

# ENSINO DE FÍSICA E MATEMÁTICA

2024 - ED.01 - VOL. 05

ISSN - 2764-7900



# Maiêutica

Revista



**CENTRO UNIVERSITÁRIO LEONARDO DA VINCI**

Beco Doutor Pedrinho, 79 - Bairro: Rio Morto

89082262 - Indaial/SC

www.uniasselvi.com.br

**REVISTA MAIÊUTICA**

ENSINO DE FÍSICA E MATEMÁTICA  
UNIASSELVI 2024

**CEO VITRU EDUCAÇÃO**

William Victor Kendrick de Matos Silva

**VICE-PRESIDENTE OPERAÇÃO EAD UNIASSELVI**

Ricardo Grima Fernandes

**REITORA DA UNIASSELVI**

Neuzi Schotten

**PRÓ-REITOR DE ENSINO DE GRADUAÇÃO  
PRESENCIAL UNIASSELVI**

Adriano Luís Fonseca

**PRÓ-REITORA DE ENSINO DE GRADUAÇÃO A  
DISTÂNCIA UNIASSELVI**

Márcia de Souza

**COMISSÃO EDITORIAL**

Estelamaris Reif

Gerson Faustino Rosa

Grazielle Jenske

Ivone Fernandes Morcilo Lixa

Kevin Daniel dos Santos Leyser

Liliani Carolini Thiesen

Luis Augusto Ebert

Maria Cecília Miotto

Pedro Sidnei Zanchett

Roseane Leandra Da Rosa

Táise Ceolin

**EDITORES CHEFE**

Gerson Faustino Rosa

Luis Augusto Ebert

Pedro Sidnei Zanchett

**SUPERVISORES DE PUBLICAÇÃO**

Paula Renata dos Santos Ferreira

Eduardo Antunes Anderson

Antonio Eduardo Nicacio

Derick Rantin

Marcelo Sanches Tonolli

**REVISÃO**

Marcio Kisner

Sarah Mariana Longo Carrenho Cocato

Bruna Da Silva

Carlos Augusto Brito Oliveira

Cristina Maria Costa Wecker

Elias José Lascoski

Dener Kopsch Alves

Janicéia Pereira da Silva

**DIAGRAMAÇÃO E PROJETO GRÁFICO**

Diogo Ribeiro Garcia

Arthur Cantareli Silva

Edinei Tomelin

**REVISÃO FINAL**

Neuzi Schotten

**PUBLICAÇÃO ON-LINE**

Propriedade do Centro Universitário  
Leonardo da Vinci

### **CONSELHO EDITORIAL**

Ana Carolina Gadotti Aurélio  
(Uniasselvi - Indaial - Brasil)

Aline Fernanda Bileski De Lisboa  
(Uniasselvi - Indaial - Brasil)

Grazielle Jenke  
(Uniasselvi - Indaial - Brasil)

Manuela de Aviz Schulz  
(Uniasselvi - Indaial - Brasil)

Táise Ceolin  
(Uniasselvi - Indaial - Brasil)

### **COORDENAÇÃO DA REVISTA MAIÊUTICA**

Grazielle Jenke  
(Uniasselvi - Indaial - Brasil)

### **EDITOR DA REVISTA MAIÊUTICA**

Táise Ceolin  
(Uniasselvi - Indaial - Brasil)

# APRESENTAÇÃO

---

Prezado(a) Leitor, é com grande entusiasmo que apresentamos a nova edição da revista Maiêutica. Ensino de Física e Matemática do Centro Universitário Leonardo Da Vinci – UNIASSELVI. Esta edição é composta por 17 artigos elaborados por acadêmicos dos cursos de Licenciatura em Física e em Matemática, a partir das pesquisas de Iniciação Científica, produções das disciplinas de Estágios, Projetos de Ensino e Práticas Interdisciplinares, construídos de forma individual ou em grupos, de modo a contemplar reflexões teóricas e propostas práticas, além de possibilitar o diálogo e a interação no fortalecimento do perfil dos acadêmicos e futuros profissionais da Educação.

Este volume reflete o esforço, a dedicação e a paixão dos acadêmicos pela pesquisa e pelo ensino, oferecendo uma rica variedade de temas que certamente despertarão o interesse dos leitores. Os artigos abordam questões históricas, metodológicas e práticas tanto na Física quanto na Matemática. Em **“Aprendendo a contar: História do Desenvolvimento dos Sistemas de Contagem em Diferentes Sociedades”**, por exemplo, os autores exploram a evolução dos sistemas de contagem através das eras e culturas, proporcionando uma visão fascinante sobre como a humanidade aprendeu a contar. Em **“Conquistas Femininas no Campo da Matemática nos Séculos XIX e XX”** e **“História da Matemática dos Séculos XIX e XX: Um Estudo sobre as Contribuições da Presença Feminina na Matemática”** o foco recai sobre as mulheres que quebraram barreiras e deixaram sua marca na Matemática, oferecendo uma análise aprofundada de suas contribuições.

O ensino prático e inovador também é um tema central nesta edição. **“Atividade Prática no Ensino Médio: Aplicação do Laser”**, **“Uso do Aplicativo Windy.com como Ferramenta de Ensino e Aprendizagem nas Aulas de Física: investigando a dinâmica dos ventos”** e **“Construção de uma Trena Digital para o Ensino de Ondulatória”** são exemplos de como a tecnologia pode ser integrada ao ensino para tornar a aprendizagem mais dinâmica e envolvente. Em **“Gamificação no Ensino da Física: Proposta de Jogo Didático para**

**trabalhar conceitos de Movimento Variado**”, **“Radioatividade e suas Aplicações: uma Abordagem Lúdico Pedagógica no Ensino de Física de Partículas**”, **“Proposta de atividade prática no Ensino Médio: construção de Modelos Atômicos”** e **“Plano Cartesiano: Aplicação nos Anos Iniciais do Ensino Fundamental”** os leitores encontrarão propostas inovadoras para o ensino da Física e da Matemática por meio de jogos didáticos.

Outros artigos destacam a importância das metodologias ativas e do letramento em Estatística, como em **“Metodologias Ativas no Ensino da Matemática: Revisão de Literatura”**, **“Metodologias Ativas no Ensino de Matemática: o Aluno no Centro do Processo de Aprendizagem”**, **“Letramento em Estatística: a importância para o cotidiano”** e **“Estatística no Brasil: História do Recenseamento Pós-Independência”**. Estes trabalhos sublinham a necessidade de colocar o aluno no centro do processo de aprendizagem e demonstram como a Estatística é crucial para o entendimento do mundo moderno.

Além disso, o pensamento sobre a construção do conhecimento é abordado em **“O desenvolvimento histórico do pensamento científico por meio da prática experimental o Efeito Fotoelétrico aliada a Concepção Epistemológica Bachelardiana”** e **“O fato científico Natureza Dual da Luz e o uso de pressupostos metodológicos na sua construção histórica sob a Epistemologia de Ludwik Fleck”**. Ainda, em **“O MMC e o MDC aplicado ao processo têxtil”**, aborda-se a perspectiva do uso da Etnomatemática como ferramenta no desenvolvimento do ensino da matemática no contexto natural da sociedade.

Convidamos todos a mergulharem na leitura destes artigos, que não só enriquecem o conhecimento em Física e Matemática, mas também inspiram práticas pedagógicas inovadoras e reflexões profundas sobre a história e o desenvolvimento destas áreas do saber. Boa leitura!

**Comissão Científica da Revista**

# SUMÁRIO

10

## **CONQUISTAS FEMININAS NO CAMPO DA MATEMÁTICA NOS SÉCULOS XIX E XX**

*Women's achievements in the field of mathematics in the 19th and 20th centuries*

Lucas Rodrigues de Almeida  
Maria Isabel Barros Dantas  
William Ribeiro de Marins  
Antônio Jacinto de Sousa Alves

17

## **LETRAMENTO EM ESTATÍSTICA: A IMPORTÂNCIA PARA O COTIDIANO**

*Statistical literacy: the importance for everyday life*

Dionatan Miguel Fiorin Konageski  
Daniel Soares de Oliveira  
Indianara Rosa Girardi  
Marcia da Silva Serpa  
Reginaldo da Silva Gomes  
Vera Lucia Rodrigues da Luz

27

## **METODOLOGIAS ATIVAS NO ENSINO DE MATEMÁTICA: O ALUNO NO CENTRO DO PROCESSO DE APRENDIZAGEM**

*Active methodologies in mathematics teaching: the student at the center of the learning process*

Thiago Ferreira Gouto  
Leandro Hordina

37

## **ESTATÍSTICA NO BRASIL: HISTÓRIA DO RECENSEAMENTO PÓS-INDEPENDÊNCIA**

*Statistics in Brazil: history of census after independence*

Alexander Sawozuk Bellardo  
Mariana da Silva Gonçalves  
Messias de Jesus da Silva  
Pedro Paulo Reis Sousa  
Viviane Amaral Gois de Souza

# SUMÁRIO

50

**GAMIFICAÇÃO NO ENSINO DA FÍSICA: PROPOSTA DE JOGO DIDÁTICO PARA TRABALHAR CONCEITOS DE MOVIMENTO VARIADO**

*Gamification in physics teaching: proposal of a didactic game to work on concepts of varied motion*

Clemerson Albino Lisboa  
Cristian Trombini da Silva  
Fernanda Câmara  
Wallace Jesus de Amorim  
Regiane Gordia Drabeski

61

**METODOLOGIAS ATIVAS NO ENSINO DA MATEMÁTICA: REVISÃO DE LITERATURA**

*Active methodologies in teaching mathematics: literature review*

José Cleiton da Silva  
Sandra Mara Amaral Costa

74

**APRENDENDO A CONTAR: HISTÓRIA DO DESENVOLVIMENTO DOS SISTEMAS DE CONTAGEM EM DIFERENTES SOCIEDADES**

*Learning to count: history of the development of counting systems in different societies*

Mariana da Silva Gonçalves  
Messias de Jesus da Silva  
Moacir Alves de Cerqueira  
Pedro Paulo Reis Sousa  
Viviane Amaral Gois de Souza

84

**HISTÓRIA DA MATEMÁTICA DOS SÉCULOS XIX E XX: UM ESTUDO SOBRE AS CONTRIBUIÇÕES DA PRESENÇA FEMININA NA MATEMÁTICA**

*History of nineteenth and twentieth-century mathematics: a study on the contributions of the female presence in the mathematic*

Amanda Machado Medeiros  
Antonio Jacinto de Sousa Alves

# SUMÁRIO

97

## **PLANO CARTESIANO: APLICAÇÃO NOS ANOS INICIAIS DO ENSINO FUNDAMENTAL**

*Cartesian plan: application in the early years of elementary education*

Dionatan Miguel Fiorin Konageski  
Daniel Soares de Oliveira  
Indianara Rosa Girardi  
Marcia da Silva Serpa  
Reginaldo da Silva Gomes  
Vera Lucia Rodrigues da Luz

108

## **ATIVIDADE PRÁTICA NO ENSINO MÉDIO: APLICAÇÃO DO LASER**

*Practical activity in high school: laser application*

Caio César Valente Costa  
Rafael Trindade Bastos  
Renan de Attayde Barros de Souza  
Ricardo Kozoroski Veiga  
Karine Rita Bresolin

122

## **CONSTRUÇÃO DE UMA TRENA DIGITAL PARA O ENSINO DE ONDULATÓRIA**

*Construction of a digital tape measure for the teaching of waves*

Thiago Ferreira Couto  
Cleilda Carvalho Correa  
Allaís Gomes Marques  
Gésseka Karreo Stoeberl  
Meridiane Ferreira Barbosa  
Karine Rita Bresolin

140

## **O FATO CIENTÍFICO NATUREZA DUAL DA LUZ E O USO DE PRESSUPOSTOS METODOLÓGICOS NA SUA CONSTRUÇÃO HISTÓRICA SOB A EPISTEMOLOGIA DE LUDWIK FLECK**

*The scientific fact dual nature of light and the use of methodological assumptions in its historical construction under the epistemology of Ludwik Fleck*

Adriana Araújo de Souza Laskowski  
Rafael Amorim de Alcantara  
Fernanda Cristina Borgatto  
Aline Fernanda Bileski de Lisboa  
Taíse Ceolin

# SUMÁRIO

159

**O DESENVOLVIMENTO HISTÓRICO DO PENSAMENTO CIENTÍFICO POR MEIO DA PRÁTICA EXPERIMENTAL: O EFEITO FOTOELÉTRICO ALIADO À CONCEPÇÃO EPISTEMOLÓGICA BACHELARDIANA**

*The historical development of scientific thought through experimental practice: the photoelectric effect allied to bachelardian epistemological conception*

Adriana Araújo de Souza Laskowski  
Rafael Amorim de Alcantara  
Fernanda Cristina Borgatto

174

**PROPOSTA DE ATIVIDADE PRÁTICA NO ENSINO MÉDIO: CONSTRUÇÃO DE MODELOS ATÔMICOS**

*Proposed practical activity in high school: construction of atomic models*

Gaio César Valente Costa  
Rafael Trindade Bastos  
Renan de Attayde Barros de Souza  
Ricardo Kozoroski Veiga  
Karine Rita Bresolin

188

**O MMC E O MDC APLICADO AO PROCESSO TÊXTIL**

*LCM and GCD applied to the textile process*

Gamila do Espírito Santo  
Cristina Aparecida Fossa da Silveira  
José Marcondes Jesus de Oliveira  
Josiani Hendler da Cunha  
Rafael San Ferreira Sampaio  
Eliane Azevedo Mazurek

201

**USO DO APLICATIVO WINDY.COM COMO FERRAMENTA DE ENSINO APRENDIZAGEM NAS AULAS DE FÍSICA: INVESTIGANDO A DINÂMICA DOS VENTOS**

*Using the indy.com application as a teaching and learning tool in physics classes: investigating the dynamics of winds*

