidades a serem aplicadas na avaliação, que mais tarde serviriam ao Enem e ao Encceja²⁴. Criou-se, então, uma comissão com o objetivo de elaborar uma prova interdisciplinar e moderna, que fosse capaz de avaliar o nível de preparação dos estudantes no final

²² Como o texto original, extraído do *site* oficial da internet, não apresentava paginação, não foi possível indicar a página em que se localiza a figura (N. A.).

²³ Fundação de Economia e Estatística.

²⁴ Exame Nacional para Certificação de Competências de Jovens e Adultos.

do Ensino Médio. Com isso, chegou-se a uma prova com 63 questões e com uma redação, que mediam habilidades e competências específicas (DOCUMENTÁRIO ENEM 20 ANOS, 2018).

O Enem iniciou no Brasil em 1998 com 157 mil inscrições e 115 mil participantes (BRASIL, 2019c). Quando foi criado, possuía “[...] como referência principal a articulação entre o conceito de educação básica e o de cidadania” (BRASIL, 2002, p. 10), contendo cinco competências estruturais e 21 habilidades (BRASIL, 2002).

As competências não se limitavam somente à vida escolar dos estudantes, mas buscavam prepará-los também para a realidade que enfrentariam fora das escolas. Além das competências gerais que norteavam a análise do nível de conhecimento do estudante, a redação também possuía competências específicas. Destaca-se como uma das competências específicas da redação o domínio da norma culta escrita (BRASIL, 2002).

A qualificação de desempenho do estudante se dava em três níveis, de acordo com as notas na prova objetiva e na redação, cada uma com peso de 100 pontos. A prova possuía 63 questões objetivas com igual valor e o total de pontos era listado em uma escala de 0 a 100. Logo, o estudante que acertasse todas as 63 questões obteria 100 pontos. Sendo assim, o desempenho do estudante era medido única e exclusivamente pelo número de acertos na prova (BRASIL, 2002). Essa simples soma de acertos é característica da Teoria Clássica dos Testes (TRAVITZKI, 2013), que se limita à soma das respostas de uma série de questões (PASQUALI, 2003).

A organização da prova, segundo o Inep (BRASIL, 2002, p. 17), era assim disposta: “A parte objetiva da prova estrutura-se [estruturava-se] com cerca de 20% (13 questões) de baixo nível de dificuldade, 40% (25 questões) de nível médio e 40% (25 questões) de nível alto de dificuldade.”. Ao longo dos anos, o exame foi sofrendo alterações, uma maior adesão dos estudantes e adaptações quanto à forma de avaliação.

Estrutura atual das provas do Enem

A estruturação das provas do Enem entre 1998 e 2008 era realizada a partir de 21 habilidades, sendo cada uma delas avaliada em três questões do exame, além da redação. A partir de 2009, o Enem passou a conter 45 questões em cada uma das quatro áreas do conhecimento e uma redação (BRASIL, 2019b).

Os cinco eixos cognitivos comuns a todas as áreas de conhecimento são descritos na atual matriz de referências do Enem, que possui também as competências e as habilidades específicas para cada área do conhecimento.

Assim como a antiga matriz de referências, a atual prepara o estudante para a vida escolar, mas também para a jornada fora da escola. Destaca-se que cada área do conhecimento possui 30 habilidades específicas a serem desenvolvidas pelos alunos. Especificamente, a área relacionada à Matemática e suas Tecnologias possui, além das 30 habilidades, sete competências a serem desenvolvidas pelos estudantes.

Assim como as habilidades, as competências possuem caráter preparatório para toda a vida desses alunos, não se limitando ao tempo que passam na escola. A forma como o Enem está estruturado desde 2009 pode ser resumida com a afirmação de Travitzki (2013, p.187): “4 áreas de conhecimento, 5 eixos cognitivos, 30 competências hierarquicamente relacionadas a 120 habilidades, conteúdos (objetos e conhecimento)”. Ferreira (2019) afirma que as provas do exame são divididas em cadernos de questões com cores distintas, com as mesmas questões, mas em ordem diferente.

Os sistemas de avaliação externa, em especial o Enem, sustentados por um currículo comum assegurado pela BNCC, conforme destacado pelos autores até aqui citados, permitem que as administrações governamentais analisem o nível da qualidade da educação básica no país. Além disso, favorecem a identificação dos pontos que podem ser desenvolvidos para que a aprendizagem dos estudantes brasileiros seja de qualidade.

Escolas públicas e privadas

O debate entre o público e o privado na educação é antigo pelo regime militar e pela criação da Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional em dezembro de 1961, sendo discutido inclusive por grupos de dentro da Igreja Católica, a favor da escola privada, e por integrantes do grupo Escola Nova²⁵, defensores da escola pública. Segundo Gomes (2018), apesar das discussões estabelecidas ao longo dos anos, destaca-se que a verdadeira importância da educação nunca deixou de ser observada pelos grupos participantes.

²⁵ Movimento feito por educadores em defesa da escola pública (BUFFA, 1979).

Ester Buffa (1979), em sua análise sobre os primeiros conflitos entre os defensores das escolas públicas e privadas, descreve que a escola pública possui o poder de promover a democracia, de unir pessoas de diferentes classes e de acabar com preconceitos e diferenças. Destaca que, enquanto houver diferentes classes na educação, a discussão entre as escolas públicas e privadas e suas comparações sempre inibirão um grande problema da educação: a sua qualidade.

Estudos como os de Boneti e Oliveira (2017) e de Castro (2009) analisam os *rankings* de notas do Enem por escola no Brasil e constataam que entre as notas mais baixas no exame não existe nenhuma escola pública federal e nenhuma escola privada; as piores escolas da listagem são escolas públicas estaduais; e de um *ranking* das 100 melhores escolas, em 2008, apenas onze eram públicas. Os resultados desses estudos levam a identificar, através de referências, o que ocasiona esses resultados antes mesmo de realizar a análise a que esta pesquisa se propõe.

Demo (2007) descreve que os melhores resultados obtidos pelas escolas privadas se dão pelos seguintes motivos: a escola possui um proprietário direto; seu desempenho é gerido baseado no desempenho da concorrência; exige qualificação e um bom desempenho dos professores, avaliando-os continuamente, e oferece melhores condições de trabalho para esses profissionais; e seu desempenho é cobrado pelos pais dos estudantes.

Por fim, reitera-se que se encontram poucos materiais e estudos que analisem a atuação de escolas públicas e privadas e que façam comparações entre os seus desempenhos. Tudo isso sem considerar questões como escolaridade dos pais, raça, religião, sexo, localização, estado civil dos estudantes, renda, carga horária de trabalho, taxa de fecundidade e estado civil.

PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Com este trabalho, tem-se o propósito de investigar e analisar os resultados alcançados, de 2015 a 2019, por todas as 18 escolas públicas e privadas de Ensino Médio do Vale do Paranhana no Enem na área de Matemática e suas Tecnologias. Destaca-se que o Vale possui 18 escolas, sendo todas elas analisadas nesta pesquisa. Reitera-se também que uma dessas escolas não teve seu desempenho divulgado na base de dados QEdU, mas foi considerada nesta pesquisa. Uma vez que

todas as escolas do Paranhana foram analisadas, não há critério de escolha para esta etapa da pesquisa.

Trata-se de uma pesquisa quantitativa-qualitativa, corroborando a afirmação de Creswell (2007, p. 35), ao avaliar que “Essa técnica [métodos mistos] emprega estratégias de investigação que envolvem coleta de dados simultânea ou seqüencial para melhor entender os problemas de pesquisa”. O estudo foi realizado com base nas informações dos *sites* Inep, QEdU e Folha de São Paulo, fontes confiáveis sobre o assunto.

A pesquisadora não pôde se basear em informações do Inep para a análise dos resultados do Vale do Paranhana. Embora esses dados de 2015 a 2019 tenham sido solicitados ao Inep, o pedido foi recusado. Para os dados sobre as escolas em nível estadual e nacional, utilizou-se o Inep como fonte para o exame de 2015. Dados do Governo Federal só puderam ser utilizados quando realizado o gráfico referente às suas médias²⁶ e à melhor nota na área de Matemática e suas Tecnologias em nível estadual e nacional.

Foram analisados os resultados do Enem de 2015 a 2019²⁷ na área de Matemática e suas Tecnologias, no Vale do Paranhana, nas 18 escolas de Ensino Médio do Vale do Paranhana. Os municípios que tiveram seus dados analisados foram: Igrejinha, Parobé, Riozinho, Rolante, Taquara e Três Coroas, identificadas, aleatoriamente, pelas seguintes legendas: A, B, C, D, E e F. Com o objetivo de preservar a identidade, as escolas analisadas foram identificadas com a letra correspondente ao seu município, seguida por números de forma crescente iniciando pelo um, conforme a quantidade de escolas por município.

ANÁLISE DE DADOS DA PESQUISA

No presente capítulo, serão apresentadas as análises dos dados que foram levantados por meio de pesquisa nos *sites* do Inep, QEdU e do jornal Folha de São Paulo, fontes confiáveis e utilizadas para divulgação dos dados do exame. O objetivo

²⁶ Quando se cita “média”, refere-se à média de desempenho de cada escola ou região analisada somente na área de Matemática, sem considerar ou se referir à média geral do exame em cada ano.

²⁷ O objetivo inicial desta pesquisa era analisar o desempenho das escolas de Ensino Médio do Vale do Paranhana no Enem na área de Matemática e suas Tecnologias até 2020, porém, devido à pandemia e às adversidades causadas no Exame, fato esse que necessitaria de uma análise mais específica, os dados do Enem deste ano não serão analisados.

é analisar o desempenho das escolas públicas e privadas no Enem no Vale do Paranhana, de 2015 a 2019, na área da Matemática e suas Tecnologias, bem como das escolas mais bem qualificadas no exame em nível estadual e nacional.