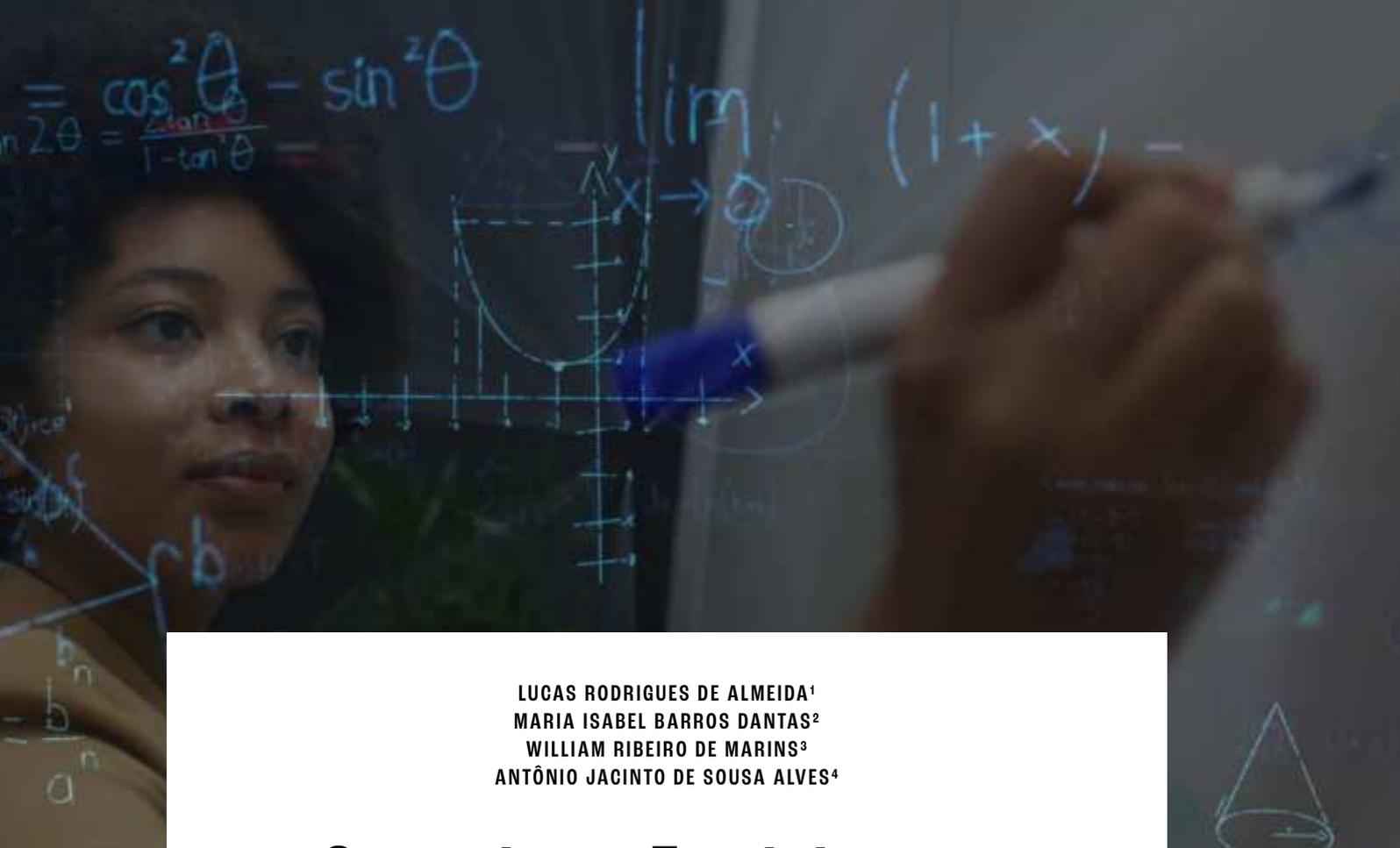
Susimara Gomes de Oliveira  
Regiane Drabeski

215

**RADIOATIVIDADE E SUAS APLICAÇÕES: UMA ABORDAGEM LÚDICO-PEDAGÓGICA NO ENSINO DE FÍSICA DE PARTÍCULAS**

*Radioactivity and its applications: a playful pedagogical approach in the teaching of particle physics*

Thiago Ferreira Couto  
Fernanda Cristina Borgatto



LUCAS RODRIGUES DE ALMEIDA<sup>1</sup>  
MARIA ISABEL BARROS DANTAS<sup>2</sup>  
WILLIAM RIBEIRO DE MARINS<sup>3</sup>  
ANTÔNIO JACINTO DE SOUSA ALVES<sup>4</sup>

# Conquistas Femininas no Campo da Matemática nos Séculos XIX e XX

*Women's achievements in the field of mathematics  
in the 19th and 20th centuries*

ARTIGO 1

10-16

---

<sup>1</sup> Acadêmico do Curso de Licenciatura em Matemática (FLC3823MAD). Centro Universitário Leonardo da Vinci – UNIASSELVI. São Roque, SP. luck.duck2002@gmail.com.

<sup>2</sup> Acadêmica do Curso de Licenciatura em Matemática (FLC3823MAD). Centro Universitário Leonardo da Vinci – UNIASSELVI. Parauapebas, PA. isabel.barrosdantas@gmail.com.

<sup>3</sup> Acadêmico do Curso de Licenciatura em Matemática (FLC3823MAD). Centro Universitário Leonardo da Vinci – UNIASSELVI. São Gonçalo, RJ. wribeiro2007@hotmail.com.

<sup>4</sup> Professor Tutor Externo do Centro Universitário Leonardo da Vinci – UNIASSELVI. Granja, CE. 100104841@tutor.uniasselvi.com.br

**Resumo:** Essa pesquisa tem como objetivo mostrar a dificuldade das mulheres em aprender e ensinar matemática nos séculos XIX e XX. Mostraremos a luta de duas personalidades que foram de suma importância para o estudo da matemática: Sophia Kovalevskaya e Laura Catharina; duas mulheres que estavam à frente do seu tempo quebrando barreiras e tabus para um ensino com mais igualdade entre homens e mulheres, abandonando o machismo que imperava naquela época, principalmente no estudo da matemática. A metodologia envolveu uma abordagem de pesquisa que incluiu análise bibliográfica, revisão de artigos científicos e consulta a documentos históricos. Os resultados enfatizam as conquistas históricas e as contribuições individuais das mulheres na matemática, com destaque para os avanços significativos alcançados em diferentes áreas. Será apresentado, uma visão perceptiva ao longo de diversas pesquisas e fatos que outros autores apresentam, levando toda essa pesquisa a uma completa conclusão, vinda de um alicerce científico, que mostra o quão importante foram essas conquistas.

**Palavras-Chave:** História da Matemática. Mulheres na Matemática. Representatividade.

**Abstract:** This research aims to show the difficulty of women in learning and teaching mathematics in the 19th and 20th centuries. We will show the struggle of two personalities that were of paramount importance for the study of mathematics: Sophia Kovalevskaya and Laura Catharina; two women who were ahead of their time, breaking barriers and taboos for teaching with more equality between men and women, abandoning the machismo that prevailed at that time, especially in the study of mathematics. The methodology involved a research approach that included bibliographical analysis, review of scientific articles and consultation of historical documents. The results emphasize the historical achievements and individual contributions of women in mathematics, highlighting the significant advances achieved in different areas. It will be presented, a perceptive view along several researches and facts that other authors present, taking all this research to a complete conclusion, coming from a scientific foundation, which shows how important these achievements were through a lot of battle.

**Keywords:** History of Mathematics. Women in Mathematics. Representativeness.

## INTRODUÇÃO

Várias conquistas vêm através de lutas, mas a maior satisfação é obter resultados, saber que tal dificuldade não foi em vão. No sentido das conquistas do sexo feminino, não é diferente pois traz o fator histórico importante, quando se têm registros sobre diversas lutas, assim como o direito de voto. Mas quais foram as contribuições das mulheres no segmento da matemática? E a sua importância? Questionamentos que serão explicados ao decorrer do trabalho o presente trabalho, que por meio dele serão respondidos.

As censuras impediam as mulheres de serem protagonistas das suas próprias vidas, bem como suas descobertas. Esse impedimento, muitas vezes causada por “zelo”, do sexo masculino, com a violência: “Como conhecemos hoje em dia zelo tem a acepção de cuidado, desvelo, pontualidade e diligência em qualquer serviço e, menos frequentemente, pode significar afeição íntima e até ciúmes.” (Priore, 2004, p. 146).

Nesse sentido, esse trabalho tem como objetivo buscar e expor uma abordagem do ingresso das mulheres na história da matemática nos séculos XIX e XX, onde a discussão sobre a igualdade de gênero na matemática começa a ganhar importância, vamos mostrar a transcendência da mulher no campo da matemática, suas conquistas e descobertas. Os nomes que serão abordados nesse trabalho são: Emmy Noether, Émilie du Châtelet, Sophia Kovalevskaya e Katherine Johnson.

Os resultados deste estudo serão apresentados de forma estruturada e organizada, seguindo uma ordem cronológica. Serão destacados os principais marcos históricos e as contribuições individuais das mulheres no campo da matemática. Cada período será contextualizado historicamente, levando em consideração as restrições e desafios enfrentados pelas mulheres na época. Exemplos específicos de realizações notáveis serão mencionados, enfatizando as áreas da matemática em que as mulheres fizeram contribuições significativas.

Esse trabalho demonstra uma abordagem do ingresso das mulheres na história da matemática nos séculos XIX e XX, que assim como Emmy, tiveram destaque na história da matemática apesar dos obstáculos enfrentados na época. Essa pesquisa foi feita através de livros e artigos disponíveis na internet de pesquisas com uma busca minuciosa para tratar do assunto com mais objetividade e clareza.

## REFERENCIAL TEÓRICO

No contexto dos avanços das mulheres no campo da matemática dos séculos XVIII e XIX, é necessário saber quais foram os antecessores, para chegar nas conquistas. Devemos ressaltar, que a discriminação quanto ao sexo precede dos ensinamentos que impactam na ética, tradução de *ethos*, e moral, tradução de *moris*, sendo elas:

“Etimologicamente, embora tanto a antiga língua grega como a latina utilizem os dois termos, *éthos* se inscreve particularmente na cultura da Grécia clássica, enquanto o termo *mos-moris* inscreve-se na cultura romano-latina”, de acordo com Nosella (2008, p. 256). Impactando naquilo que se vê como a verdade de cada um.

Antes de falarmos do século XVIII, Carvalho, Ferreira e Peneiro (2016) mostram como é interessante preceder outras grandes estudiosas temos como pioneira pesquisadora de Física da cidade de Bologna, Laura Catharina Nassi (1771-1778), que com seus 8 filhos e suas tarefas domiciliares, mostrou que era possível estudar e cumprir com suas tarefas, que desde anos antes, tarefas de casa se mostrava como, responsabilidade única da mulher, e que se estende até os dias de hoje.

Podemos falar de outro grande nome na história, sobre a francesa Émilie du Châtelet (1706-1749), que se mostrou uma grande pesquisadora e que mostrou seu pensamento perspicaz e assim:

[...] o que se pode destacar é que teve a atenção do pai, que lhe ensinou latim e orientou-a nos estudos de outras línguas, como o grego e o alemão. Émilie era filha de Louis Nicolas le Tonnelier de Breteuil, secretário principal do rei Louis XIV, e de Gabrielle-Anne de Froulay, criada e educada em um convento que não aprovava as atividades intelectuais da filha (Carvalho; Ferreira; Peneiro, 2016, p. 579).

De acordo com Garbi (2009), no dia 15 de janeiro de 1850, em Moscou (Rússia) nascia Sophia Kovalevskaya, que desde criança já demonstrava sua aptidão com os números e paixão pela matemática. Na adolescência mudou-se com sua família para São Petesburgo, tendo aulas particulares de matemática, pois teve seu acesso a faculdade negado por ser mulher.

Sophia, apresentada conforme figura 1, também era conhecida por Sonya Kavalevisky nome adotado após seus pais serem aceitos pela nobreza russa.



Figura 1. Sophia Kovalevskaya (1880)  
Fonte: Carvalho, Ferreira e Peneiro (2016).

Em 1871, pelo fato de viver em uma sociedade machista, Sophia Kovalevskaya teve seu ingresso na Universidade de Berlim negado. Como ela já tinha em mente em não desistir, Sophia continuou sua luta por um espaço entre os matemáticos. Entretanto Sophia busca outros meios de mostrar sua genialidade e consegue um encontro com Karl Weierstass, professor de matemática da Universidade de Berlim, considerado o pai da análise moderna. Sophia Vasilyevna Kovalevskaya era filha de Vasely Vasilievich Korvin-Krukovisky um general de artilharia, e Elizaveta Shubert, ambos membros bem-educados da nobreza russa.

Weierstass, ao se deparar com Sophia, não acredita no potencial da jovem deixando para ela vários problemas difíceis acreditando que jamais ela iria resolvê-los e que nunca mais iria ver Sophia novamente. Entretanto após alguns dias Sophia retornar ao seu encontro com todos os problemas resolvidos, deixando Karl totalmente surpreso.” O dom de uma genialidade intuitiva em um grau raramente encontrado mesmo entre estudantes mais velhos e mais avançados” (Garbi, 2009 p. 425). Com esse feito, Sophia passou a ter aulas particulares em casa com Karl.

Ainda Garbi (2009) também destaca que Sophia foi aluna de Karl por aproximadamente 4 anos onde concluiu o curso universitário. Sophia escreveu três importantes artigos para a matemática em sua concepção como fator imprescindível para o aprendizado do aluno. São eles:

- Teorema das Equações Diferenciais Espaciais (estudado até hoje) também conhecido como Teorema de Cauchy- Kovalevskaya;
- Redução de Integrais Abelianas de Terceira Espécie;
- Teorema de Laplace sobre os anéis de Saturno.

O reconhecimento só veio em 1874, quando Sophia recebeu o merecido e almejado título de Doutora em Filosofia da Universidade de Gottigen. Em 1874, após período conturbado, que inclui a morte

do seu marido e problemas financeiros, com a ajuda de Karl, Sophia conseguiu uma conquista não só para ela, mas também para todas as mulheres, e se tornou professora de matemática superior na Universidade de Estocolmo, onde deu aula até sua morte. Kovalevskaya morreu em 1891, aos 41 anos de idade vítima de uma pneumonia, quando estava no auge de suas atividades.