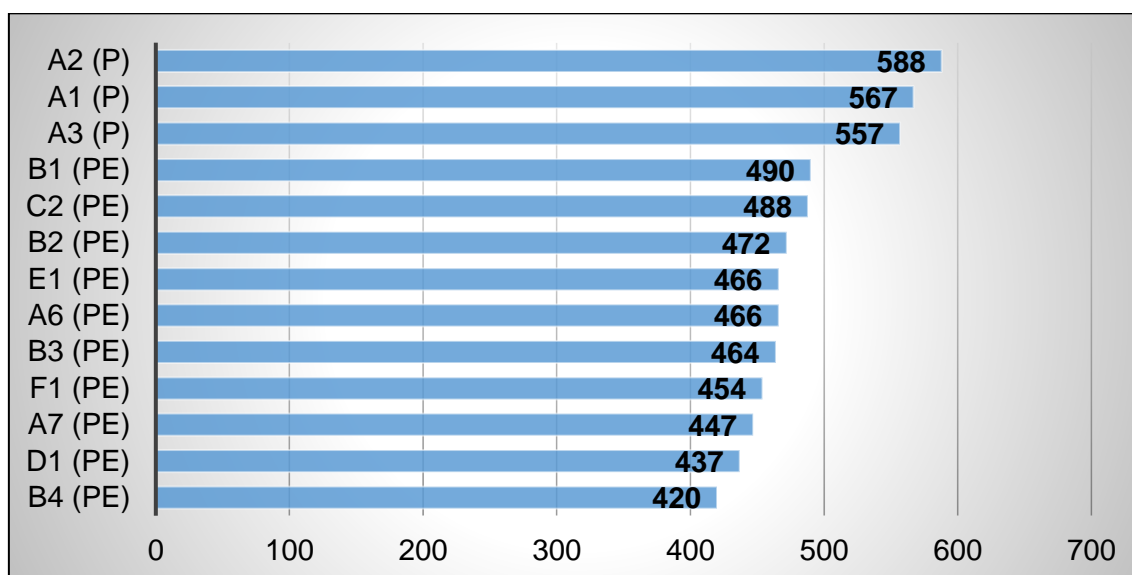
Análise do desempenho das escolas do Vale do Paranhana no Enem de 2015 a 2019

As médias de notas na área de Matemática e suas Tecnologias de todas as 18 escolas do Vale do Paranhana foram consultadas no *site* QEdU e estão organizadas de forma crescente nos gráficos elaborados. Ao lado da identificação da escola terá a sua dependência administrativa, sendo P para privada, PE para escola pública estadual e PM para escola pública municipal.

A análise começará pelo ano de 2015 que teve a sua menor média registrada pela escola B4 (PE): 420 pontos. A maior pontuação média na área analisada foi atingida pela escola A2 (P): 588 pontos. Conforme o Gráfico 1, observa-se que 168 pontos distanciam a primeira e a última colocada neste ano. As escolas C1 (PE), A8 (PE), A5 (PE)²⁸, A4 (PM) e A9 (PE) não tiveram suas notas divulgadas na fonte de dados QEdU.

²⁸ Apesar do seu desempenho não ter sido disponibilizado pelo QEdU, essa escola está contida nas análises por se tratar de uma escola conceituada na região e pelo fato do seu desempenho no Enem de 2015 a 2019 ter sido solicitado pela pesquisadora à direção da escola, mas não ter sido dado retorno até o momento. Destaca-se que essa solicitação não foi feita para a escola federal do Vale do Paranhana e por isso ela não consta nesta análise.

Gráfico 1- Média das escolas do Vale do Paranhana em Matemática e suas Tecnologias no Enem em 2015

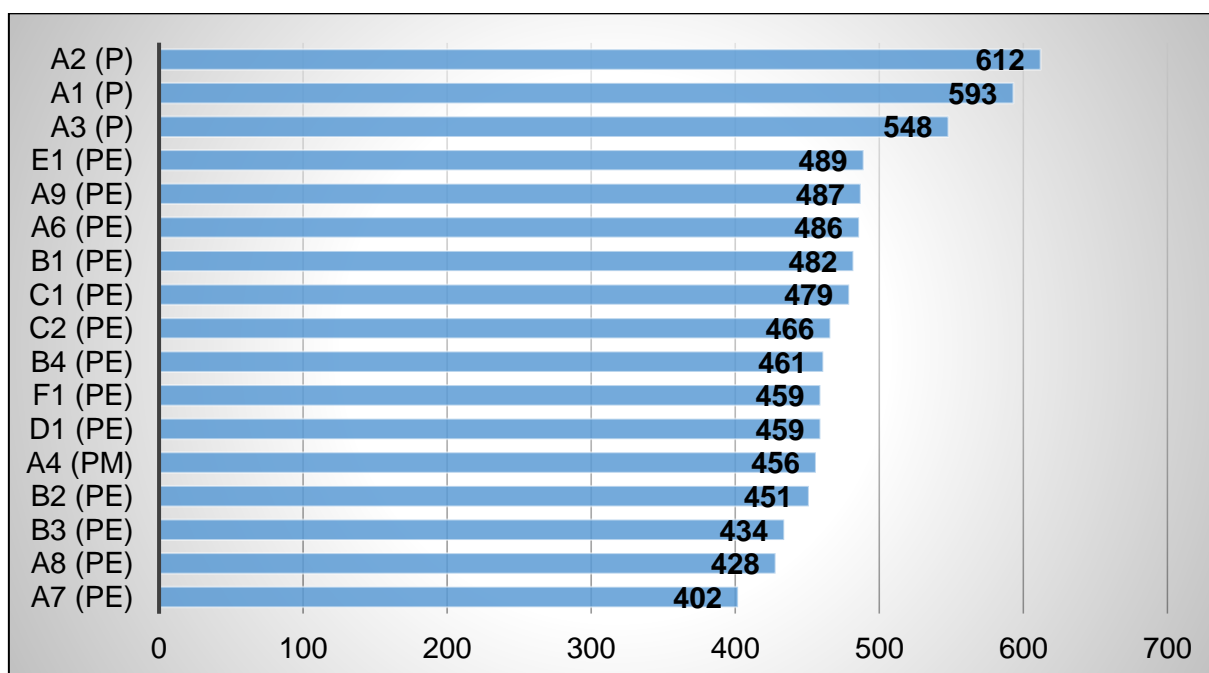


Fonte: Elaborado pela autora (2021) com base em QEdu (2021).

Verifica-se que as instituições mais bem colocadas em 2015 são as três escolas privadas analisadas: A2, A1 e A3, identificando-se uma diferença de 67 pontos da escola pública mais bem colocada (B1) e a escola privada com menor desempenho (A3), valor muito próximo da diferença entre a primeira e a última escola pública da listagem (B4 e B1): 70 pontos. Já a diferença de pontos entre as escolas privadas com maior e menor desempenho neste ano é a menor entre os anos analisados: apenas 31 pontos.

Em relação ao ano de 2016, a escola do Vale do Paranhana com a menor média no Enem em Matemática foi a escola A7 (PE) com 402 pontos. Já a maior nota ficou novamente com a escola A2 (P): 612 pontos, conforme se observa no Gráfico 2.

Gráfico 2- Média das escolas do Vale do Paranhana em Matemática e suas Tecnologias no Enem em 2016

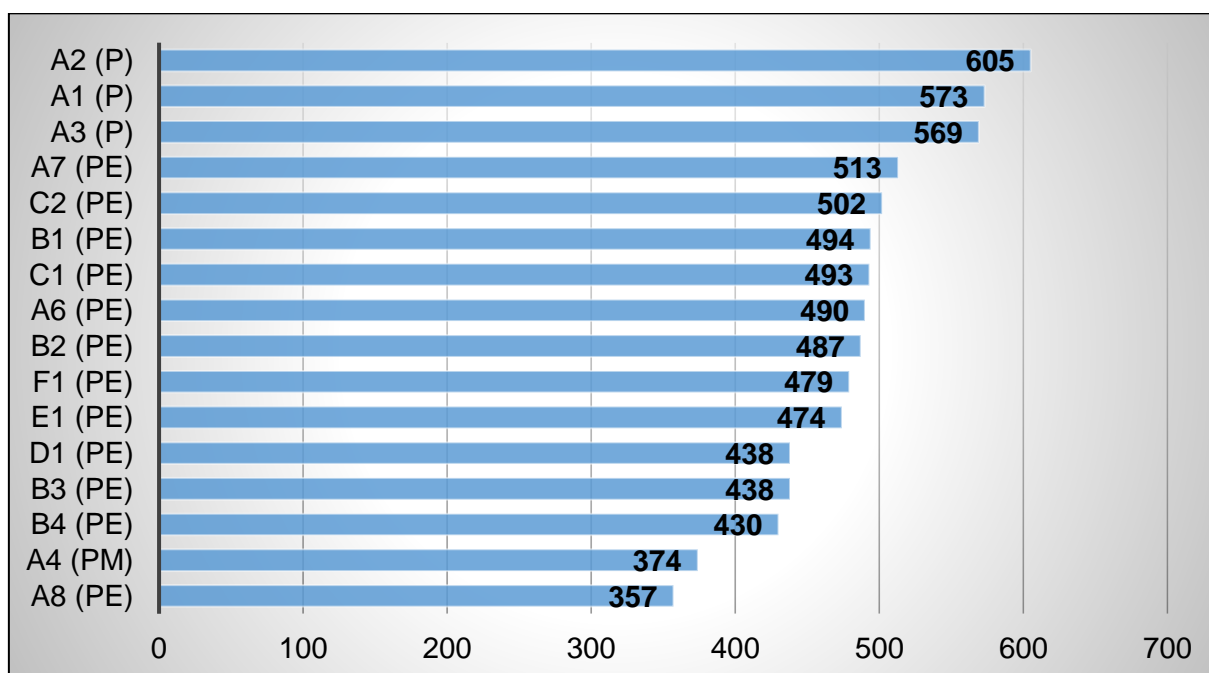


Fonte: Elaborado pela autora (2021) com base em QEdu (2021).