Eves (2011) traz como exemplo a matemática Emmy Noether (1882-1935), que conseguiu avançar sua carreira mesmo tendo inúmeras dificuldades no meio profissional, por ser uma mulher. Emmy foi considerada a criadora da álgebra moderna, por renomados matemáticos. E muitas outras mulheres foram agentes importantes para conquistas da área de cálculo, mas os nomes que as pessoas conhecem são de homens.

Durante os séculos XIX e XX, a matemática experimentou um período de notável progresso e evolução em diversas áreas, como álgebra, geometria, cálculo, estatística e teoria dos números, graças ao esforço incansável de matemáticos notáveis, entre eles Katherine Johnson, apresentada na figura 2.



Figura 2 - Katherine Johnson

Fonte: <https://www.nasa.gov/learning-resources/katherine-johnson-a-lifetime-of-stem/>. Acesso em: 22 abr. 2024.

A NASA (2021) apresenta Katherine Johnson, como uma matemática afro-americana, desempenhou um papel fundamental nas missões espaciais da NASA nas décadas de 1950 e 1960. Como uma das principais “computadoras humanas” de sua época, Johnson utilizou sua habilidade em Cálculo Numérico e Geometria Analítica para garantir o sucesso da missão Apollo 11, responsável por levar o homem à lua em 1969.

Além disso, Johnson fez contribuições significativas em áreas como a Teoria dos Números e Equações Diferenciais Parciais. Em seu artigo “Determinação da trajetória para uma missão de pouso lunar”, publicado em 1960 na Nota Técnica da NASA, ela abordou os desafios envolvidos na determinação das trajetórias de espaçonaves e propôs soluções para resolvê-los, como métodos avançados de Cálculo Numérico. Em uma entrevista, Johnson revelou sua paixão pela matemática, destacando sua precisão e lógica, que se assemelham a um quebra-cabeça que ela gosta de resolver. Ela também salientou a importância da persistência e resiliência na matemática, enfatizando que é necessário continuar tentando, mesmo diante de erros.

Além de suas contribuições notáveis, a NASA (2021) evidencia a posição de Johnson como mulher negra em um campo predominantemente masculino e branco representa um exemplo de superação de barreiras sociais e raciais. Como ela mesma afirmou, sua presença como a única mulher negra na sala de cálculo numérico era um sinal de pertencimento, mesmo que a maioria não fosse representada por pessoas como ela.

Em resumo, a História da Matemática nos séculos XIX e XX foi marcada por grandes avanços e contribuições notáveis de matemáticos notáveis, como Katherine Johnson, cujo trabalho em Cálculo Numérico e Geometria Analítica foi crucial para a missão Apollo 11, e cujas contribuições em outras áreas da matemática continuam sendo significativas até hoje.

## METODOLOGIA

Realizamos esse trabalho através de diversas pesquisas e análises com relatos bibliográficos de diversas mulheres que contribuíram para a matemática nos séculos XIX e XX. Esse trabalho teve como método de pesquisa o método histórico, que “consiste em investigar acontecimentos, processos e instituições do passado para verificar a sua influência na sociedade de hoje [...]” (Markoni; Lakatos, 2003, p. 107).

Os livros especializados, como *A rainha da ciência e História das mulheres no Brasil*, foram fundamentais para compreender a história da matemática, biografias de mulheres matemáticas renomadas e trabalhos acadêmicos sobre o papel das mulheres nesse campo. A análise de artigos científicos provenientes de revistas especializadas em matemática e estudos de gênero proporcionou uma visão mais detalhada das contribuições matemáticas específicas das mulheres e seu impacto no campo.

A consulta a documentos históricos, como correspondências, diários e registros acadêmicos, permitiu a contextualização das experiências das mulheres matemáticas e a compreensão dos desafios enfrentados em uma sociedade dominada por homens. A imposição do machismo, é relatada no trabalho.

Além disso, foram utilizadas fontes *online*, como *websites* de instituições acadêmicas, museus, sociedades matemáticas e bancos de dados acadêmicos, para acessar informações atualizadas e publicações de pesquisa. Sendo essas fontes as principais, a fim de chegar a uma conclusão.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Foi evidenciado alguns dos grandes nomes de pesquisadoras, o qual muitas pessoas não sabem nem da existência. Como estratégia para evidenciar suas contribuições, como dito antes, temos o exemplo de Laura Catharina que mesmo com suas tarefas e seus filhos, cumpria seu papel

acadêmico. Catharina, séc. XVIII, serviu como exemplo, inspiração, para muitas outras mulheres dos séculos XIX e XX.

O impacto social que essas conquistas causam, é benéfico para a equidade, como Sophia Kovalevskaya, sendo a primeira mulher a entrar em uma academia escolar na metade do século XIX.

Diante dessas pesquisas, conseguimos entender que as mulheres tiveram papéis fundamentais na matemática, e em diversas áreas. A presença do machismo fez com que as mulheres sejam apenas figurantes dessa vida, quando na verdade é o contrário, são protagonistas de suas próprias vidas e de muitas conquistas.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

Conclui-se que os séculos XIX e XX foram de suma importância para a escalada das mulheres no ramo da educação em sala de aula, principalmente na matemática onde o machismo era predominante. Qualquer pesquisa feita que não fosse do homem, muitas vezes nem recebia devida atenção.

Mulheres como Laura Catharina e Sophia Kovalevskaya, entre outras, estavam a frente do seu tempo e mesmo com todas as dificuldades não deixaram o preconceito e a intolerância acabarem com seus sonhos, e através dessa coragem de mudar conceitos abriram as portas do conhecimento não só para suas conquistas, mas também para que outras mulheres buscassem seus espaços dentro da licenciatura, revertendo um quadro que era inimaginável para época.

Chegando ao resultado em que, muitas conquistas foram evidenciadas, mas a divulgação das autoras, não obtiveram a mesma amplitude. É justificado por antecedentes históricos, com único fator do machismo, embora não recebeu destaque às mulheres que foram citadas ao decorrer desse trabalho. Por fim podemos concluir que as pesquisadoras são importantes para a matemática. É interessante apresentá-las aos alunos ou qualquer outro público.

# REFERÊNCIAS

---

CARVALHO, T. F. de; FERREIRA, D. H. L.; PENNEREIRO, J. C. Matemática, Mulheres e Mitos: causas e consequências históricas da discriminação de gênero. **Revista Educação Matemática Pesquisa**, São Paulo, v.18, n.2, p.571-597, 2016. Disponível em: <https://revistas.pucsp.br/index.php/emp/article/view/21909/pdf>. Acesso em: 9 abr. 2023.

EVES, H. **Introdução à história da matemática**. Tradução de Hygino H. Domingues. 5. ed. Campinas: Editora da Unicamp, 2011. p. 622. Disponível em: [https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/6081521/mod\\_resource/content/1/%28Saunders%20Series%29%20Domingues%2C%20Hygino%20Hugueros\\_%20Eves%2C%20Howard%20-%20Introdu%C3%A7%C3%A3o%20%C3%A0%20hist%C3%B3ria%20da%20matem%C3%A1tica-Editora%20da%20Unicamp%20%282004\\_2008%29.pdf](https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/6081521/mod_resource/content/1/%28Saunders%20Series%29%20Domingues%2C%20Hygino%20Hugueros_%20Eves%2C%20Howard%20-%20Introdu%C3%A7%C3%A3o%20%C3%A0%20hist%C3%B3ria%20da%20matem%C3%A1tica-Editora%20da%20Unicamp%20%282004_2008%29.pdf). Acesso em: 15 mar. 2023.

GARBI, G. G. **A rainha da ciência**: um passeio histórico pelo maravilhoso mundo da matemática. 3. ed. São Paulo: Editora Livraria da Física, 2009.

KATHERINE Johnson's STEM Contributions Marked on Her 103rd Birthday. **NASA**. 2021. Disponível em: <https://www.nasa.gov/feature/langley/katherine-johnson-s-stem-contributions-marked-on-her-103rd-birthday>. Acesso em: 15 abr. 2023.

MARKONI, M. de A; LAKATOS, E. M. **Fundamentos de metodologia científica**. 5. ed. São Paulo: Atlas, 2003.

NOSELLA, P. Ética e pesquisa. **Educação e Sociedade**, Campinas, v. 29, n. 102, p. 255-273, 2008. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/es/a/9HTpY96qdgmHhfhYsWsnBQh/?format=pdf&lang=pt>. Acesso em: 9 abr. 2023.

PRIORE, M. D. **História das Mulheres no Brasil**. São Paulo: Contexto, 2004. Disponível em: <https://democraciadireitoegenere.files.wordpress.com/2016/07/del-priore-histc3b3ria-das-mulheres-no-brasil.pdf>. Acesso em: 10 mar. 2023.



DIONATAN MIGUEL FIORIN KONAGESKI'  
DANIEL SOARES DE OLIVEIRA'  
INDIANARA ROSA GIRARDI'  
MARCIA DA SILVA SERPA'  
REGINALDO DA SILVA GOMES'  
VERA LUCIA RODRIGUES DA LUZ'

# Letramento em Estatística: A Importância para o Cotidiano

*Statistical literacy: the importance for everyday life*

ARTIGO 2

17-26

<sup>1</sup> Centro Universitário Leonardo da Vinci – UNIASSELVI – Beco Doutor Pedrinho, 79 - Bairro: Rio Morto - 89082262 - Indaial/SC. [https://portal.uniascelvi.com.br/](https://portal.uniasselvi.com.br/).

**Resumo:** O presente trabalho visa abordar o tema letramento em Estatística e sua importância para o cotidiano. É importante explicar sua importância no dia a dia, pois, de certa forma vemos, ouvimos e trabalhamos com essas informações relacionadas a tais conceitos, seja no campo da ciência ou em nossos estudos. Fundamentamos a nossa pesquisa trazendo os conceitos da Estatística aos dias atuais, observando essas informações no mercado financeiro, no comércio e na ciência. O nosso objetivo foi, por meio de pesquisa bibliográfica e em plataformas da internet, comprovar a necessidade de se formar cidadãos capazes de coletar, organizar e interpretar dados. As imagens trazidas ilustrarão como a Estatística pode ser utilizada para ajudar na tomada de decisões, assim como para influenciar essa tomada de decisão. A metodologia utilizada no desenvolvimento do trabalho foi de pesquisa bibliográfica utilizando diversos artigos e autores que falam sobre a importância da Estatística. Nos resultados e discussões, consta uma breve reflexão sobre dados coletados, mostrando que essa área da Matemática tem sua importância desde os anos iniciais do Ensino Fundamental, ajudando a formar cidadãos críticos capazes de tomar decisões a partir de dados interpretados. Concluímos que a Estatística está presente em nosso cotidiano, visto que todos os dias, em diversos meios de comunicação, são postados resultados de coleta de dados. Diante disso, as pessoas devem ser capazes de interpretá-los, reconhecendo sua importância ou se existe algum erro que possa levar a uma decisão errônea. Assim, a Estatística depende da coleta das informações, da amostra correta e da análise dos dados para a precisão de resultados.

**Palavras-chave:** Letramento em Estatística. Estatística no cotidiano. Interpretação de dados.

**Abstract :** This work aims to address the topic of statistical literacy and its importance for everyday life. It is important to explain its importance in everyday life, because, in a way, we see, hear and work with this information related to such concepts, whether in the field of science or in our studies. We base our research by bringing the concepts of statistics to the present day and where we observe this information in the financial market, commerce and science. Our objective was, through bibliographical research and on internet platforms, to prove the need to train citizens capable of collecting, organizing and interpreting data. The images brought will illustrate how statistics can be used to help in decision-making, as well as to influence this decision-making. The methodology used in developing the work was bibliographical research using several articles and authors who talk about the importance of statistics. The results and discussions include a brief reflection on collected data, showing that this area of mathematics has been important since the early years of elementary school, helping to form critical citizens capable of making decisions based on interpreted data. We conclude that statistics are present in our daily lives, since every day, in various media, data collection results are posted. Given this, people must be able to interpret them, recognizing their importance or whether there is an error that could lead to an erroneous decision. Thus, statistics depends on the collection of information, the correct sample, the analysis of data for the accuracy of results.

**Keywords:** Statistics literacy. Statistics in everyday life. Data interpretation.

## INTRODUÇÃO

**A** Estatística está presente em nosso cotidiano. Diariamente, vemos informações estatísticas sobre diversos assuntos, em diversas áreas de nossa vida. Esse ramo da Matemática é responsável por coletar, organizar, representar e interpretar dados coletados.

Esses dados coletados têm grande influência na tomada de decisões, seja internamente, na área em que diz respeito, ou pela população no geral que tem acesso a esses dados. Para que as decisões sejam tomadas de maneira correta, é necessária uma análise crítica dos dados.

Não basta os cidadãos conhecerem os números e os dados em porcentual, há diversas análises a serem feitas durante a interpretação: se a amostra é suficiente, se ao escolher a amostra o pesquisador levou em consideração todos os aspectos necessários para um bom resultado, se o gráfico não está sendo utilizado de maneira a influenciar uma decisão, se todas as informações estão presentes, se ela está disposta de maneira correta etc.

Devido à importância da Estatística no cotidiano é que se fala em letramento estatístico, e esse deve acontecer desde os anos iniciais do Ensino Fundamental. Muitas vezes, vemos a Estatística sendo trabalhada superficialmente nas escolas pela falta de tempo para abranger todos os conteúdos referentes à disciplina de Matemática.

Lopes (2013, p. 905) diz que “para ensinar Estatística, não é suficiente entender a teoria Matemática e os procedimentos estatísticos; é preciso fornecer ilustrações reais aos estudantes e saber como usá-las para envolver os alunos no desenvolvimento de seu juízo crítico”. E é nesse sentido que a pesquisa bibliográfica desse trabalho foi direcionada para a importância do letramento estatístico, com o objetivo de demonstrar a importância de conhecer a Estatística e analisar de maneira crítica os dados apresentados.

## REFERENCIAL TEÓRICO

O termo estatística já é usado desde a antiguidade pela necessidade do governo em conhecer sua população e território. A palavra estatística significa “relativo ao Estado” e tem origem no latim *statisticum*.

Segundo Memória (2004), a palavra estatística, no conceito popular, remete a números dispostos em tabelas e gráficos, sendo esses dados econômicos ou demográficos feitos por agências governamentais.

Sabemos que, atualmente, a Estatística está presente em nosso cotidiano. É utilizada pela ciência em diversos campos de estudos e áreas profissionais. Dada a sua importância, a Base Nacional Comum Curricular (Brasil, 2018, on-line) traz que:

[...] todos os cidadãos precisam desenvolver habilidades para coletar, organizar, representar, interpretar e analisar dados em uma variedade de contextos, de maneira a fazer julgamentos bem fundamentados e tomar as decisões adequadas. Isso inclui raciocinar e utilizar conceitos, representações e índices estatísticos para descrever, explicar e prever fenômenos.

## ESTATÍSTICA E A LEITURA DO COTIDIANO

Nos dias de hoje, a Estatística está presente em várias áreas profissionais. Por exemplo, na indústria, ela ajuda no lançamento de novos produtos, testes de qualidade, previsão de vendas e faturamentos. Já no setor financeiro, ela é responsável por analisar créditos, personalizar seguros e as mais diversas análises financeiras que podem ser feitas.

Essa área da Matemática influencia o agronegócio, as telecomunicações, os esportes e outras áreas de nossas vidas. Na área médica, biológica,

já foi criada uma área específica, que é a bioestatística, responsável pela etapa de testes em vacinas, medicamentos e até mesmo cosméticos.

Para Almeida (2010, p. 13), “a Estatística, com seus métodos de coletar, organizar, interpretar e analisar dados, torna-se uma aliada na transformação dos dados em informações e permite a leitura e a compreensão das mesmas”. Esses dados geralmente chegam até a população em forma de gráficos, tabelas, planilhas e figuras.

Dada a importância desses dados para a sociedade, nota-se que não só profissionais da área de Estatística devem saber interpretá-los, mas também a população em geral precisa saber identificar se suas decisões podem se basear nesses dados apresentados.

## LETRAMENTO ESTATÍSTICO

O letramento estatístico, segundo a concepção de Gal (2002), é uma habilidade necessária para o exercício da cidadania, já que vivemos em um mundo sobrecarregado de informações. Esse letramento é construído a partir da postura crítica e investigativa, utilizando os conhecimentos adquiridos em Estatística e Matemática.

Nota-se que a abordagem da Estatística com os alunos se dá, muitas vezes, de maneira mais completa no Ensino Médio. Para Lopes (1998, p. 14), “nesse momento, eles são bombardeados por estatísticas relativas às questões sociais e econômicas, quase sempre com fins eleitoreiros, os quais têm como objetivo a formação de opinião, promovendo um determinado partido ou candidato”.

Lopes (1998) afirma não ser desejável que o primeiro contato dos alunos com a Estatística se dê apenas no Ensino Médio, pois, para ele, é necessário iniciar os conteúdos relacionados à coleta e análise de dados até mesmo antes dos anos iniciais do Ensino Fundamental.

Segundo a Base Nacional Comum Curricular (BNCC), o letramento estatístico deve iniciar nos anos iniciais do Ensino Fundamental. O ensino e aprendizagem da Estatística tem relação com o desenvolvimento de capacidades e de formar cidadãos críticos para atuar em sociedade. Segundo Carvalho (2006, p. 7):

Nos nossos dias não só os adultos que têm de ser críticos em relação à informação disponível para a entender e comunicar ou para tomar decisões, também as crianças estão expostas a dados estatísticos e, por isso mesmo, é necessário desenvolver a sua capacidade crítica e de autonomia afim de que tenham melhores condições para elaborar reflexões, emitir opiniões e/ou tomar decisões.

Lopes (1998, p. 21) afirma que “o ensino da Estatística e da Probabilidade, através de experimentações, observações, registros, coletas e análises de dados de modo interdisciplinar, pode possibilitar aos estudantes o desenvolvimento do senso crítico”.

Levando em consideração a influência da mídia nos dias de hoje na vida dos cidadãos, é importante que estes saibam distinguir dados relacionados para melhorar suas decisões. Segundo Lopes (2008):

Não basta ao cidadão entender as porcentagens expostas em índices estatísticos, como o crescimento populacional, taxas de inflação, desemprego... É preciso analisar/relacionar criticamente os dados apresentados, questionando/ponderando até mesmo sua veracidade. Assim como não é suficiente ao aluno desenvolver a capacidade de organizar e representar uma coleção de dados, faz-se necessário interpretar e comparar esses dados para tirar conclusões (Lopes, 2008, p. 60).

Souza (2009) diz que os veículos de comunicação, tanto a imprensa escrita como a publicidade, usam de dados estatísticos para conferir maior credibilidade à mensagem que pretendem transmitir. E, como identificar que os dados apresentados são confiáveis e ajudarão na tomada de decisão sem entender o que estes dados representam ou sem saber se a intenção é chamar a atenção ou apresentar dados verídicos? Veja a tabela abaixo:

**População brasileira, por Regiões e Unidades da Federação: 1970-2022**

Brasil e Regiões	1970	1980	1991	2000	2010	2022
<b>Brasil</b>	<b>93.134.846</b>	<b>119.011.052</b>	<b>146.825.475</b>	<b>169.872.856</b>	<b>190.755.799</b>	<b>207.750.291</b>
<b>Norte</b>	<b>3.603.679</b>	<b>5.880.706</b>	<b>10.030.556</b>	<b>12.911.170</b>	<b>15.864.454</b>	<b>17.834.762</b>
Rondônia	111.064	491.025	1.132.692	1.380.952	1.562.409	1.616.379
Acre	215.299	301.276	417.718	557.882	733.559	829.780
Amazonas	955.203	1.430.528	2.103.243	2.817.252	3.483.985	3.952.262
Roraima	40.885	79.121	217.583	324.397	450.479	634.805
Pará	2.166.998	3.403.498	4.950.060	6.195.965	7.581.051	8.442.962
Amapá	114.230	175.258	289.397	477.032	669.526	774.268
Tocantins	...	...	919.863	1.157.690	1.383.445	1.584.306
<b>Nordeste</b>	<b>28.111.551</b>	<b>34.815.439</b>	<b>42.497.540</b>	<b>47.782.487</b>	<b>53.081.950</b>	<b>55.389.382</b>
Maranhão	2.992.678	3.996.444	4.930.253	5.657.552	6.574.789	6.800.605
Piauí	1.680.573	2.139.196	2.582.137	2.843.428	3.118.360	3.270.174
Ceará	4.361.603	5.288.429	6.366.647	7.431.597	8.452.381	8.936.431
Rio Grande Norte	1.550.184	1.898.835	2.415.567	2.777.509	3.168.027	3.303.953
Paraíba	2.382.463	2.770.346	3.201.114	3.444.794	3.766.528	4.030.961
Pernambuco	5.160.625	6.142.229	7.127.855	7.929.154	8.796.448	9.051.113
Alagoas	1.588.068	1.982.915	2.514.100	2.827.856	3.120.494	3.125.254
Sergipe	900.679	1.140.379	1.491.876	1.784.829	2.068.017	2.211.868
Bahia	7.493.437	9.455.392	11.867.991	13.085.769	14.016.906	14.659.023
<b>Sudeste</b>	<b>39.850.764</b>	<b>51.737.148</b>	<b>62.740.401</b>	<b>72.430.193</b>	<b>80.364.410</b>	<b>87.348.223</b>
Minas Gerais	11.485.663	13.380.105	15.743.152	17.905.134	19.597.330	20.732.660
Espírito Santo	1.599.324	2.023.338	2.600.618	3.097.498	3.514.952	3.975.100
Rio de Janeiro	4.742.884	11.291.631	12.807.706	14.392.106	15.989.929	16.615.526
São Paulo	17.770.975	25.042.074	31.588.925	37.035.456	41.262.199	46.024.937
<b>Sul</b>	<b>16.496.322</b>	<b>19.031.990</b>	<b>22.129.377</b>	<b>25.110.348</b>	<b>27.386.891</b>	<b>30.685.598</b>
Paraná	6.929.821	7.629.849	8.448.713	9.564.643	10.444.526	11.835.379
Santa Catarina	2.901.660	3.628.292	4.541.994	5.357.864	6.248.436	7.762.154
Rio Grande Sul	6.664.841	7.773.849	9.138.670	10.187.842	10.693.929	11.088.065
<b>Centro-Oeste</b>	<b>5.072.530</b>	<b>7.545.769</b>	<b>9.427.601</b>	<b>11.638.658</b>	<b>14.058.094</b>	<b>16.492.326</b>
Mato Grosso Sul	...	1.369.769	1.780.373	2.078.070	2.449.024	2.833.742
Mato Grosso	1.597.009	1.138.918	2.027.231	2.505.245	3.035.122	3.784.239
Goiás	2.938.029	3.860.174	4.018.903	5.004.197	6.003.788	6.950.976
Distrito Federal	537.492	1.176.908	1.601.094	2.051.146	2.570.160	2.923.369

Fonte: IBGE - Censos Demográficos e prévia do censo 2022

Figura 1. Censo demográfico

Fonte: <https://www.ecodebate.com.br/2023/01/06/resultado-da-previa-do-censo-2022-para-o-brasil/>. Acesso em: 18 abr. 2023.

O censo demográfico é realizado a cada dez anos, e tem como objetivo fazer um levantamento populacional do país, assim como identificar a realidade sociodemográfica do país. Analisando a tabela (Figura 1), podemos perceber que, em 2022, o Brasil teve um aumento populacional que implica diretamente a política pública de todo o País.

Para que esse tipo de pesquisa tenha validade, é importante que a entrevista ocorra com 100% da população. Não é possível obter dados válidos com somente uma amostra da população.

Vamos analisar, agora, pesquisas feitas para as eleições de 2022 que foram divulgadas por instituições distintas. A primeira (Figura 2), divulgada pelo Diário do Poder, em 16/09/2022, e, a segunda, divulgada pelo Poder 360, em 14/09/2022.

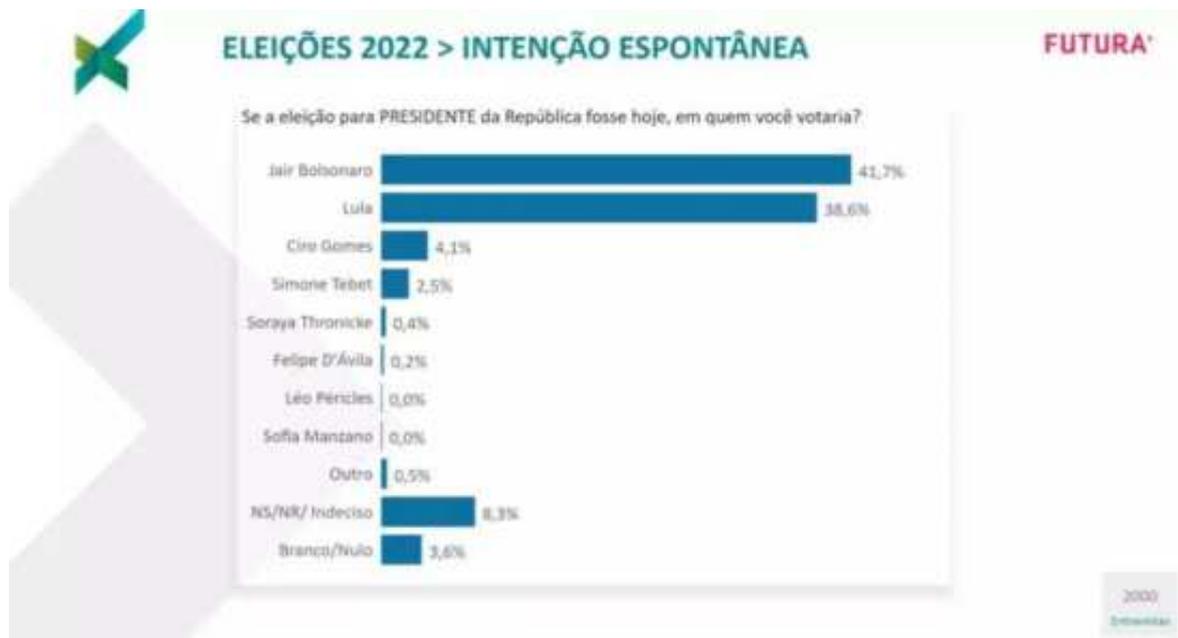


Figura 2. Pesquisa eleitoral do Diário do Poder

Fonte: <https://diariodopoder.com.br/eleicoes-2022/bolsonaro-lidera-com-417-a-386-de-lula-aponta-pesquisa-nacional>. Acesso em: 18 abr. 2023.

Nesse gráfico, estão dispostos dados coletados nos dias 12 a 14 de setembro de 2022, onde foram ouvidos 2 mil eleitores e levado em consideração uma margem de erro de 2,2 pontos. Observando o gráfico, podemos verificar que Jair Bolsonaro está ganhando as eleições com 41,7% dos votos.

Analisando a imagem completa, percebemos a falta de informações sobre a amostra populacional utilizada para a pesquisa. Muitos critérios podem alterar uma pesquisa, como, por exemplo, a região em que as pessoas pesquisadas vivem, a religião que seguem, a idade, a escolaridade e se são aptas a votar ou não.

Segundo o Tribunal Superior Eleitoral, em 2022, o Brasil contava com mais de 156 milhões de eleitores aptos a votar. Assim, uma amostra de 2 mil pessoas seria suficiente para dar credibilidade a pesquisa?

Hulley, Browner, Cummings, Grady, Newman (2008, *apud* Agranonik; Hirakata, 2011, p. 382) afirmam que o tamanho da amostra depende de vários fatores que envolvem a pesquisa:

O tamanho da amostra depende de diversos fatores: da variável de interesse no estudo, do tipo de variável (quantitativa ou qualitativa), da existência ou não

de comparação entre grupos (objetivo do estudo), da quantidade de grupos envolvidos, do poder de teste, do nível de significância e tamanho do efeito. Caso exista mais de um desfecho de interesse, o tamanho da amostra deve ser calculado para cada desfecho. O tamanho final da amostra será o maior dentre os tamanhos calculados, de forma a permitir que todos os desfechos tenham significância Estatística, caso a diferença mínima esperada seja encontrada.