Nesse ano, a diferença da escola A2 (P) para a escola A7 (PE) (primeira e última colocadas no Paranhana) foi de 210 pontos. A escola A5 (PE) não teve sua nota divulgada pelo QEdu. Novamente, assim como no ano anterior, as melhores colocadas foram as três escolas privadas analisadas: A2, A1 e A3, na mesma ordem do ano de 2015. Entre a escola pública com maior desempenho e a escola privada com menor desempenho nota-se uma diferença de 59 pontos.

Em 2017, a escola A8 (PE) teve o menor rendimento do Vale do Paranhana no Enem na área de Matemática: 357 pontos. Já a maior nota média é atingida novamente pela escola A2 (P): 605 pontos. As escolas A5 e A9, ambas públicas estaduais, não tiveram suas notas divulgadas pelo QEdu, conforme Gráfico 3.

Gráfico 3- Média das escolas do Vale do Paranhana em Matemática e suas Tecnologias no Enem em 2017



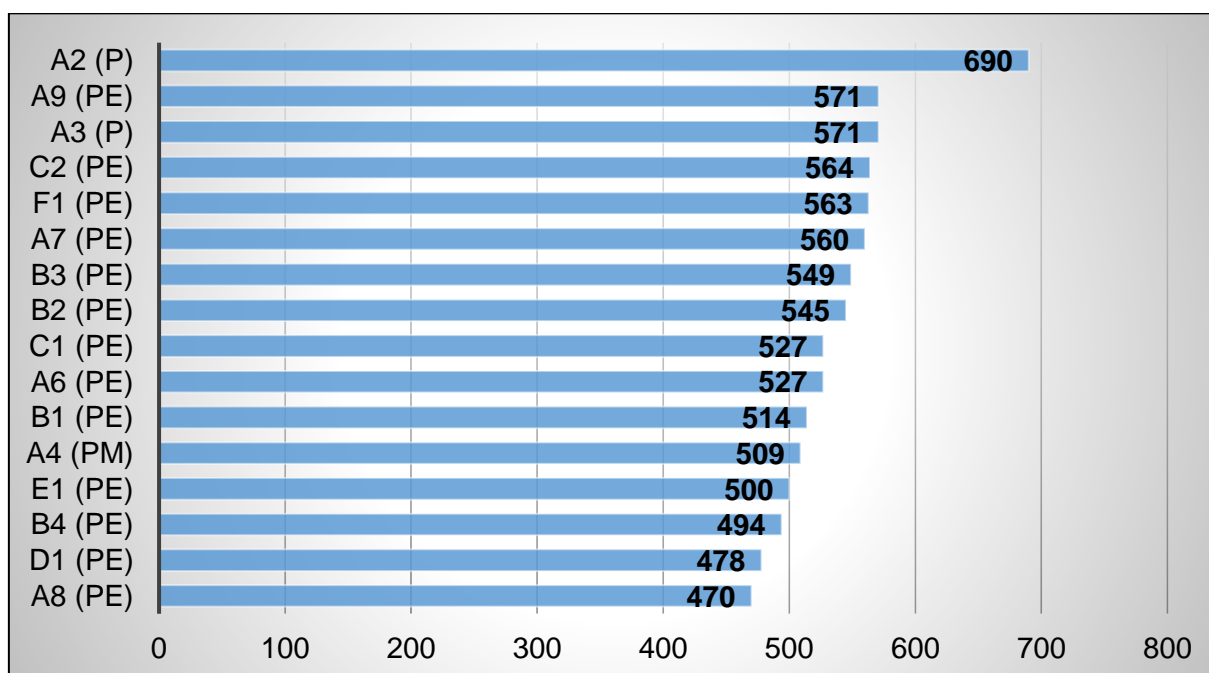
Fonte: Elaborado pela autora (2021) com base em [QEdu](#) (2021).

De acordo com o Gráfico 3, em 2017 a diferença da média de pontos da primeira para a última colocada foi a maior desde 2015: 248 pontos. Percebe-se que as escolas mais bem colocadas são novamente as três escolas privadas analisadas. A diferença entre a escola pública mais bem colocada nessa categoria (A7) e a escola privada com a menor nota entre as privadas (A3) é de 56 pontos.

Esse é o primeiro ano que duas escolas (A4 e A8) apresentaram desempenho inferior a 400 pontos na área de Matemática e suas Tecnologias, ambas públicas estaduais. É também o primeiro ano que duas escolas públicas estaduais apresentam desempenho superior a 500 pontos (A7 e C2).

O ano de 2018, assim como 2017, teve sua menor nota média atingida pela escola A8 (PE): 470 pontos. A escola destaque é novamente a escola A2 (P) com 690 pontos. Nesse ano, as escolas A9 (PE) e A3 (P) tiveram o mesmo rendimento na área: 571 pontos. Entre todos os anos analisados, esse é o único ano em que uma escola pública se iguala à média de pontos de uma escola privada. As escolas A5 (PE) e A1 (P) não tiveram suas notas divulgadas pelo QEdu, segundo Gráfico 4.

Gráfico 4- Média das escolas do Vale do Paranhana em Matemática e suas Tecnologias no Enem em 2018



Fonte: Elaborado pela autora (2021) com base em [QEdu](#) (2021).

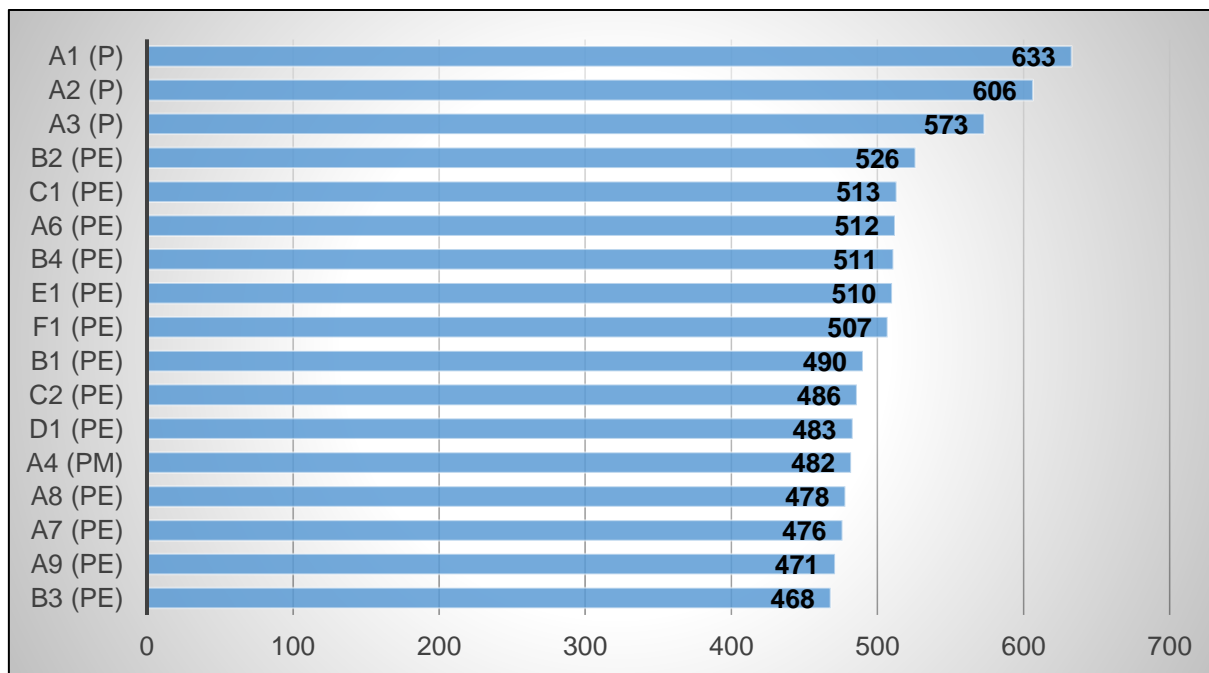
A diferença entre a escola com maior rendimento (A2) para as duas próximas escolas da listagem (A9 e A3) é de 119 pontos. Além disso, a maioria das escolas analisadas alcançou pontuação superior a 500 pontos (81,25%) e somente três escolas tiveram desempenho inferior a 500 pontos. Percebe-se a diferença de 220 pontos da primeira para a última escola do *ranking*. Nesse ano, a escola A1 (P) não realizou o Enem, pois não teve turma de 3º ano em 2018, porque a instituição não aderiu ao Ensino Fundamental de Nove Anos, efetivado pelo governo em 2006 com prazo para implementação até 2010 (BRASIL, 2021f). Pode-se supor que esse seja um dos motivos da escola A2 aparecer em destaque nesse ano.

Observa-se que todas as escolas analisadas apresentaram desempenho superior em 2018 quando comparadas aos anos anteriores. Diante disso, pode-se inferir que as escolas buscaram melhorar seu desempenho no exame, ao mesmo tempo que se pode supor que a avaliação nesse ano tenha sido mais branda, justificando esse melhor desempenho e também a melhora nas médias alcançadas pelas 18 escolas de Ensino Médio do Vale do Paranhana.

Em relação a 2019, a escola B3 (PE) teve a menor média do Paranhana: 468 pontos. A maior nota média nesse ano foi alcançada pela escola A1 (P): 633 pontos.

A escola A5 (PE) não teve sua nota divulgada pelo QEdu. O Gráfico 5 contém as notas obtidas pelas escolas.

Gráfico 5- Média das escolas do Vale do Paranhana em Matemática e suas Tecnologias no Enem em 2019



Fonte: Elaborado pela autora (2021) com base em [QEdu](#) (2021).