Vamos, agora, analisar o segundo gráfico (Figura 3), onde estão os dados coletados de 11 a 13 de setembro de 2022. Foram entrevistados 3.500 eleitores, e a margem de erro é de 2 pontos. Analisando o resultado, Luís Inácio Lula da Silva está vencendo as eleições com 45% dos votos:

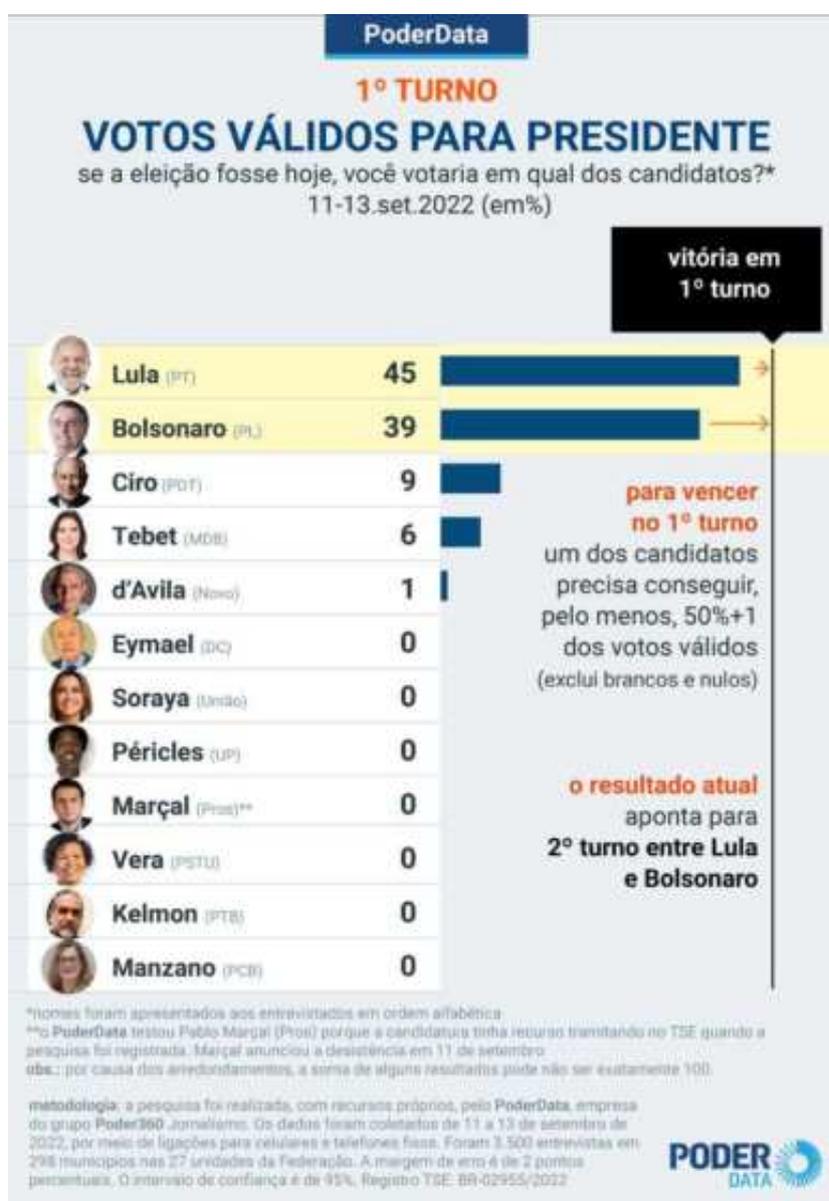


Figura 3. Pesquisa Eleitoral Poder 360

Disponível em: <https://www.poder360.com.br/governo/lula-43-x-37-bolsonaro-no-1o-turno-diz-poderdata/>. Acesso em: 18 abr. 2023.

Analisando a imagem, notamos que esse gráfico traz mais informações do que o gráfico anterior. Sabe-se que a pesquisa foi realizada nas 27 unidades da federação, e que a amostra é maior do que a utilizada na pesquisa anterior. Mesmo assim, não temos acesso a dados como idade, religião e diversos outros critérios que podem influenciar na escolha do candidato.

As duas pesquisas foram publicadas na mesma semana, com resultados diferentes. Assim, é difícil para o eleitor saber qual das duas tem mais credibilidade. Mesmo se tratando de intenção de voto, as pesquisas podem influenciar a escolha de eleitores indecisos, assim como eleitores já decididos podem, ao longo do percurso, mudar de opinião. Por outro lado, as informações também podem ser manipuladas pelos veículos de informação para influenciar os eleitores.

## METODOLOGIA

O trabalho foi elaborado por meio de pesquisas bibliográficas, sendo elas explicativas e descritivas. Buscando analisar e comparar a exposição dos autores com as informações disponíveis em vários meios de comunicação, com o objetivo de entender de que maneira acontece o letramento estatístico, e como os dados chegam até a população em geral.

Para a pesquisa, foram utilizados artigos científicos encontrados na plataforma Google Acadêmico. Os gráficos foram retirados da plataforma Google, onde procuramos por gráficos que toda a população com internet tem acesso.

Os resultados e discussões serão apresentados de forma qualitativa. Foi questionado se as informações coletadas poderiam ser usadas pelos cidadãos para as tomadas de decisões, demonstrando que nem sempre os dados são apresentados de maneira verídica, e, sim, com o objetivo de influenciar um resultado positivo.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Podemos verificar que a Estatística faz parte de nosso cotidiano e tem importância significativa na tomada de decisões das pessoas. Nas áreas profissionais, muitas decisões são tomadas a partir de dados coletados e analisados.

Temos várias formas de representar os dados coletados. Durante a pesquisa, nos deparamos com vários gráficos e tabelas de difícil interpretação para pessoas leigas no assunto, assim como gráficos realizados na mesma semana com resultados diferentes, confundindo o eleitor sobre sua veracidade.

Dada a importância dessa interpretação, vemos que o letramento estatístico deve existir desde os anos iniciais do Ensino Fundamental, já que esse fará parte de toda a vida do cidadão. Conseguir interpretar dados, questionar a veracidade, assim como se as informações podem influenciar na tomada de decisões, é necessário no nosso dia a dia, porém, devido à quantidade de conteúdo a ser aplicado na escola, muitas vezes, a Estatística é vista somente de forma superficial.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

Vivemos em mundo onde as informações nos chegam a todo momento, gráficos e tabelas são utilizados para apresentar dados que influenciam na tomada de decisões em empresas, na saúde, na educação, na agricultura, na política e em outras diversas áreas do nosso cotidiano.

Dada a importância da Estatística para a população em geral, podemos concluir que o letramento estatístico deve ser trabalhado de uma forma mais ampla, tanto nas escolas como em cursos superiores.

Quando falamos em Matemática ou em qualquer área dela, falamos em formar cidadãos críticos cientes de responsabilidades, pessoas que sai-

bam usar os conteúdos aprendidos no seu cotidiano. Na área da Estatística, especificamente, falamos em formar cidadãos capazes de coletar, organizar e interpretar dados.

É necessário que as pessoas saibam identificar qual o propósito dos dados apresentados, se eles apresentam falhas, ou se eles são suficientes para a tomada de decisão sobre determinado assunto. Analisar dados é também analisar consequências. Por exemplo: se a taxa de vacinação para uma determinada doença está baixa, é necessário saber o que levou as pessoas deixarem de se vacinar.

Sendo assim, ao finalizar a pesquisa realizada, nos deparamos com resultados diferentes nas mesmas áreas, com gráficos de difícil leitura e entendimento, falta de informações e disposições erradas de dados. Isso tudo dificulta o processo de interpretação de dados e as decisões a serem tomadas. Existem também gráficos claros, completos, mas que nem sempre são interpretados de maneira correta. Isso acontece pela falta de conhecimento estatístico e pela falta do letramento estatístico.

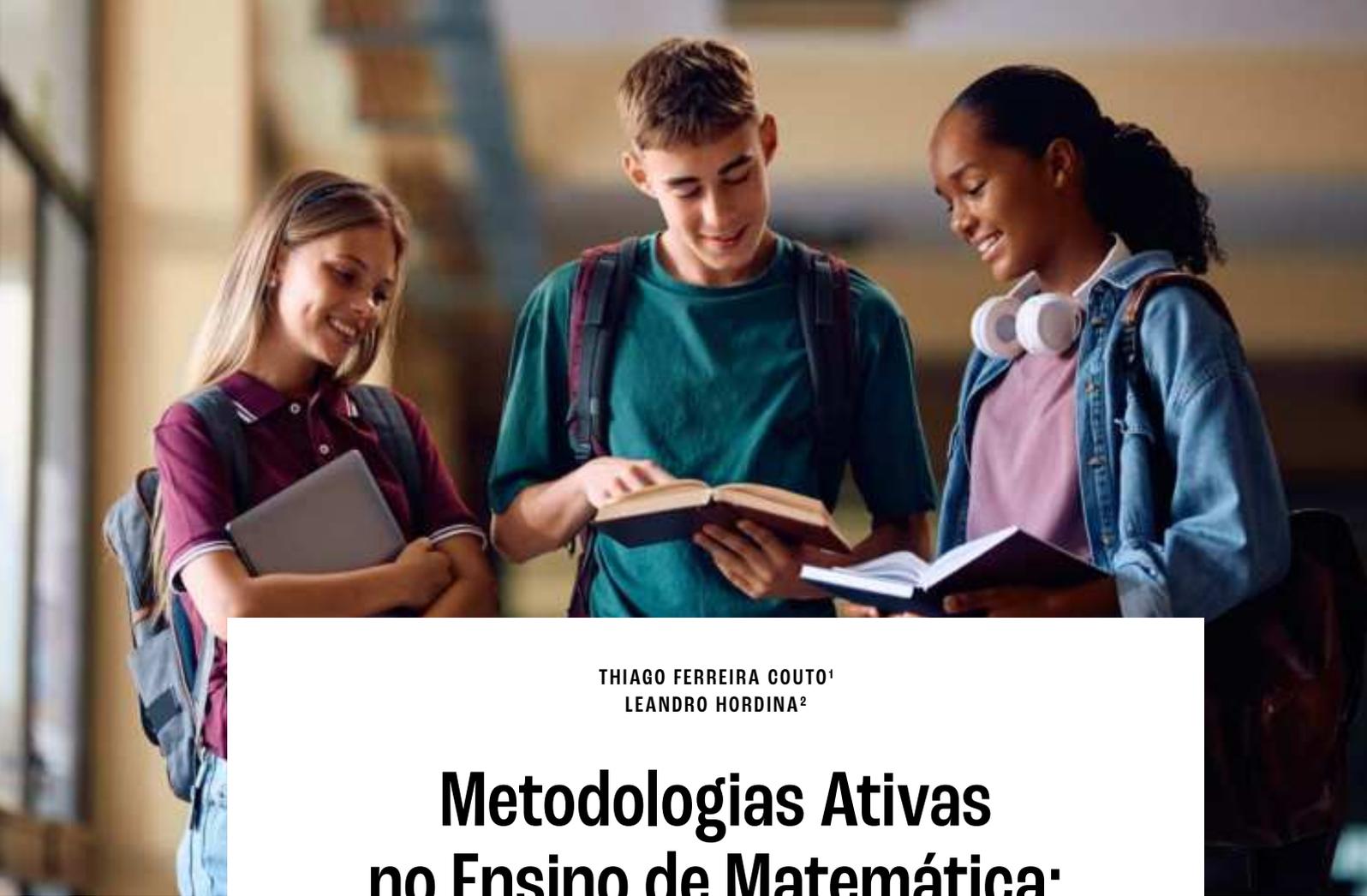


**É NECESSÁRIO QUE AS PESSOAS SAIBAM IDENTIFICAR QUAL O PROPÓSITO DOS DADOS APRESENTADOS, SE ELES APRESENTAM FALHAS, OU SE ELES SÃO SUFICIENTES PARA A TOMADA DE DECISÃO SOBRE DETERMINADO ASSUNTO. ANALISAR DADOS É TAMBÉM ANALISAR CONSEQUÊNCIAS.**

# REFERÊNCIAS

---

- AGRANONIK M.; HIRAKATA V. N. Cálculo de tamanho de amostra: proporções. **Clin Biomed Res.** V 31, n. 3, nov. 2011. Disponível em: <https://seer.ufrgs.br/index.php/hcpa/article/view/23574>. Acesso em: 16 ago. 2024.
- BRASIL. **BNCC: Ensino Médio.** Brasília, DF: MEC, 2018. Disponível em: <http://portal.mec.gov.br/docman/abril-2018-pdf/85121-bncc-ensino-medio/file/>. Acesso em: 23 fev. 2024.
- ALMEIDA, C. C. **Análise de um instrumento de letramento estatístico para o Ensino Fundamental II.** Dissertação (Mestrado em Educação Matemática) – Programa de Pós-Graduação em Educação Matemática, Universidade Bandeirante de São Paulo, 2010.
- CARVALHO, C. Desafios à educação Estatística. **Boletim SPE. Ensino aprendizagem da Estatística**, Sociedade Portuguesa de Estatística, p. 7, 2006.
- GAL, I. Conhecimentos básicos de Estatística em adultos: significados, componentes, responsabilidades. **Revista Internacional de Estatística**, p. 1-25, 2002.
- LOPES, C. A. E. **A Probabilidade e a Estatística no Ensino Fundamental:** uma análise curricular. 1998. 126p. Dissertação (Mestrado em Educação) – Unicamp, Campinas, 1998.
- LOPES, C. E. Educação Estatística no Curso de Licenciatura em Matemática. **Bolema**, Rio Claro, v. 27, n. 47, p. 905, 2013.
- LOPES, C. E. O ensino da Estatística e da Probabilidade na Educação Básica e a Formação dos Professores. **Cad. Cedes**, Campinas, v. 28, n. 74, p. 60, 2008.
- MEMÓRIA, J. M. P. **Breve história da Estatística.** Brasília, DF: Embrapa, 2004.
- SOUZA, G. A. A manipulação dos dados estatísticos pela mídia impressa. Congresso Brasileiro de Ciências da Comunicação, 32., 2009. **Anais [...]**, Curitiba, 2009. p. 1-15.



THIAGO FERREIRA COUTO<sup>1</sup>  
LEANDRO HORDINA<sup>2</sup>

# Metodologias Ativas no Ensino de Matemática: O Aluno no Centro do Processo de Aprendizagem

*Active methodologies in mathematics teaching:  
the student at the center of the learning process*

ARTIGO 3

27-36

---

<sup>1</sup> Professor de Matemática do Colégio Status Poliedro, Passos, MG. thiagofcoutotj@gmail.com.