Percebe-se que a diferença de notas entre a primeira e a última escola do *ranking* de 2019 é de 165 pontos, menor diferença nesse quesito desde 2015. Novamente, as escolas privadas se destacam na área de Matemática no Vale do Paranhana. A escola pública B2 foi a escola mais bem colocada entre as instituições públicas, com 526 pontos. Das três escolas privadas analisadas, duas dessas (A1 e A2) apresentaram desempenho superior a 600 pontos.

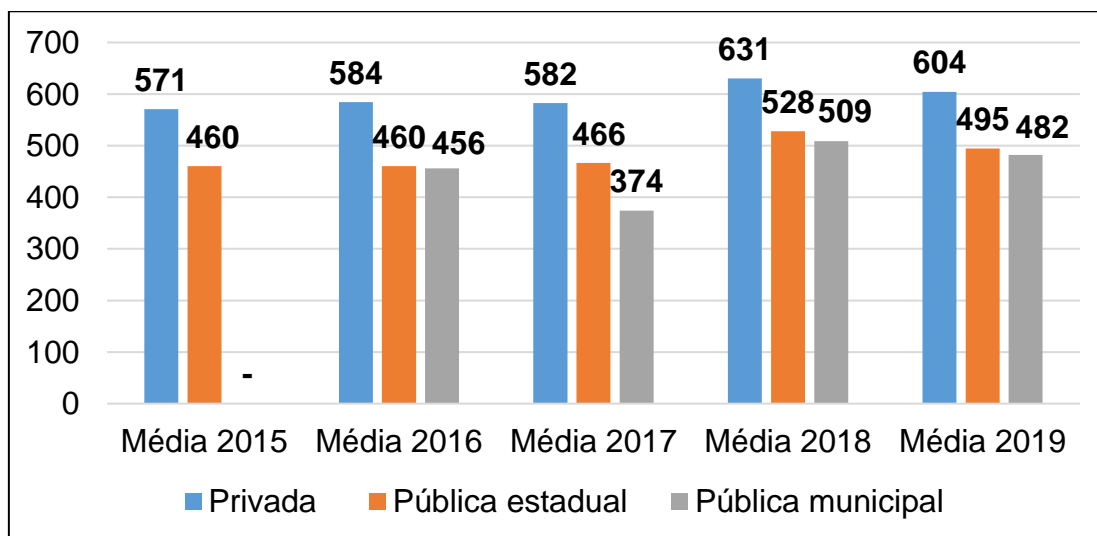
Esse foi o primeiro ano entre os analisados que a escola A2 (P) não ficou com a melhor média no Vale do Paranhana, obtendo o segundo lugar. A diferença de notas entre as escolas públicas com maior e menor desempenho ficou em 58 pontos, menor diferença entre essas escolas nos anos analisados. Já a diferença entre as instituições privadas ficou em 60 pontos. A média das escolas se deu da seguinte forma: 604 pontos para a rede privada, 495 para a rede pública estadual e 482 pontos para a única escola pública municipal analisada.

Média de pontos no Vale do Paranhana e em nível estadual e nacional

Ao analisar a média de pontos por dependência administrativa de 2015 a 2019 no Vale do Paranhana, na área de Matemática, é possível identificar alterações quanto ao desempenho em relação às três redes de ensino analisadas.

Verifica-se também que o ano de 2018 apresentou o melhor rendimento médio em todas as dependências administrativas analisadas quando comparado aos anos anteriores. Com isso, pode-se supor que a avaliação de 2018 tenha sido mais fácil que as avaliações dos outros anos. Já em 2019, apesar de um desempenho inferior a 2018, alcançaram-se resultados superiores aos três primeiros anos analisados, como pode ser observado no Gráfico 6.

Gráfico 6- Média de pontos no Enem por dependência administrativa de 2015 a 2019 no Vale do Paranhana, na área de Matemática e suas Tecnologias



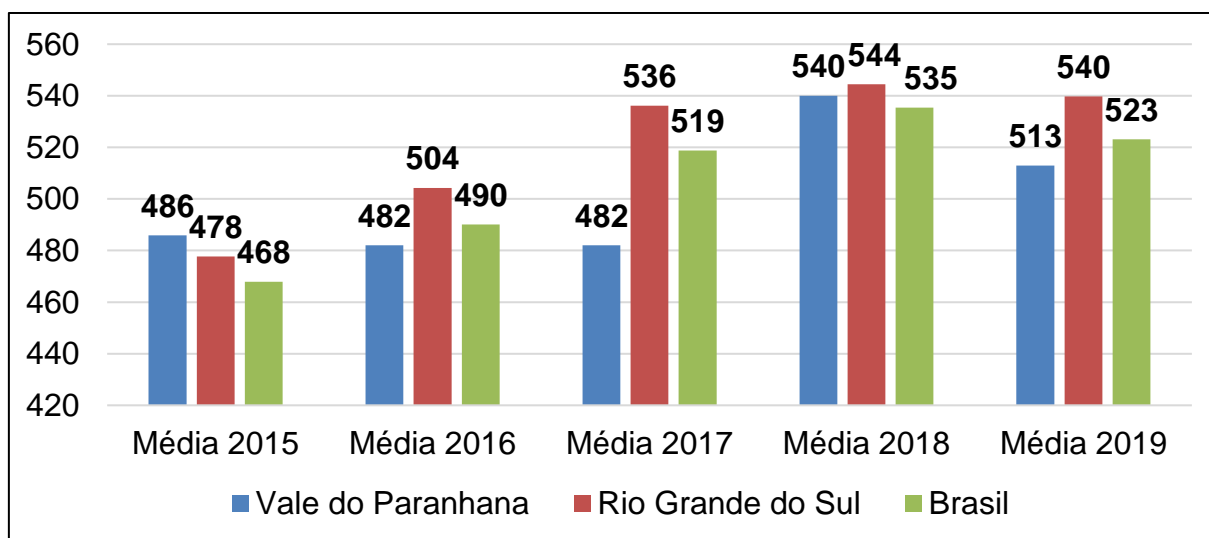
Fonte: Elaborado pela autora (2021) com base em [QEdu](#) (2021).

Nota-se que, enquanto a escola privada possui uma média de 594 pontos em todos os anos analisados, as escolas públicas estaduais possuem média de 482 pontos, e a única escola pública municipal apresenta média de 455 pontos. No geral, em relação às três redes de ensino, a média do Vale do Paranhana ficou em 514 pontos.

Considerando as escolas de todas as dependências administrativas em nível estadual, nacional e do Vale do Paranhana, observa-se, no Gráfico 7, a média de notas no Enem de 2015 a 2019 na área de Matemática e suas Tecnologias,

verificando-se um baixo desempenho no exame no ano de 2015, se comparado aos demais anos analisados, nos três segmentos, e um aumento na média de notas a partir desse ano, chegando ao pico de médias no ano de 2018. Destaca-se que o Vale do Paranhana apresentou desempenho inferior ao RS e ao Brasil de 2016 a 2019, sendo que somente em 2015 apresentou a maior média no exame.

Gráfico 7- Média de notas no Enem na área de Matemática e suas Tecnologias no Brasil, RS e no Vale do Paranhana de 2015 a 2019²⁹



Fontes: Elaborado pela autora (2021) com base em Brasil (2019e) e QEdU (2021).

O Gráfico 7 permite identificar que, apesar do Vale do Paranhana ter tido uma atuação inferior a 500 pontos nos primeiros anos analisados, houve um gradativo crescimento em todo o período.

Verifica-se que, nos anos de 2015 e 2018, o Vale do Paranhana apresentou desempenho superior à média nacional em Matemática. Faz-se referência ao RS, pois em todos os anos analisados alcançou rendimento superior à média do Brasil. Além disso, apenas em 2015, o rendimento foi inferior ao Vale do Paranhana. Portanto, de um modo geral, apesar de apresentar alguns bons resultados de modo isolado, há uma longa caminhada a ser percorrida pelo Vale do Paranhana quanto ao desempenho de suas escolas em nível médio, pois os resultados, em sua maioria, são inferiores em relação ao Brasil e, principalmente, em relação ao RS, influenciando

²⁹ Destaca-se que no Vale do Paranhana as médias contidas no Gráfico referem-se apenas às escolas que tiveram as notas divulgadas pela base de dados QEdU. As médias do Vale do Paranhana foram consultadas em QEdU (2021) e as médias em nível estadual e nacional em Brasil (2019e).

na disputa por uma vaga nas instituições de ensino superior gaúchas

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A presente pesquisa teve como objetivo principal investigar os resultados do desempenho no Enem, de 2015 a 2019, das escolas públicas e privadas do Vale do Paranhana na área da Matemática e suas Tecnologias. Verificaram-se, ao longo desta investigação, diversos aspectos importantes e que precisam ser destacados neste capítulo.

Em relação à história do Enem, objetivos e suas adequações desde 1998, verifica-se que o exame passou por muitas adaptações e diversas melhorias ao longo dos anos, tendo uma alta adesão dos estudantes ao longo dos anos, chegando a 8.722.248 inscrições em 2014. Esse dado indica a relevância do Enem para a vida dos estudantes e, por consequência, a necessidade de as escolas aprimorarem a aprendizagem dos alunos para que eles tenham bons rendimentos no exame e consigam ingressar no ensino superior.

Com relação ao ano de 2018, ao se constatar que todas as 18 escolas existentes no Vale do Paranhana e analisadas nesta pesquisa tiveram um melhor desempenho se comparado aos anos anteriores, além de 11 dessas escolas terem, nesse ano, o melhor desempenho de 2015 a 2019. É possível supor, conforme descrito na análise de dados, que a avaliação do referido ano pode ter sido mais branda, sendo esse um dos motivos para um desempenho superior em todas as instituições analisadas.