<sup>2</sup> Tutor externo do curso de Licenciatura em Matemática, Uniasselvi. 100182946@tutor.uniasselvi.com.br

**Resumo:** A prática docente no ensino de Matemática consiste em um desafio por parte dos professores, pois, além de lidar com conceitos abstratos e intangíveis, cada pessoa demanda um tempo e modo de assimilar e interiorizar as ideias. Durante muito tempo, a metodologia aplicada e considerada tradicional colocava o professor como agente central no processo de ensino-aprendizagem, que escrevia na lousa e os alunos copiavam exaustivamente. Depois de dar algumas explicações, resolvia uma enorme lista de exercícios descontextualizados. Nesse método de ensino, os alunos não têm espaço para argumentar, raciocinar e inovar, pois os teoremas e leis são inquestionáveis, dando a ideia de ciência pronta. Contudo, a cada dia que passa, esse método de ensino tem se mostrado obsoleto e ineficaz. O objetivo desse trabalho de pesquisa é comparar o método tradicional de ensino com metodologias ativas de aprendizagem com gamificação, storytelling e softwares educacionais. Depois de utilizar esses métodos em um experimento comparativo em uma turma de alunos, os resultados se mostraram eficazes, fornecendo um feedback positivo tanto pelos alunos como pela professora regente que os aplicou. Esses resultados foram comparados com os postulados pelos autores citados, o que trouxe um insight ainda maior. Por fim, comprovou-se a eficácia desses métodos em comparação com a metodologia tradicional.

**Palavras-chave:** Alunos. Gamificação. Geogebra. Metodologias Ativas. Storytelling.

**Abstract:** The teaching practice in the teaching of mathematics is a challenge on the part of teachers because, in addition to dealing with abstract and intangible concepts, each person demands a time and way of assimilating and internalizing ideas. For a long time, the applied and traditional methodology placed the teacher as an active and central agent in the teaching/learning process, who in turn wrote on the blackboard and the students copied exhaustively, after giving some explanations, solved a huge list of decontextualized exercises. In this teaching method, students have no room to argue, reason and innovate, as the theorems and laws are unquestionable, giving the idea of ready-made science. However, with each passing day, this method of teaching has proven to be obsolete and ineffective. The objective of this research work is to compare the traditional teaching method with active learning methodologies such as gamification, storytelling and educational software. After using these methods in a comparative experiment in a class of students, the results proved to be effective, providing positive feedback from both the students and the teacher who applied them. These were compared with the postulates of the cited authors, which brought even greater insight. Finally, the effectiveness of these methods compared to the traditional methodology was proven.

**Keywords:** Students. Gamification. Geogebra. Active Methodologies. Storytelling.

## INTRODUÇÃO

**P**or que é relevante tratar de Metodologias Ativas, especialmente se referindo no âmbito do ensino-aprendizagem de ciências exatas?

A tecnologia e a informação digital estão à nossa volta e se contextualizam com praticamente todas as facetas do cotidiano das pessoas. O mundo está tecnologicamente evoluído e informatizado. A nova geração de crianças e adolescentes evoluiu e se modernizou, e com acesso à informação em suas mãos, pois cada uma delas dispõe de seu próprio *smarthphone*, *tablet*, *smarthwatch*, entre outros dispositivos, ligados à internet em praticamente qualquer lugar em que estejam. Com tantos recursos tecnológicos e com tantas mudanças no cenário político-econômico-cultural, é compreensível e inevitável que a metodologia pedagógica tradicional em que o professor é o detentor do conhecimento e o educando é um agente passivo no processo de ensino-aprendizagem se torne ultrapassada.

De acordo com Lovato *et al.* (2018), é imperativo que esse processo também seja inovado, que as práticas pedagógicas também acompanhem a modernidade e, portanto, sigam a tendência das Metodologias Ativas de aprendizagem em que o aluno é o protagonista na construção do saber, e o professor, um mediador e facilitador do processo educativo. Contudo, apesar de amplamente analisado e publicado por pedagogos e estudiosos de metodologias pedagógicas sobre a baixa eficácia do método tradicional e os bons resultados alcançados pelas metodologias ativas, alguns obstáculos ainda precisam ser transpostos (Bacich; Moran, 2018; Dolan; Collins, 2015; Freire, 2010; Vygotsky, 1987).

Para Wall, Prado e Carraro (2008) e Saviani (2010), um desses obstáculos é a resistência de muitos educadores que ainda se apegam ao modelo tradicional, ainda apostando na rotina limitada e desestimulante de atividades pedagógicas obso-

letas, como encher a lousa de matéria sem contexto, explicação de conceitos abstratos desconexos do dia a dia dos alunos e resolução exaustiva de exercícios. Outro desafio é a falta de capacitação por parte do corpo docente que, não raro, é limitado quanto a novas tecnologias básicas e, portanto, sem qualificações para utilizar técnicas inovadoras na sala de aula. Um terceiro problema é a falta de recursos disponíveis, em muitas escolas, para uso dos professores em suas aulas. Ambos os obstáculos listados têm freado o progresso quanto à implantação e utilização das metodologias ativas de aprendizagem.

Tendo em mente essas dificuldades com relação à implementação das metodologias ativas, como estas poderiam ser articuladas no cotidiano escolar? Como os desafios supracitados poderiam ser vencidos?

Os objetivos deste trabalho de pesquisa são os seguintes:

- pontuar as expectativas da Base Nacional Comum Curricular (BNCC) quanto à aprendizagem de Matemática no ensino regular;
- analisar os resultados alcançados pelo método tradicional de ensino e como isso tem afetado a absorção das habilidades por parte dos alunos;
- listar metodologias ativas e recursos inovadores e avaliar os resultados destas em comparação com o método tradicional;
- estabelecer um planejamento de inserção dessa metodologia na prática pedagógica.

Este trabalho está estruturado com a introdução, os fundamentos teóricos que embasam cientificamente toda a pesquisa, a metodologia utilizada na aplicação e coleta de dados, os resultados e discussões entre o que já foi publicado sobre a temática e o que foi analisado na prática da pesquisa e considerações finais.

## EXPECTATIVA DO ENSINO E METODOLOGIAS ATIVAS

Em conformidade com a Base Nacional Comum Curricular (Brasil, 2018a), no Ensino Fundamental, a área de Matemática, por meio da articulação de seus diversos campos (Aritmética, Álgebra, Geometria, Estatística e Probabilidade) precisa garantir que os estudantes relacionem observações empíricas do mundo real a representações como tabelas, figuras e esquemas, e associem essas representações a atividades matemáticas, como conceitos e propriedades, fazendo induções e conjecturas. Além disso, é compromisso do Ensino Fundamental garantir o “letramento matemático”.

Quanto ao objetivo a ser alcançado no ensino de Matemática no Ensino Médio, conforme a BNCC, temos o seguinte:

No Ensino Médio, na área de Matemática e suas Tecnologias, os estudantes devem consolidar os conhecimentos desenvolvidos na etapa anterior e agregar novos, ampliando o leque de recursos para resolver problemas mais complexos, que exijam maior reflexão e abstração. Também devem construir uma visão mais integrada da Matemática, da Matemática com outras áreas do conhecimento e da aplicação da Matemática à realidade (Brasil, 2018b, p. 471).

Levando em conta que muitos conceitos de ciências exatas e da natureza são abstratos e complexos ao entendimento dos alunos, para que o resultado vislumbrado nos parâmetros curriculares mencionados sejam alcançados, é essencial escolher metodologias de ensino eficazes.

O sistema tradicional de ensino tinha como figura central no processo de ensino-aprendizagem o professor, que era considerado detentor do co-

nhecimento. Isso ficava evidente na metodologia pedagógica em que o professor escreve na lousa e o aluno copia, depois o professor explica o que foi passado. Nessa modalidade de ensino, não havia espaço para manifestações nem posicionamentos críticos acerca do que estava sendo aprendido (Berbel, 2011).

No entanto, em fins do século XIX, surgiu a pedagogia ativa, na qual há uma inversão em relação ao ensino tradicional. De acordo com Wanner e Palmer (2015), as metodologias ativas consistem em técnicas flexíveis de ensino que buscam o envolvimento do educando por meio de práticas que o colocam no centro do processo educativo. Conforme reiteram Smith *et al.* (2005), muitos educadores e pesquisadores defendem que o aluno deve ser envolvido no processo de aprendizagem como algo essencial à aprendizagem significativa. Nesse sentido, as metodologias de aprendizagem ativas conseguem atingir esse objetivo, tornando interessante aos alunos a aprendizagem, deixando de ser algo maçante e monótono.

De acordo com Mota e Werner da Rosa (2018), a metodologia ativa abrange métodos e propõe abordagens que estimulam a interação aluno-professor, aluno-aluno e aluno-materiais/recursos didáticos, e envolvem, geralmente, a aprendizagem em um ambiente colaborativo e dinâmico.

As metodologias ativas de aprendizagem criam um cenário envolvente, colocando os alunos diretamente como protagonistas na resolução de problemas, trazendo para fora o conhecimento prévio com as novas situações sugeridas, constituindo uma estratégia de ensino e aprendizagem “com o objetivo de alcançar e motivar o discente, pois, diante do problema, ele se detém, examina, reflete, relaciona a sua história e passa a ressignificar suas descobertas” (Mitre *et al.*, 2008, p. 2136).

Essa forma de metodologia pedagógica alcança o seguinte resultado:

Entre as principais características, os métodos inovadores de ensino/aprendizagem mostram claramente o movimento de migração do ‘ensinar’ para o ‘aprender’, o desvio do foco do docente para o aluno, que assume a corresponsabilidade pelo seu aprendizado; a valorização do aprender a aprender e o desenvolvimento da autonomia individual e das habilidades de comunicação (Souza *et al.*, 2014, p. 38).

Dentre as formas de metodologias de aprendizagem ativas, podemos citar a gamificação, o storytelling e os softwares.

## **GAMIFICAÇÃO – UM MODO DIVERTIDO DE APRENDER MATEMÁTICA**

Uma das ferramentas que auxiliam no aprendizado por criar interação interpessoal e cognitiva de uma forma mais prazerosa e interessante para os educandos são os jogos pedagógicos ou didáticos, pois a gamificação tem sido estudada como método pedagógico para um maior envolvimento e estímulo dos educandos no processo de aprendizagem (Pimentel, 2018), além de ser uma alternativa para se melhorar o desempenho dos estudantes em alguns conteúdos complexos ou de difícil aprendizagem, conforme mencionado por Gomes e Friedrich (2001).

Assim como dissertou Miranda (2001), com o uso de jogos pedagógicos, vários objetivos podem ser alcançados, como: cognição (desenvolvimento intelectual e da personalidade – essencial para se construir conhecimentos); afeição (desenvolvimento de sensibilidade e estima que ajuda a criar laços de amizade); socialização (atuação e cooperação em grupo); motivação (envolvimento em ação para vencer desafios e desvendar curiosidades) e criatividade.

Essa metodologia pode ser utilizada no ensino de matemática por criar jogos pedagógicos ou, ainda, por promover atividades que tenham elementos dos jogos como competição bem direcionada entre equipes, recompensas, tarefas lúdicas e desafiadoras etc.

## **STORYTELLING – A HISTÓRIA POR TRÁS DA MATEMÁTICA**

De acordo com Heinemeyer (2018), contar histórias é uma ferramenta antiga e eficaz de ensino. Uma boa história torna o assunto interessante e abre a mente de crianças a adultos para a aprendizagem. É nesse âmbito que se propõe o uso de uma técnica inovadora denominada storytelling (narrativa). Contudo, essa técnica se distingue da ação de apenas contar histórias, em que os alunos permanecem numa condição passiva. Essa técnica consiste em usar narrativas “para promover a reflexão acerca de conceitos e valores, de forma a consolidar essas ideias abstratas por meio da percepção da relevância e significância de tais conceitos” (Valença; Tostes, 2019, p. 222). Sobre essa técnica, acrescenta-se que:

A Storytelling passa a funcionar como uma estratégia direcionada ao aprendizado. Estudos sobre a inclusão da narrativa no processo educacional levaram ao desenvolvimento de uma estrutura de etapas e modelo que consiste em incorporar elementos pedagógicos que motivam a criatividade, a interação e o senso crítico daqueles que seriam apenas a audiência de uma história contada de modo tradicional (Valença; Tostes, 2019, p. 224).

Braga (2018) descreve que esta estratégia consiste em criar personagens e enquadrá-los em uma determinada situação, desafio ou problema que se busca

resolver. Nessa atividade, procura-se tornar um conceito abstrato mais pessoal e humano, ampliando a capacidade de estabelecer empatia com os ouvintes da história, buscando sua compreensão e visão acerca do problema, evento ou situação, para buscar as causas e a resolução. Trata-se, portanto, de uma poderosa ferramenta para compartilhar conhecimento, a partir da narrativa de fatos reais.

Existe uma história interessante e intrigante por trás de todas as conquistas matemáticas. Ao utilizar a storytelling, o professor pode explorar essas narrativas envolvendo e inspirando os alunos.

## SOFTWARES ALIADOS NA APRENDIZAGEM MATEMÁTICA

De acordo com Ponte (2003), os professores de Matemática, em sua prática pedagógica, precisam estar qualificados para usar ferramentas das Tecnologias da Informação e Comunicação em suas salas de aula, incluindo softwares educacionais próprios da sua disciplina ou de educação no âmbito geral. Sobre o uso de softwares no processo de ensino-aprendizagem, temos:

Os artefatos tecnológicos presentes nas situações didáticas podem ter um caráter mediador, permanecendo a serviço de uma estratégia didática que têm o aprendiz como foco, que busca entender e planejar de acordo com as mais diversas propostas que lhe permitam ampliar a autonomia diante do desafio de aprender (Oliveira, 2009, p. 4).

Nesse aspecto, um dos softwares que pode ser utilizado com grande eficácia é o GeoGebra. Segundo Borges (2009), o GeoGebra é um software de geometria dinâmica *open source*, ou seja, de distribuição gratuita, desenvolvido pelo matemático austríaco Markus Hohenwarter, que disponibiliza ferramentas de geometria, álgebra e cálculo. Essa ferramenta tecnológica dispõe de todos os recur-

sos de geometria dinâmica, como pontos, retas, segmentos, circunferências, arcos etc., tornando fácil a visualização das representações gráficas.

Dispositivos móveis, aplicativos de simulação e outras ferramentas tecnológicas podem ser utilizados para “mediar, apresentar, discutir, realizar testes e experimentos, entre outras funções, que tornam as aulas mais motivadoras e envolventes” (Dantas *et al.*, 2019, p. 1196). Os softwares podem ser usados não apenas para aulas expositivas, mas também em aulas interativas em escolas onde existe um laboratório de informática, ou na sala de aula, utilizando os smartphones dos próprios alunos.

## METODOLOGIA

A pesquisa realizada para compor esse trabalho teve uma abordagem qualitativa. Depois de realizar uma pesquisa cabal nos acervos disponíveis sobre o tema, como em sites, livros de metodologias pedagógicas, artigos de revistas, anais de congressos, dissertações de mestrado e teses de doutorado, os artigos foram selecionados de acordo com o objetivo do projeto.

Depois de selecionar a base teórica que fundamentou a pesquisa, algumas entrevistas foram realizadas com profissionais experientes e praticantes da metodologia tradicional. Então, as metodologias inovadoras propostas em epígrafe foram aplicadas em algumas turmas como laboratório de análise comparativo.

Em entrevista com a sra. Stefânia do Nascimento Pereira, professora regente de Matemática do Ensino Fundamental e Médio na Escola Estadual Francisco da Silva Maia, na cidade de Passos, MG, foi perguntado se ela acredita que o método tradicional de ensino é eficaz. A resposta da professora foi que “sim”, pois, segundo ela, “não adianta usar as muitas metodologias que inventaram pois o que determina o aprendizado é o interesse do aluno”. A sra. Maria Aparecida de Melo Amorim, diretora dessa mesma escola, também deu sua opinião sobre o assunto.

Ela disse: “como base, sim, porém o professor não pode ser ‘engessado’, não pode praticar a mesma forma de trabalho ano após ano. Precisa inovar”. Conforme podemos notar, são duas profissionais com opiniões diferentes sobre métodos de ensino.

Contudo, durante a entrevista com a professora regente, notou-se que o motivo de não usar metodologias ativas de aprendizagem é a falta de recursos na escola. Ela admitiu que “falta qualificação pessoal também quanto a essas técnicas inovadoras”. Percebeu-se um esforço em usar recursos mais interessantes como oficinas pedagógicas, porém fica evidente que outros recursos trariam melhores resultados.

Foi perguntado à diretora se acredita que é grande o percentual de profissionais que buscam inovar os métodos de ensino, e, se a resposta fosse não, porque ela acha que isso acontece. A sua resposta franca foi: “Não. O ser humano é acomodado. Tem a tendência de ficar na sua zona de conforto, de usar o mesmo planejamento todos os anos. A maioria está estagnada e não acompanhou o progresso das tecnologias”.

Ao comparar o que foi postulado pelos autores em fundamentação teórica com o que foi observado na metodologia usada pela professora regente, é possível notar que usar métodos que façam os alunos participarem de forma ativa no processo de ensino-aprendizagem é mais eficaz.

De acordo com a proposta desse trabalho, os autores apresentados em fundamentação teórica foram aplicados nas turmas de 9º Ano do Ensino Fundamental e 1º Ano do Ensino Médio nessa mesma escola.

Durante as aulas de aplicação dos métodos propostos, já no início da ação de dividir a turma em duplas, foi possível ver uma mudança de ânimo, pois já se tratou de uma coisa nova, tirando os alunos da rotina. Os impressos de mapa mental, utilizados para simplificar o entendimento, também foram interessantes, pois era conteúdo que geralmente se passava na lousa e exaustivamente os alunos tinham que copiar. Além disso, o uso de data show e o incentivo para os alunos usarem seus dispositivos eletrônicos e internet para pesquisar tornaram o ambiente tecnológico e moderno. As narrativas de storytelling tornaram empolgantes conhecer o contexto dos conceitos ensinados. As participações com comentários, debates, citações e exemplos dados pelos alunos fez com que eles pudessem participar ativamente da aula, fazendo com que eles sentissem que sua opinião e raciocínio são relevantes e importantes. O uso de jogos, quizzes e atividades práticas tornaram as aulas muito interessantes, empolgantes e dinâmicas.



**DURANTE AS AULAS DE APLICAÇÃO DOS MÉTODOS PROPOSTOS, JÁ NO INÍCIO DA AÇÃO DE DIVIDIR A TURMA EM DUPLAS, FOI POSSÍVEL VER UMA MUDANÇA DE ÂNIMO, POIS JÁ SE TRATOU DE UMA COISA NOVA, TIRANDO OS ALUNOS DA ROTINA**

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

De acordo com os autores citados, a metodologia ativa consegue estimular a interação aluno-professor, aluno-aluno e aluno-materiais/recursos didáticos e propõe um ambiente muito mais agradável e dinâmico.

Além disso, metodologias ativas de aprendizagem realmente criam um cenário envolvente, fazendo dos alunos protagonistas inseridos ativamente na solução problemas, trazendo para fora o melhor deles, do que eles já têm de conhecimento e potencial de agregar conhecimento novo. Também, tornam o aluno um cidadão crítico, pois promovem a reflexão profunda e o tornam opinante no processo, menos de ensino e mais de aprendizagem, pois alcança como produto a autonomia individual do aluno (Mitre *et al.*, 2008; Souza *et al.*, 2014).

Os autores citados são grandes autoridades e defensores das metodologias ativas de aprendizagem. Basear o projeto de ensino nos postulados desses autores trouxe fundamento e solidez e tornou as conjecturas apresentadas resultados reais e comprovados.

São notáveis os resultados alcançados com a aplicação das metodologias inovadoras. Alguns alunos disseram que não viram o tempo passar. Um aluno comentou o seguinte: “De agora em diante, as aulas serão assim? Se forem assim, eu não vou faltar mais às aulas. Eu aprendi brincando!” Até mesmo a professora regente se sentiu inspirada a inovar de agora em diante em sua prática pedagógica. Ela admitiu que os alunos “não são mais como antigamente, então, o ensino não pode ser como antigamente”.

A aula de revisão para concluir o conteúdo serviu de avaliação somativa para analisar a interiorização dos conteúdos por parte dos alunos. É

digno de nota também que, segundo a professora, a eficácia em assimilar os conceitos foi muito maior do que antes, e isso comprova que metodologias inovadoras causam impactos mais profundos na aprendizagem.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

Embora eu já atue como professor, esse projeto foi uma experiência única para minha carreira profissional, pois tive a oportunidade de observar uma professora bastante experiente lidar com os vários tipos de alunos com suas habilidades e dificuldades individuais. Tive a oportunidade de olhar de um outro prisma a prática pedagógica por parte de outro professor e com olhos críticos para a prática docente que melhor funciona, e porque tem melhor eficácia que a tradicional.

Além disso, tive a oportunidade de me ver em uma espécie de “laboratório da vida real”, uma forma de experimentação que converge em resultados melhores para avaliação dos métodos. O experimento teve resultados positivos, comprovando a eficácia do uso inovador de um método que coloca o aluno como centro do processo de ensino-aprendizagem. Realmente, é muito mais eficaz deixar de “ensinar”, no sentido de ser o foco do processo e, ao contrário, fomentar a construção do “aprendizado” por parte dos alunos.

Sem dúvidas, essa experiência me trouxe um crescimento como profissional, tornando a busca por inovação como professor um alvo constante na carreira pedagógica. Contudo, podemos dizer que quem mais ganhará com essa intervenção serão os alunos e a escola, pois esse “espírito inovador” será conduzido aos demais membros do corpo docente.

# REFERÊNCIAS

---

BACICH, L.; MORAN, J. **Metodologias Ativas para uma Educação Inovadora**: uma abordagem técnico-prática. São Paulo: Penso, 2018.

BERBEL, N. As metodologias ativas e a promoção da autonomia dos estudantes. **Semina**: Ciências Sociais e Humanas, Londrina, v. 32, n. 1, p. 25-40, jan./jun. 2011.

BORGES, C. F. **Transição das razões trigonométricas do triângulo retângulo para o ciclo trigonométrico**: uma sequência para ensino. Pontifícia Universidade Católica (PUC/SP). Dissertação de Mestrado. São Paulo, SP. 2009.

BRAGA, R. **A sala de aula inovadora**: estratégias pedagógicas para fomentar o aprendizado ativo. Porto Alegre: Penso, 2018.

BRASIL. **BNCC**: educação é a base. Brasília, DF: MEC, 2018a. Disponível em: [http://basenacionalcomum.mec.gov.br/images/BNCC\\_EI\\_EF\\_110518\\_versaofinal\\_site.pdf/](http://basenacionalcomum.mec.gov.br/images/BNCC_EI_EF_110518_versaofinal_site.pdf/) . Acesso em: 23 fev. 2024.

BRASIL. **BNCC**: Ensino Médio. Brasília, DF: MEC, 2018b. Disponível em: <http://portal.mec.gov.br/docman/abril-2018-pdf/85121-bncc-ensino-medio/file/> . Acesso em: 23 fev. 2024.

DANTAS, A. C.; TORRES, H.; FARIA, I. P.; ARAÚJO, W.; GUIMARÃES, G.; MACHADO, G.; ALMEIDA, A. V.; NASCIMENTO, M. Z. **AstroBot**: um chatbot com inteligência artificial para auxiliar no processo de ensino e aprendizagem de Física. VIII Congresso Brasileiro de Informática na Educação, 2019.

DOLAN, E. L.; COLLINS, J. P. We must teach more effectively: here are four ways to get started. **Molecular Biology of the Cell**, v. 26, n. 12, 2015. Disponível em: <http://www.molbiolcell.org/content/26/12/2151.full/>. Acesso em: 23 fev. 2024.

FREIRE, P. **Pedagogia da Autonomia**: saberes necessários à prática educativa. São Paulo: Paz e Terra, 2010.

GOMES, R. R.; FRIEDRICH, M. A. Contribuição dos jogos didáticos na aprendizagem de conteúdos de Ciências e Biologia. Erebio, Rio de Janeiro, **Anais [...]**, 2001, p. 389-92.

HEINEMEYER, C. **The Dying Art of Storytelling in the Classroom**. The Conversation, 11 abr. 2018. Disponível em: <http://theconversation.com/the-dying-art-of-storytelling-in-the-classroom-93088/> . Acesso em: 23 fev. 2024.

LOVATO, F. L.; MICHELOTTI, A.; SILVA, C. B.; LORETTO, E. L. S. Metodologias ativas de aprendizagem: uma breve revisão. **Acta Scientiae**, v.20, n. 2, 2018.

MIRANDA, S. **No fascínio do jogo, a alegria de aprender**. v. 28. [S. l.]: Ciência Hoje, 2001.

MITRE, S. M.; SIQUEIRA-BATISTA, R.; GIRARDI-DE\_MENDONÇA, J. M.; MORAIS-PINTO, N. M.; MEIRELLES, C. A. B.; PINTO-PORTO, C.; MOREIRA, T.; HOFFMANN, L. M. A. Metodologias ativas de ensino-aprendizagem na formação profissional em saúde: debates atuais. **Ciência & Saúde Coletiva**, v. 13, p. 2133-2144, 2008. Disponível em: [16.sup.sandra.pmd\(scielosp.org\)](http://16.sup.sandra.pmd(scielosp.org)). Acesso em: 23 fev. 2024.

MOTA, A.; WERNER DA ROSA, C. Ensaio sobre metodologias ativas: reflexões e propostas. **Revista Espaço Pedagógico**, v. 25, n. 2, p. 261-276, 28 maio 2018.

OLIVEIRA, G. P. Estratégias didáticas em educação matemática: as tecnologias de informação e comunicação como mediadoras. **Anais do IV Simpósio Internacional de Pesquisa em Educação Matemática – IV Sipem**. Brasília, DF: SBEM, 2009.

PIMENTEL, F. S. C. **Conceituando gamificação na educação**. Educação OnLine by Fernando Pimentel, 2018. Disponível em: <http://fernandospimentel.blogspot.com/2018/01/conceituando-gamificacao-na-educacao.html>. Acesso em: 23 fev. 2024.

PONTE, J. P. **Investigação sobre investigações matemáticas em Portugal**. Investigar em Educação, 2003. Disponível em: [http://www.fc.ul.pt/docentes/jponte/artigo/\\_pt.htm](http://www.fc.ul.pt/docentes/jponte/artigo/_pt.htm). Acesso em: 23 fev. 2024.

SAVIANI, D. **Interlocuções pedagógicas**: conversa com Paulo Freire e Adriano Nogueira e 30 entrevistas sobre educação. São Paulo: Autores Associados, 2010.

SMITH, K. A.; SHEPPARD, S. D.; JOHNSON, D. W.; JOHNSON, R. T. Pedagogies of engagement: classroom-based practices. **Journal of Engineering Education**, v. 94, n. 1, 2005.

SOUZA, C. S.; IGLESIAS, A. G.; PAZIN-FILHO, A. Estratégias inovadoras para métodos de ensino tradicionais: aspectos gerais. **Medicina**, v. 47, n. 3, 2014.

VALENÇA, M. M.; TOSTES, A. P. B. O Storytelling como ferramenta de aprendizado ativo. **Rev. Carta Inter.**, Belo Horizonte, v. 14, n. 2, 2019.

VYGOTSKY, L. S. **Thinking and speech**. New York: Rieber e Carton, 1987.

WALL, M. L.; PRADO, M. L.; CARRARO, T. E. A experiência de realizar um estágio docência aplicando metodologias ativas. **Acta Paulista de Enfermagem**, São Paulo, v. 21, n. 3, p. 515-519, 2008. Disponível em: [http://www.scielo.br/pdf/ape/v21n3/pt\\_22.pdf](http://www.scielo.br/pdf/ape/v21n3/pt_22.pdf). Acesso em: 23 fev. 2024.

WANNER, T.; PALMER, E. Personalising learning: Exploring student and teacher perceptions about flexible learning and assessment in a flipped university course. **Computers & Education**, v. 88, 2015.