Outro aspecto a ser destacado é que todas as escolas analisadas não tiveram um desempenho crescente de 2015 a 2019. Verifica-se que os resultados oscilam ao longo dos anos. Diante disso, suspeita-se que as escolas, em sua maioria, podem não realizar um trabalho visando melhorar sua atuação no exame.

Diante disso, o problema levantado para esta pesquisa “Como é o desempenho das escolas públicas e privadas no Enem no Vale do Paranhana, de 2015 a 2019, na área da Matemática e suas Tecnologias?” é respondido durante toda análise individual e coletiva realizada. Enquanto as escolas públicas possuem oscilações de notas em relação aos anos analisados, as escolas privadas pouco variam o seu rendimento.

As escolas privadas possuem média de 594 pontos na área analisada, as escolas públicas estaduais apresentam média de 482 pontos e a única escola pública

municipal, média de 455 pontos. Portanto, isso responde a uma das questões norteadoras da pesquisa: “As escolas públicas e privadas no Vale do Paranhana apresentam o mesmo desempenho no Enem, de 2015 a 2019, na área da Matemática e suas Tecnologias?”. Pelos resultados apontados, conclui-se uma superioridade das escolas privadas em relação às escolas públicas.

O desempenho superior das escolas privadas em relação às escolas públicas contribui para que a angústia da autora em relação a sua preparação para o exame quando frequentava o Ensino Médio seja compreendida. Além disso, esses resultados corroboram a ideia de alguns autores citados durante esta pesquisa, quando destacam que os resultados favoráveis às escolas privadas acabam desmotivando os estudantes das escolas públicas.

Novamente se reitera que o objetivo desta análise é avaliar o desempenho das escolas públicas e privadas no Enem no Vale do Paranhana, de 2015 a 2019, na área da Matemática e suas Tecnologias, verificando apenas questões de notas e colocações em rankings, sem levar em consideração questões sociais, econômicas, políticas, de investimentos do governo ou outros fatores desse gênero. Acredita-se, porém, que questões dessa natureza contribuem decisivamente nesses resultados. Assim, sugere-se a análise desses tópicos em futuras pesquisas da pesquisadora ou de outros investigadores. Ressalta-se que a pesquisa igualmente não objetivou tratar do nível de dificuldade das questões do exame. Esse assunto também pode ser estudado futuramente, a partir de resultados encontrados nesta análise.

Assim, espera-se que este trabalho possa servir como fonte de estudo para outros pesquisadores, bem para as escolas analisadas. As informações levantadas de que, atualmente, as escolas privadas do Vale do Paranhana possuem desempenho superior às escolas públicas podem contribuir para que instituições públicas e, de modo particular, os professores de Matemática pensem em estratégias para aprimorar o desempenho dos estudantes para o Enem, pois esse é um importante caminho de entrada no ensino superior.

Finalizando, avalia-se que a preparação dos educandos não se restringe somente à qualificação para o exame, mas também para a formação integral. Isso porque em um ensino de qualidade se adquirem conhecimentos matemáticos importantes e necessários para a vida pessoal e profissional dos estudantes.

REFERÊNCIAS

BONETI, L. W.; OLIVEIRA, G. M. de. Enem: análise do desempenho escolar nas edições de 2009 a 2013. **Espaço pedagógico**, Passo Fundo, v. 24, n. 2, p. 371-386, maio/ago. 2017. Disponível em: <http://seer.upf.br/index.php/rep/article/view/7420>. Acesso em: 1 maio 2021.

BRASIL. Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira (INEP). **ENEM (Exame Nacional do Ensino Médio)**: Documento Básico. Brasília: Inep, Ministério da Educação, 2002. Disponível em: https://download.inep.gov.br/publicacoes/institucionais/avaliacoes_e_exames_da_educacao_basica/enem_exam_e_nacional_do_ensino_medio_documento_basico_2002.pdf. Acesso em: 13 mar. 2021.

BRASIL. Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira (INEP). **Histórico**. 2019c. Disponível em: <http://portal.inep.gov.br/Enem/historico>. Acesso em: 13 mar. 2021.

BRASIL. Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira (INEP). **Provas e Gabaritos**. 2019b. Disponível em: <http://portal.inep.gov.br/web/guest/provas-e-gabaritos>. Acesso em: 17 mar. 2021.

BRASIL. Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira (INEP). **Sinopses Estatísticas do Enem**. 2019e. Disponível em: <http://portal.inep.gov.br/sinopses-estatisticas-do-enem>. Acesso em: 21 abr. 2021.

BRASIL. Ministério da Educação. **Ensino de nove anos aguarda implantação em apenas 8% dos municípios**. 2021f. Disponível em: <http://portal.mec.gov.br/component/tags/tag/ensino-fundamental-de-nove-anos>. Acesso em: 8 nov. 2021.

BUFFA, E. **Ideologias em conflito**: escola pública e escola privada. São Paulo: Cortez & Moraes, 1979.

CASTRO, M. H. G. de. Sistemas de avaliação da educação no Brasil: avanços e novos desafios. **São Paulo Perspec.**, São Paulo, v. 23, n. 1, p. 5-18, jan./jun. 2009. Disponível em: http://produtos.seade.gov.br/produtos/spp/v23n01/v23n01_01.pdf. Acesso em: 1 maio 2021.

CRESWELL, J. W. **Projeto de pesquisa**: métodos qualitativo, quantitativo e misto. Porto Alegre: Artmed, 2007. Disponível em: https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/696271/mod_resource/content/1/Creswell.pdf. Acesso em 10 nov. 2021.

DEMO, P. Escola pública e escola particular: semelhanças de dois imbróglios educacionais. **Educ.**, Rio de Janeiro, v.15, n. 55, p. 181-206, abr./jun. 2007. Disponível em: https://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S0104-40362007000200002&lng=en&nrm=iso&tlng=pt#:~:text=A%20diferen%C3%A7a%20maior%20possivelmente%20%C3%A9,sendo%20aceit%C3%A1vel%2C%20%C3%A9%20mais%20elevado.&text=Keywords%20%3A%20Escola%20p%C3%BAblica%3

B%20Escola%20particular%20instrucao%3B%20Aprendizagem%3B%20Profesor. Acesso em: 27 abr. 2021.

DOCUMENTÁRIO ENEM 20 ANOS: **um Exame do tamanho do Brasil**. Direção: Spill Suarez. Produção TV Escola. [S.l.: s.n.], 2018. 1 vídeo (27m48s). Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=GDIGjjEABLg&list=PLjz5Kd6rxE4BnouwgST5sqyTHBI3ypJI&index=1>. Acesso em: 20 mar. 2021.

FERREIRA, C. E. S. **A questão de matemática: uma análise dialógica de provas do Enem (1998-2018)**. 2019. 348f. Tese (Doutorado em Linguística e Língua Portuguesa) - Faculdade de Ciências e Letras, Universidade Estadual Paulista, Araraquara, 2019. Disponível em: **Erro! A referência de hiperlink não é válida.**. Acesso em: 20 mar. 2021.

FUNDAÇÃO DE ECONOMIA E ESTATÍSTICA - FEE. **Perfil socioeconômico Municipal**. 2021. Disponível em: <https://arquivofee.rs.gov.br/perfil-socioeconomico/municipios/>. Acesso em: 29 mar. 2021.

GOMES, M. A. de O. **Vozes em defesa da ordem: O debate entre o público e o privado na educação (1945-1968)**. Curitiba: CRV, 2018.

MARTINS, C. C. **As finanças públicas dos municípios do Vale do Paranhana e o desenvolvimento econômico da região no período de 2001 a 2010**. 2011. 149f. Monografia (Bacharel em Ciências Econômicas) – Faculdade de Ciências Econômicas, Universidade Federal do Rio Grande do Sul - UFRGS, Porto Alegre, 2011. Disponível em: <https://lume.ufrgs.br/handle/10183/49184>. Acesso em: 29 mar. 2021.

PASQUALI, L. **Psicometria: teoria dos testes na psicologia e na educação**. 5. ed. Petrópolis: Vozes, 2003. Disponível em: <https://plataforma.bvirtual.com.br/Leitor/Publicacao/149596/pdf/0?code=ZPe9ASdoFm8FD8otDFtIrcNxKIPwyYin5V0M1/mfYeYrTfkdEzo5V0WBf08w0z5ag+HT5SPHM/M6brzQzEcmyw==>. Acesso em: 27 mar. 2021.

QEDU. **ENEM**. 2021. Disponível em: <https://novo.qedu.org.br/>. Acesso em: 30 maio 2021.

SECRETARIA DE DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO E TURISMO. **Encantos Culturais e Naturais do Vale do Paranhana**. 2021. Disponível em: **Erro! A referência de hiperlink não é válida.**. Acesso em: 30 mar. 2021.

TADEU, J. **RS: Taquara e Parobé estão no páreo para sediar novo aeroporto regional**. 2010. Disponível em: <http://desastresaereosnews.blogspot.com/2010/04/rs-taquara-e-parobe-estao-no-pareo-para.html>. Acesso em: 19 mar. 2021.

TRAVITZKI, R. **ENEM: limites e possibilidades do Exame Nacional do Ensino Médio enquanto indicador de qualidade escolar**. 320f. Tese (Doutorado em Educação) – Faculdade de Educação, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2013. Disponível em: <https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/48/48134/tde-28062013-162014/pt-br.php>. Acesso em: 20 mar. 2021.

Capítulo 11
A RESIDÊNCIA PEDAGÓGICA COMO
POSSIBILIDADE PRÁTICA NA FORMAÇÃO
DOCENTE

Luis Ricardo de Lima

Olga Maria Lehmkuhl

Leonardo da Silva Guimarães dos Santos

Gabriela Pereira Krzyzanowski

Leonardo Felipe Hoppe Rosa

Daiani Goedert

Elisangela Regina Selli Melz

A RESIDÊNCIA PEDAGÓGICA COMO POSSIBILIDADE PRÁTICA NA FORMAÇÃO DOCENTE

Luis Ricardo de Lima

Formação/titulação: Acadêmico(a) de Licenciatura de Matemática

Instituição Profissional: IFC - Instituto Federal Catarinense

Cidade/UF/País: Rio do Sul/SC, Brasil

E-mail: kadurcrd@gmail.com

link do currículo lattes: <http://lattes.cnpq.br/8584747828943388>

Outras informações relevantes: Possui graduação em Informática pelo Centro Universitário Leonardo da Vinci (2015) e especialização em tecnologias e práticas educacionais, pelo Instituto Federal de Santa Catarina (2017). Atualmente é professor efetivo na secretaria de educação do município de Rio do Sul. Tem experiência na área de Ciência da Computação, com ênfase em Informática para o ensino fundamental.

Olga Maria Lehmkuhl

Licencianda do Curso de Licenciatura em Matemática

Instituto Federal Catarinense - Campus Rio do Sul

Agronômica/SC/Brasil

E-mail: olgalehmkuhl@gmail.com

link do currículo lattes: <http://lattes.cnpq.br/6320190752536285>

Outras informações relevantes: Atualmente atua como estudante do curso de Licenciatura em Matemática pelo Instituto Federal Catarinense - Campus Rio do Sul e bolsista do programa de Residência Pedagógica desde o ano de 2021. Vê a educação como a porta para a transformação do futuro, embora não atue como docente, busca uma formação com uma base de qualidade para tornar a sala de aula e as aulas de matemática uma ferramenta para contribuir para a mudança que se busca no mundo, através da aplicação matemática em ações simples do dia a dia.

Leonardo da Silva Guimarães dos Santos

Formação/titulação: Acadêmico(a) de Licenciatura em Matemática

Instituição Profissional: IFC - Instituto Federal Catarinense

Cidade/UF/País: Rio do Sul/SC, Brasil

E-mail: leoguimasgs@gmail.com

link do currículo lattes: <http://lattes.cnpq.br/4447925881499932>

Outras informações relevantes: Atualmente sou acadêmico do curso de Licenciatura em Matemática do Instituto Federal Catarinense e bolsista do programa de Residência Pedagógica do ano de 2020. Gosto da matemática e sempre gostei do ambiente da sala de aula e acredito que a educação pode transformar a sociedade para um futuro melhor para todos e por isso decidi contribuir com isso estudando para ser professor.

Gabriela Pereira Krzyzanowski

Licencianda do Curso de Licenciatura em Matemática

Instituto Federal Catarinense - Campus Rio do Sul

Rio do Sul/SC/Brasil

E-mail: gabrielapereirakw@outlook.com

link do currículo lattes: <http://lattes.cnpq.br/8677470784109749>

Outras informações relevantes: Atualmente atua como estudante do curso de Licenciatura em Matemática pelo Instituto Federal Catarinense - Campus Rio do Sul e bolsista do programa de Residência Pedagógica desde o ano de 2021. Vê na educação matemática uma possibilidade de levar o conhecimento para fora da sala de aula, tornando a matemática e a aprendizagem crítica, de forma a levar uma continuidade e contextualização do processo.

Leonardo Felipe Hoppe Rosa

Formação: Licenciando do Curso de Licenciatura em Matemática

Instituição Profissional: Instituto Federal Catarinense - Campus Rio do Sul

Cidade/UF/País: Rio do Sul/SC/Brasil

E-mail: leonardoFelipe3.lf@gmail.com

link do currículo lattes: <http://lattes.cnpq.br/3454785704790676>

Outras informações relevantes: Possui ensino médio completo pela Escola de Educação Básica Orlando Bertoli (2016). acadêmico de Licenciatura em Matemática

pelo Instituto Federal Catarinense campus Rio do Sul e é bolsista do programa de Residência Pedagógica CAPES (edição 2020) Tem experiência na área de Matemática.

Daiani Goedert

Formação: Licencianda do Curso de Licenciatura em Matemática

Instituição Profissional: Instituto Federal Catarinense - Campus Rio do Sul

Cidade/UF/País: Rio do Sul/SC/Brasil

E-mail: daianigoedert2710@gmail.com

link do currículo lattes: <http://lattes.cnpq.br/6463980910046220>

Outras informações relevantes: Sou acadêmica de Licenciatura em Matemática pelo Instituto Federal Catarinense campus Rio do Sul e participo, como bolsista, do programa de Residência Pedagógica CAPES (edição 2020), e possuo experiência profissional como auxiliar de sala na educação infantil e como Professora de Matemática pelo Estado de SC.

Elisangela Regina Selli Melz

Formação/titulação: Licenciatura em Matemática, mestre em Educação.

Instituição Profissional: IFC - Instituto Federal Catarinense

Cidade/UF/País: Rio do Sul/SC

E-mail: elisangela.melz@ifc.edu.br

link do currículo lattes: <http://lattes.cnpq.br/5481678280570498>

Outras informações relevantes: Doutoranda em Educação Científica e Tecnológica (UFSC). Mestre em Educação UNOESC- Campus Joaçaba. Especialista em Matemática: Ensino Fundamental e Médio pelas Faculdades Integradas do Vale do Ribeira. Licenciada em Matemática UNOESC - Campus São Miguel do Oeste. Atualmente é professora do Instituto Federal Catarinense - Campus Rio do Sul-SC, professora coordenadora do programa da Capes de Residência Pedagógica. Tem experiência docente na área de Matemática do Ensino Médio, no Curso de Licenciatura em Matemática e em cursos de Formação Continuada de Professores, com ênfase em Educação Matemática, atuando principalmente nos seguintes temas: ensino e aprendizagem, educação, matemática básica.

Resumo: Este trabalho apresenta a experiência de acadêmicos bolsistas do Programa de Residência Pedagógica, entre os anos de 2020 a 2022 no Instituto Federal Catarinense, campus Rio do Sul (IFC), e três escolas estaduais de educação básica parceiras, da mesma cidade. Essa edição do programa foi realizada à distância, uma vez que ocorreu durante as restrições sociais ocasionadas pelo novo *Coronavírus* (Covid-19), onde as aulas e encontros online se tornaram habituais. Isso gerou a necessidade de buscar outros modos de se fazer educação, exigindo dos integrantes: estudos, pesquisas, o desenvolvimento criativo e reelaboração das aulas, adaptadas para adequá-las aos formatos desse momento histórico, o que acredita-se ter resultado em uma vasta e valiosa experiência didática e de inovação, além de favorecer o desenvolvimento acadêmico e profissional dos participantes. Previamente apresenta-se os três módulos do programa, com estudos epistemológicos educacionais, metodologias de ensino, tendências pedagógicas e o Plano Pedagógico das escolas parceiras, com debates em grupo; rodas de conversa com pesquisadores matemáticos renomados; e a elaboração de intervenções práticas em sala de aula, que buscassem a construção e desconstrução de ideias matemáticas, com objetivos didáticos e em conformidade com a organização curricular da matéria. Conclui-se que, para os envolvidos, a Residência Pedagógica é uma oportunidade singular para o aprimoramento pessoal, social e científico dos membros e dos alvos, além da possibilidade de expansão da criatividade prática de ensinar e aprender.

Palavras-chave: Formação Matemática Epistemológica. Prática Docente. Adaptação Curricular. Inovação.

Abstract: This work presents an experience program for basic teachers of Pedagogical Residency, between the years of education 2020-2022 at the Instituto Federal Catarinense, Rio do Sul campus (IFC), and three partner state schools, in the same city. This one of the programs was carried out at a distance, since it took place during the edition (Covid-19), classes and online meetings became occasional due to the new coronavirus. This is the need to make education, seek and adapt the other formats developed for studies, research, which were adjusted to the result of an adequate education, which is believed to have adjusted to a vast extent. and, experience made and professional innovation of promoter or development and development and participants. The three modules of the program are previously presented, with educational epistemological studies, teaching methodologies, pedagogical trends and the Pedagogical Plan of Partner Schools, with group discussions; conversation circles with renowned mathematicians; and the elaboration of practical interventions in the classroom, which seek the construction and deconstruction of mathematical ideas, with didactic objectives and in accordance with the curricular organization of the subject. It is concluded that, for the targets involved, the Pedagogical Residency is a unique opportunity for the personal, social and scientific improvement of members and members, in addition to the possibility of expanding the practice of teaching and learning.

Keywords: Epistemological Mathematical Training. Teaching Practice. Curriculum Adaptation. Innovation.

1 INTRODUÇÃO

Este relato tem por objetivo apresentar a experiência vivida por estudantes de matemática do Instituto Federal Catarinense (IFC), campus Rio do Sul/SC durante o Programa de Residência Pedagógica (PRP) no curso de Licenciatura em Matemática. Este programa “é voltado para os cursos de licenciatura e contribui para a formação da prática docente dos acadêmicos” (KRZYZANOWSKI, 2021, p. 109360). Neste sentido ressaltamos algumas potencialidades do programa e suas contribuições para os residentes, preceptores e alunos das escolas parceiras.

A edição 2020 do programa, aconteceu no IFC em parceria com a Escolas de Educação Básica parceiras: Alfredo Dalfovo, Professor Henrique da Silva Fontes e Paulo Cordeiro, da mesma cidade, com a participação de 21 acadêmicos residentes, além de três professores preceptores e uma orientadora, durante três módulos, de seis meses cada. Os encontros aconteceram de forma online síncronos, uma vez por semana, devido a pandemia do COVID-19 e decreto do IFC, as reuniões se deram via plataforma Google *Meet*. Os residentes ainda deviam completar a carga horária semanal de 6 horas com outras atividades, distribuídas de acordo com a organização de cada módulo.

Nas reuniões síncronas eram discutidos os planos de trabalho do semestre para atender aos interesses e demandas de estudos dos residentes e escolas parceiras, metodologias e tendências educacionais, desenvolvimento e planejamento de aulas, apresentação de seminários, palestras e roda de conversa com convidados.

Neste intuito, este artigo trará a descrição do programa, pelo olhar dos participantes residentes, com detalhes sobre seu *modus operandi* e influências para a formação docente, como possibilidade qualitativa de desenvolvimento acadêmico e profissional, bem como de contribuição social.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

A RP é um programa que faz parte das ações da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), que integra a Política Nacional de Formação de Professores, e

[...] considera que o aperfeiçoamento da gestão das bolsas concedidas no âmbito dos projetos e programas de formação de

professores é uma estratégia para a efetividade do processo de indução e fomento à valorização e à qualificação da formação inicial de professores(as) para educação básica (LIMA, 2021, p. 109348).

Com objetivo de permitir que o futuro docente tenha a experiência de sala de aula, com a oportunidade de aplicar sob orientação, as metodologias de ensino e tendências educacionais que têm acesso no programa através de palestras e rodas de conversa com importantes nomes para a matemática para, assim, “incentivar a formação de docentes em nível superior para a educação básica, conduzindo o licenciando a exercitar de forma ativa a relação entre teoria e prática profissional docente” (BRASIL, 2018).

Durante o programa foi possível pesquisar, estudar e conhecer “diversificadas temáticas que ampliaram a formação docente dos participantes, permitindo a formação epistemológica do futuro professor para a elaboração das futuras atividades” (KRZYZANOWSKI, 2021, p. 109362), onde passamos “a ter contato com as escolas públicas aplicando a teoria aprendida durante seu curso de formação na prática docente em sala de aula” (LIMA, 2021, p. 109349), além da socialização das experiências de regências entre os residentes, trocando informações e práticas e permitindo reflexões sobre pontos positivos e negativos de cada situação.

Acredita-se que todas essas ações contribuem para a formação docente, uma vez que também é por meio de debates que se criam fundamentações para a formação da identidade docente. Para Lima (2021) a experiência das intervenções realizadas na RP e do processo construtivo durante o programa, são de extrema relevância para a formação do futuro docente. Haja vista que, segundo Krzyzanowski (2021), é o contato entre o professor orientador, professores preceptores, residentes e alunos, em uma relação estreita, que o ensino e aprendizagem são favorecidos. Também é em sala de aula, com trocas de informações, práticas, teorias, discussões, estudos e esclarecimentos, unidos à experiência dos professores atuantes, já habilitados na área e que dão subsídios para a preparação dos futuros professores. Portanto, “todos os envolvidos no programa acabam sendo beneficiados” (KRZYZANOWSKI, 2021, p. 109370) em seus objetivos individuais e coletivos.

3 METODOLOGIA

Para o desenvolvimento das atividades práticas, os residentes foram organizados em duplas que, acompanhados pelos preceptores, realizaram intervenções em sala de aula das três escolas de educação básica, da rede estadual de educação, selecionadas como parceiras do programa: Escola de Educação Básica Alfredo Dalfovo, Escola de Educação Básica Professor Henrique da Silva Fontes e Escola de Educação Básica Paulo Cordeiro. Cada escola indicou um(a) professor(a) para ser preceptor no programa, os professores indicados eram regentes de turmas dos anos finais do Ensino Fundamental (EF) e/ou Ensino Médio (EM) e habilitados em matemática.

Cada dupla de residentes era responsável por escrever semanalmente os Diários de Bordo (DB), onde ficaram os registros das atividades realizadas durante as reuniões semanais, assim como para as atividades a serem realizadas durante a semana. As reuniões aconteceram de forma remota através da plataforma Google *Meet*, síncrona e assíncrona, ainda com avisos pertinentes a semana pelo grupo criado no aplicativo *Whatsapp* e no ambiente virtual de aprendizagem: Google sala de aula.

Em cada um dos três módulos, os residentes deveriam realizar regências acompanhado de seus preceptores, para validar o componente curricular de estágio obrigatório do curso de Licenciatura em Matemática. Por isso, deveriam atuar em turmas do Ensino Fundamental anos finais e do Ensino Médio, alternando as escolas (e preceptor) em cada módulo.

3.1 PRIMEIRO MÓDULO

O primeiro módulo foi proposto que em duplas estudássemos o Projeto Político Pedagógico (PPP) de cada escola parceira, apresentando-o para os demais residentes. Além disso, estudou-se metodologias e tendências pedagógicas, entre elas: Inatista; Empirista; Comportamentalista ou Behaviorismo (PAVLOV E

SKINNER); Social (BANDURA); Cognitivista (PIAGET); Construtivismo; Sócio Interacionista (VYGOTSKY); Racionalista e Significativa (AUSUBEL).

A partir desses estudos, os residentes desenvolveram e apresentaram ao grupo, para que os colegas e professores pudessem analisar e auxiliar na elaboração. As oficinas pedagógicas foram aplicadas nas turmas de 8º e 9º ano do EF da escola Paulo Cordeiro e nas turmas do 1º ano EM da escola Henrique Fontes. Após a experiência prática, os residentes fizeram uma nova apresentação dos resultados usando vídeos de tutoriais de construção de ferramentas matemáticas feitos pelos residentes, atividades planejadas em softwares de matemática, além da utilização do próprio *meet*.

Ao final do primeiro módulo os residentes prepararam e aplicaram o plano de aula da regência, utilizando o conhecimento sobre as teorias de aprendizagem, que foi anteriormente discutida entre os professores e os residentes.

A regência foi feita em 4 semanas, cada dupla com uma turma diferente. As turmas eram do 8º e 9º ano do ensino fundamental e 1º ano do ensino médio, e o conteúdo para a maioria das turmas era juros simples e composto, o que facilitava a elaboração dos planos de aula, pois as duplas poderiam construir juntos os planejamentos.

Nesse primeiro momento, as regências ocorreram na modalidade a distância, de forma síncrona e assíncrona e, posteriormente, as turmas foram divididas em dois grupos (“A” e “B”) que alternavam entre uma semana na escola e uma semana com atividades em casa.

Dessa forma, os conteúdos foram transmitidos de forma expositiva e dialogada utilizando recursos como: apresentação de slide shows e vídeos e atividades textuais para a compreensão do conteúdo. A avaliação ocorreu no decorrer das aulas, observando o desenvolvimento das turmas e das atividades.

Ainda nesse módulo, os residentes foram convidados a participar de uma formação sobre o uso de tecnologias na educação, oferecido por bolsistas do curso de licenciatura em física do mesmo campus IFC, que durou quatro encontros online e ficou disponível, posteriormente, no ambiente virtual de aprendizagem.

3.2 SEGUNDO MÓDULO

O módulo II iniciou em abril de 2021 com a participação de alguns residentes novos e com a reorganização das duplas, permanecendo no formato online. Isso permitiu que, no decorrer desse, fossem formadas rodas de conversa com alguns pesquisadores matemáticos renomados.

A primeira convidada foi a professora Dra. Paloma Chaves (PUC-SP) que apresentou o tema Matemática que, para além da didática, levou os residentes a refletir de maneira distinta o processo de ensino e aprendizagem da matemática.

O próximo convidado foi o professor Dr. Sérgio Dantas (UEL) que falou sobre as tecnologias de informação e comunicação (TICs) na educação, um assunto contemporâneo e relevante, que está em expansão e, por isso, exige dos futuros professores a percepção futura e o preparo para a provável transformação do ambiente escolar.

Já a professora Juliana Arruda Vieira (IFSP - Salto) levantou discussões sobre o Laboratório de Matemática, fazendo com que os alunos percebam a necessidade de haver laboratórios de Matemática nas escolas, a fim de ampliar a qualificação do ensino da matemática, atribuindo significado aos estudantes.

A professora Dra. Paula Andrea Grawieski Civiero, docente do IFC/Campus Rio do Sul, abordou as Feiras de Matemática, como tema, uma vez que o evento é uma constante na região, se estende a nível nacional e a participação pode ser um diferencial às comunidades, aos alunos e profissionais da área.

A Dra. Paula retornou em outro encontro, junto com a professora Dra. Regina Grando (UFSC). Desta vez com reflexões acerca da Insubordinação Criativa e as influências das Variáveis Contemporâneas para a matemática, a fim de ressaltar a importância que pode assumir o ensino da Matemática, para além do ensino tradicional ou tecnicista, abordando os conteúdos de forma crítica e contextualizada, de maneira que possam gerar reflexões sobre problemas reais do cotidiano do alunos e, até mesmo, transformações sociais.

A última roda de conversa aconteceu com o professor Dr. Bruno Misse, na época, coordenador do curso de Licenciatura em Matemática do IFC/Campus Rio do

Sul, abordou o tema: História da Matemática; mostrando que ela pode ser facilmente compreendida pelos discentes quando atrelada aos conteúdos e às metodologias.

Destes encontros os residentes receberam previamente o conteúdo em forma de artigos e/ou publicações dos convidados, com os temas abordados. Sendo realizado uma leitura prévia do conteúdo, e assim elaborar perguntas e sugestões que pudessem contribuir com a roda de conversa juntamente ao convidado, fazendo com que os residentes se envolvessem na discussão do tema.

Outra atividade desenvolvida nesse módulo foi um seminário, organizado e apresentado pelas duplas de residentes, no qual discutiram os temas: Resolução de Problemas, Investigação Matemática, Modelagem Matemática, Etnomatemática, Tradicionalismo, Método Montessoriano, Metodologia Waldorf, Construtivista, Materiais Manipuláveis, Jogos Educativos, Literatura e Rotação por Estações.

Todas as apresentações realizadas, tanto nos seminários quanto nos encontros com os convidados, tiveram o objetivo de mostrar possibilidades e potencialidades que poderiam contribuir para a elaboração dos planos de ensino, destinados à regência. Para isso, os residentes dispuseram de um mês para a elaboração, apresentação ao grupo e aprovação do orientador e preceptores.

O plano de aula foi elaborado pensando em atividades que utilizassem as metodologias de ensino e tendências educacionais discutidas. Além disso, buscou-se atrelar os conteúdos a algum tema relevante para a sociedade, utilizando recursos de TICs e histórias matemáticas, quando possível, focando a aprendizagem significativa e o desenvolvimento intelectual, lógico e matemático dos alunos.

O módulo II ainda foi marcante para alguns residentes que conseguiram submeter e publicar trabalhos desenvolvidos no decorrer do programa, além da participação em eventos, promovendo, assim, o desenvolvimento pessoal e científico. Alguns residentes terminaram esse módulo e se desligaram do programa, devido a conclusão do curso de licenciatura abrindo vaga para novos residentes.

Esse módulo terminou com as regências dos residentes e a socialização dos resultados dessas, seguida da preparação do plano de trabalho para o módulo III, que poderia acontecer de forma presencial, devido ao fato de que todos os residentes já

havam se vacinado. Contudo, a escolha de atuar presencialmente, ou não, ficou a encargo de cada dupla de residentes.

3.3 TERCEIRO MÓDULO

O terceiro módulo, iniciou no mês de outubro de 2021. Nesse módulo os residentes estiveram encarregados de estudar a Base Nacional Comum Curricular (BNCC) e o “novo ensino médio” (reformulação do Ministério da Educação (MEC) sobre ensino médio). Além de continuarem participando de eventos científicos e submeter pesquisas a fim de adquirir experiências e a documentação necessária para conclusão da RP, de acordo com seus preceitos.

Neste período, o Instituto Federal Catarinense (IFC) - Campus Rio do Sul, através do projeto integrador, promoveu mesas redondas com temas sobre pesquisa e educação, em que os residentes estavam presentes e fizeram contribuições.

Como o módulo ficou dividido entre o final do ano letivo de 2021 e o início de 2022, a maioria dos residentes realizaram a regência tão logo iniciou do módulo, enquanto outros optaram por realizar a mesma no início do ano letivo de 2022, uma vez que o tempo disponível para execução da regência ficou reduzido, haja vista o período de férias e recessos das escolas parceiras.

Além disso, o grupo passou a organizar outras atividades, como um seminário, onde o tema foi a socialização dos resultados das regências do módulo II e/ou III. O seminário aconteceu em dezembro de 2021. Nesses encontros foi possível analisar as atuações e experiências vividas e discutir possibilidades de aprimoramento, sendo considerado um seminário proveitoso para todos os residentes, pois permitiu a troca de ideias, materiais, informações, análise de situações inesperadas e metodologias.

Nesse último módulo, os residentes trabalharam também em conjunto para executar um projeto final, chamado de: dia da matemática na escola, planejado para o início do ano letivo de 2022 das escolas parceiras. Para isso foram necessários dois encontros presenciais, com o objetivo de conhecer o Laboratório de Matemática do IFC e preparar estações de trabalho, que foram usadas numa metodologia de rotação por estações, com materiais e objetivos matemáticos selecionados pelos residentes

para turmas do EF e EM. O dia da matemática na escola foi realizado em duas tardes, uma na EEB Prof. Henrique da Silva Fontes e outra na EEB Alfredo Dalfovo. As atividades desenvolvidas pelos residentes abordaram conteúdos, como: figuras geométricas, lógica, probabilidade, frações, grandezas e medidas.

Em fevereiro de 2022 o encontro ocorreu na EEB Prof. Henrique da Silva Fontes. Nesse dia foi possível recepcionar três turmas do Ensino Fundamental. Os alunos se mostraram interessados pelas atividades propostas, nas quais se dividiram e passaram de mesa em mesa, até terem concluído todas as estações ou encerrado o tempo da aula, dessa forma tiveram a possibilidade de realizarem sete atividades diferentes relacionadas a conteúdos matemáticos. Envolvidos nas atividades, os alunos relataram suas dúvidas e dificuldades matemáticas que tinham relação com as atividades propostas e, ao final, relataram que a matemática, quando apresentada de forma dinâmica, como naquele momento, era “muito mais interessante” (sic) do que a matemática estudada durante aulas que estavam habituados, com métodos tradicionais de ensino.

No decorrer deste mês de fevereiro a ação foi executada novamente, agora na EEB Alfredo Dalfovo, atendendo quatro turmas dos anos finais do EF, ainda com a metodologia de rotação pelas sete estações com atividades matemáticas. Os alunos dessa escola também relataram que não tinham tanta afinidade com a disciplina de matemática devido às aulas tradicionais. Contudo, no decorrer da dinâmica, observavam propriedades numéricas de forma natural ao se envolver nas atividades propostas, verificando que a matemática pode ser divertida e prazerosa.

Após a realização nas duas escolas, verificou-se que há necessidade de transformar o processo de ensino e aprendizagem num momento prazeroso e estimulante, a fim de garantir o interesse e, conseqüentemente, a qualidade do aprendizado. Com isso, os residentes acreditam que atividades que despertam o interesse do aluno podem ampliar potencialmente a aplicação no cotidiano.

As semanas posteriores foram destinadas à discussão e avaliação sobre as atividades realizadas durante o módulo e toda a RP, além da organização documental e escrita do relatório de regência e demais documentações para conclusão da RP.

4 ANÁLISE DE DADOS

Em 2020, a Organização Mundial da Saúde (OMS) declarou emergência de saúde global diante da pandemia do novo Coronavírus (COVID-19) que fez milhares de vítimas no mundo todo. Naquele momento, diversos países, incluindo o Brasil, adotaram diversas medidas para tentar retardar a propagação do vírus, entre elas as restrições sociais (quarentena) e o fechamento dos estabelecimentos de ensino.

A quarentena foi a maior dificuldade na realização desta edição da RP, uma vez que todas as atividades foram feitas a distância, com exceção da regência do terceiro módulo de algumas duplas.

Adequar e realizar as atividades online foi um desafio, principalmente as oficinas e as regências, que dependiam da interação dos residentes com os alunos. Devido à falta de recursos e habilidades, durante o primeiro módulo, os residentes receberam poucas devolutivas dos alunos.

Não obstante, as reuniões online, e o ambiente virtual, possibilita diversas experiências singulares, como as rodas de conversa com convidados especialistas e favoreceu a participação em eventos científicos, que também precisaram ser adaptados para edições online, uma vez que as plataformas facilitam a comunicação a longa distância, que era necessário naquele momento histórico.

O esforço para adaptar as atividades de sala de aula em atividades remotas também foi um diferencial desta edição da RP para a formação prática e didática dos residentes, que acreditam ter desenvolvido significativamente sua capacidade criativa e autoral.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A Residência Pedagógica (RP) nos proporcionou um aprofundamento das teorias aprendidas ao longo da nossa graduação com a presença de professores, mestres de áreas pedagógicas e específicas.

Ao concluir o programa de Residência Pedagógica os residentes sentem que o seu desenvolvimento pessoal, profissional e acadêmico, aprofundando e executando os conhecimentos aprendidos ao longo da graduação, foi enriquecedor e acelerado pelo processo prático e teórico compartilhado entre os colegas, professores, convidados, alunos, pela pesquisa e participação em cursos, palestras e eventos, além das oportunidades de exercitar o lado criativo de professor autor ao permitir que experimentassem as diversas formas conhecidas de ensinar e aprender, acompanhado de um professor preceptor experiente, em sala de aula, que compartilharam suas vivências profissionais.

Assim, é possível aprender e ensinar ao mesmo tempo, pois, segundo Freire (1996, p. 03), quem ensina, aprende ao ensinar e quem aprende, ensina ao aprender. Foi preciso sair da zona de conforto, pedir ajuda para professores e familiares, além de buscar técnicas de ensino alternativas que pudessem ser eficazes durante o período de quarentena.

O valor financeiro da bolsa de estudos também permitiu que os residentes tivessem condições de investir em sua formação e na aquisição de materiais para execução das atividades propostas pelo programa.

Acredita-se que as experiências vividas durante a RP foi possível perceber que ser professor é uma tarefa inquietante pois, além das diversas peculiaridades em educar e lidar com seres humanos, é preciso saber se adaptar às diferentes e imprevisíveis situações do dia a dia, desenvolver e utilizar criatividade para superar os desafios e para alcançar os objetivos didáticos de cativar e inspirar os saberes dos alunos.

REFERÊNCIAS

BRASIL. Ministério da Educação. **Base Nacional Comum Curricular**. Brasília, 2018.

FREIRE, Paulo. PEDAGOGIA DA AUTONOMIA: SABERES NECESSÁRIOS À PRÁTICA EDUCATIVA. **Paz e Terra**, São Paulo, 25 ed. p. 76, 1996.

KRZYZANOWSKI, Gabriela Pereira; *et al.* A RESIDÊNCIA PEDAGÓGICA E AS CONTRIBUIÇÕES PARA A FORMAÇÃO DOCENTE. **Brazilian Journal of Development**, Curitiba, v. 7, n. 11, p. 109360-109370, Nov. 2021. Disponível em: <https://brazilianjournals.com/ojs/index.php/BRJD/article/view/40286/pdf>. Acesso em: 10 abr. 2022.

LIMA, Luis Ricardo de; *et al.* RESIDÊNCIA PEDAGÓGICA EM AÇÃO: A VIVÊNCIA INICIAL DE RESIDENTES DE MATEMÁTICA. **Brazilian Journal of Development**, Curitiba, v. 7, n. 11, p. 109347-109359, Nov. 2021. Disponível em: <https://brazilianjournals.com/index.php/BRJD/article/view/40285/pdf>. Acesso em: 10 abr. 2022.

ISBN 978-659985110-0



9

786599

851100


Editora
DUCERE