ALEXANDER SAWOZUK BELLARDO<sup>1</sup>  
MARIANA DA SILVA GONÇALVES<sup>2</sup>  
MESSIAS DE JESUS DA SILVA<sup>3</sup>  
PEDRO PAULO REIS SOUSA<sup>4</sup>  
VIVIANE AMARAL GOIS DE SOUZA<sup>5</sup>

# Estatística no Brasil: História do Recenseamento Pós-Independência

*Statistics in Brazil: history of census after independence*

ARTIGO 4

37-49

---

<sup>1</sup> Aluno de Matemática da UNIASSELVI, Fazenda Rio Grande, PR, profbellardo@gmail.com.

<sup>2</sup> Aluna de Matemática da UNIASSELVI, Lajedo, PE, ms5120295@gmail.com.

<sup>3</sup> Aluno de Matemática da UNIASSELVI, Santa Rita, MA, messiaswifi@gmail.com

<sup>4</sup> Aluno de Matemática da UNIASSELVI, São Luís, MA, dompedroreis@gmail.com.

<sup>5</sup> Prof<sup>o</sup> do Curso de Matemática da UNIASSELVI, Canelinha, SC, 100167806@tutor.uniassevi.com.br.

**Resumo:** O presente estudo tem como tema principal apresentar a utilização da Estatística nos séculos XIX e XX, contando a partir de 1822, ano da Independência do Brasil. Assim como em diversas áreas de aplicação da Matemática, a Estatística também sofreu transformações nos seus métodos, evoluindo conforme o avanço e as necessidades da sociedade. O objetivo deste paper é instigar o letramento dos leitores na História da Matemática no Brasil, apresentando o uso habitual da matemática pelos governantes e do povo através das metodologias censitárias, passando da simples busca em saber quem estava apto a defender seu país às dezenas de pesquisas realizadas atualmente para saber a realidade da população brasileira. A pesquisa foi feita de forma descritiva, com pesquisas bibliográficas e observação de atividades. Conclui-se que o recenseamento é fundamental para o desenvolvimento das nações.

**Palavras-chave:** Censo. Estatística. Brasil.

**Abstract:** The following study presents, as its main theme, the use of Statistics in the 19th and 20th centuries, starting from 1822, year of Brazilian Independence. As in several areas of application of Mathematics, Statistics has also passed through transformations in its methods, evolving with the needs and advancements of society. The objective of this paper is to instigate readers' literacy in the History of Mathematics in Brazil, presenting the habitual use of mathematics by governments and the people through census methodologies, going from the simple search to know who was able to defend their country to dozens of researches currently made to understand the reality of the Brazilian population. The research was carried out in a descriptive way, with bibliographical research and observation of activities. It is concluded that the census is fundamental for the development of nations.

**Keywords:** Census. Statistics. Brazil.

## INTRODUÇÃO

Ser observado é o novo normal. Algoritmos de redes sociais são elaborados para que os usuários vejam conteúdos e pessoas que os agradem, aumentando o tempo de uso diário e aumentando os lucros das companhias; anúncios em *sites* com aquela roupa desejada; até a lojinha do seu bairro divulga de acordo com o que conhece dos clientes. Todos os dias, centenas de dados de usuários são coletados, às vezes de forma imperceptível. Exemplificando: segundo um levantamento do *site* StockApps (2022), o *Google* rastreia 39 tipos de dados privados, liderando entre as grandes companhias de tecnologia. No entanto, a maioria dos usuários sequer tem consciência de que tipo de coleta de informações o seu aparelho celular faz.

Comum a todos esses exemplos, uma ciência: a Estatística. Apesar de hoje ser uma das áreas mais importantes para qualquer grande empresa de tecnologia, o ramo da Matemática que cuida dos dados nem sempre foi tratado com a relevância que possui atualmente. Há pouco mais de duas décadas, era realizado o 11º Censo Nacional, no ano 2000. Apesar de ser pouco tempo, a diferença de contexto entre as pesquisas das épocas é grande. Diferentemente dos *tablets* e dispositivos eletrônicos do Censo 2022, os recenseadores ainda dependiam do papel para realizar as entrevistas.

A história dos recenseamentos nacionais não começa em 2000, mas em 1872. Após décadas de negociações e tentativas frustradas, foi realizado o primeiro censo nacional brasileiro. Ainda com diversos problemas, foi o início de uma história conturbada, porém importante para o desenvolvimento nacional. Faltava conhecimento técnico, a Estatística era uma área ainda pouco explorada.

Contudo, era necessário e cada vez mais cobrado saber sobre a composição da população nacional. Não era algo que podia ser adiado por muito tempo. O país já estava muito atrasado nesse sentido e alguns países se organizaram antes mesmo da data de declaração da Independência do Brasil. Então, mesmo sem uma estrutura tão organizada quanto é a de hoje, foi dado o pontapé inicial na descoberta sobre quem vivia e como estava a nação, ainda que somente 50 anos após o fim da colonização portuguesa.

Desde 1822, quando a população brasileira era estimada em cerca de 4,6 milhões de habitantes, até o ano 2000 (178 anos), quando a contagem populacional chegava aos 170 milhões, a história dos recenseamentos foi marcada por guerras, epidemias e até uma pandemia, somando ainda as derrubadas de governos, cancelamentos e adiamentos nas mais diversas épocas. Apesar de tudo isso, com a evolução da Estatística como ciência, a necessidade por informações se tornava ainda mais importante. Os métodos de pesquisa foram evoluindo e acompanhando o desenvolvimento da sociedade.

Acompanhar as mudanças nos fenômenos migratórios brasileiros, com a saída de pessoas do campo para a cidade e vice-versa, o estímulo às regiões menos ocupadas do Brasil, a evolução dos sistemas de ensino, saúde e assistência social, saber quantas pessoas nascem e morrem por ano, o que pode ser feito para aumentar a qualidade de vida, saber a idade da população economicamente ativa ou até informações mais simples, como a idade de cada brasileiro: estas e muitas outras questões podem ganhar respostas através dos recenseamentos. Saber um pouco da história por trás disso ajuda a entender sobre a elaboração de políticas públicas e, de forma mais abrangente, conhecer sobre cada cidadão.

## REFERENCIAL TEÓRICO

Antes de se falar sobre a História da Estatística no Brasil, é relevante trazer um pouco de como surgiu o que, hoje, conhecemos como Estatística. De acordo com Memória (2004, p. 10), “não é tarefa fácil saber quando se originou a história de qualquer ramo do conhecimento, pois isso vai depender do conceito que fizermos dele e que, naturalmente, evoluirá no decorrer do tempo. A história da Estatística bem confirma esta asserção”. Analisando a etimologia do termo *estatística*, sua raiz está associada ao latim *status* (Estado, unidade de poder), porém uma definição de origem mais precisa vem de outra expressão latina, segundo Guimarães P. (2008, p. 9):

A origem da palavra estatística tem a ver com uma coleção de informações populacionais e econômicas de interesse do Estado. Surge da expressão em latim *statisticum collegium*, da qual surgiu o termo em língua italiana *statista*, que significa “homem de estado”, ou político, e a palavra alemã *Statistik*, designando a análise de dados sobre o Estado. O termo foi proposto pela primeira vez no século XVII, em latim, por Schmeitzel na Universidade de Lena e adotado pelo acadêmico alemão Godofredo Achenwall. Aparece como vocabulário na Enciclopédia Britânica em 1797 e adquiriu um significado de coleta e classificação de dados no início do século XIX (grifos do autor).

Apesar da significação recente do termo Estatística com a coleta e classificação de dados, a história dos censos e levantamentos de dados tem registros milenares. Memória (2004) aponta que, há mais de 2000 anos antes da era cristã, já havia relatos de levantamentos estatísticos, relatados por Confúcio. Os autores Piana, Machado e Selau (2013, p. 6) detalham acontecimentos ainda mais antigos:

Embora a palavra estatística ainda não existisse, existem indícios de que há 3000 anos a.C. já se faziam censos na

Babilônia, China e Egito. A própria Bíblia leva-nos a esse resgate histórico: – o livro quarto do Velho Testamento, intitulado “Números”, começa com a seguinte instrução a Moisés: ‘Fazer um levantamento dos homens de Israel que estivessem aptos para guerrear’; – na época do Imperador César Augusto, saiu um edito para que se fizesse o censo em todo o Império Romano. Por isso Maria e José teriam viajado para Belém. A Estatística teve origem na necessidade do Estado Político em conhecer os seus domínios. Sob a palavra estatística [...], acumularam-se descrições e dados relativos ao Estado. Nas mãos dos governantes, a Estatística passou a constituir-se verdadeira ferramenta administrativa.

No Brasil, a história da Estatística começou com algum atraso, longe da dinâmica adotada pelos estados modernos do final do século XVIII e começo do século XIX. Giambiagi et al. (2022) apontam que, após a independência, o objetivo de D. Pedro I não era tornar o Brasil uma nação moderna, mas apenas livrar-se do domínio da Corte portuguesa, mantendo o domínio da família real. Sem os ideais de modernização da nação bem enraizados, não parecia importante a necessidade de conhecer, com detalhes, sua população. Enquanto países como França, Dinamarca e Prússia criaram seus institutos de pesquisa entre 1797 e 1810, o Brasil só foi ter sua primeira repartição pública na área em 1870, com a fundação da Diretoria Geral de Estatística (DGE).

[...] Desde o início, os irmãos Andrada, José Bonifácio e Martim Francisco se preocupavam em obter informações quantitativas sobre a população, a economia e o território brasileiro. Mas foi necessário esperar o fim da Guerra do Paraguai e a consolidação da Monarquia para que o primeiro recenseamento brasileiro, de 1872, fosse realizado. Já então o estado brasileiro havia adquirido um mínimo de

musculatura, com um exército organizado para a guerra, as rebeliões regionais controladas e a Monarquia administrando o governo central pela alternância de dois partidos de elite, liberais e conservadores. Começa também a implantação do registro civil de nascimentos e óbitos, e, mais tarde, de casamentos, que até então eram administrados pela Igreja Católica (Giambiagi *et al.*, 2022, p. 16).

Apesar de ainda não existirem dados confiáveis sobre a população brasileira publicados entre 1500 e 1870, hoje é possível tentar estimar a população daquelas eras, como pode ser visto na Figura 1. Esses métodos de estimativa, porém, só viriam a ser descobertos anos mais tarde, muito depois da observação da necessidade de saber os números relativos à população.

Anos	Estimativas da População	Anos	Estimativas da População
1550	15.000	1817	3.300.000
1576	17.100	1819	4.396.132
1583	57.000	1820	4.717.000
1600	100.000	1823	3.960.866
1660	184.000	1825	5.000.000
1690	242.000	1827	3.758.000
1700	300.000	1830	5.340.000
1766	1.500.000	1834	3.800.000
1770	2.502.000	1835	5.777.000
1775	2.666.000	1840	6.233.000
1776	1.788.480	1845	6.725.000
1780	2.523.000	1850	8.000.000
1785	3.026.000	1854	7.677.800
1790	3.225.000	1855	7.829.000
1795	3.435.000	1860	8.448.000
1798	2.888.078	1865	9.114.000
1800	3.250.000	1867	11.780.000
1805	3.900.000	1868	11.030.000
1808	2.424.463	1869	10.415.000
1810	3.617.900	1870	9.834.000
1815	2.860.525		

Figura 1. Histórico da população brasileira - estimativas da população - 1550 a 1870 / Fonte: Gayo (2010, p. 161).

Antes do primeiro recenseamento nacional, realizado em 1872, os levantamentos sobre a população eram feitos de forma precária. Giambiagi et al. (2022) relembram que, inicialmente, havia uma demanda por números desde a Independência, mas a ideia por trás do primeiro Censo, que deveria ter acontecido em 1852, era de apenas obter números, nem que fosse somente para ilustrar discursos. Contudo, “a percepção de como fazê-los, a exigir uma estrutura complexa, só viria com o passar do tempo” (Giambiagi et al., 2022, p. 33). Também em 1852, foi criada a Diretoria-Geral de Censo (que, como o nome diz, focava apenas no censo), sem muito roteiro no que pretendia ser obtido de informações. O primeiro projeto de recenseamento fracassou, devido aos conflitos que se estabeleceram entre a vontade de laicizar o casamento civil com a realização do censo de forma simultânea, segundo Giambiagi et al. (2022).

Figura 2. Formulário de campo do Censo de 1872 / Fonte: Giambiagi et al. (2022).

Vinte anos depois da primeira tentativa, em 1872, o primeiro Censo brasileiro foi efetivamente realizado em comemoração aos cinquenta anos da Independência. Porém, as condições desse levantamento foram longe das ideais. Oito anos antes, em 1864, se dava o início da Guerra do Paraguai (ou Guerra da Tríplice Aliança). A falta de levantamentos anteriores sobre os cidadãos aptos ao serviço militar, cartografia ou recursos naturais prejudicou severamente a preparação do Brasil nessa batalha. No fim, porém, a aliança entre Argentina,

Brasil e Uruguai venceria a guerra, que acabou sendo um dos motivos que impulsionaram o recenseamento de 1872, pois ali ficou provado que o Brasil precisava conhecer muito melhor sobre si.

A guerra do Paraguai durou seis anos, período durante o qual travaram-se várias batalhas. [...] Desentendimentos entre os comandantes militares argentinos e brasileiros levaram o imperador dom Pedro 2º a nomear Luís Alves de Lima e Silva, o duque de Caxias, para o

comando geral das tropas brasileiras. Ainda assim, em 1867, a Argentina e o Uruguai se retiraram da guerra. Ao lado de Caxias, outro militar brasileiro que se destacou na campanha do Paraguai foi o general Manuel Luís Osório. Sob o comando supremo de Caxias, o exército brasileiro foi reorganizado, inclusive com a obtenção de armamentos e suprimentos, o que aumentou a eficiência das operações militares. Fortalecido e sob inteiro comando de Caxias, as tropas brasileiras venceram sucessivas batalhas, decisivas para a derrota do Paraguai. (Cancian, [s.d.]).

Segundo Giambiagi *et al.* (2022, p. 34), sobre o Censo de 1872, seus resultados foram “amplamente divulgados, e muito bem recebidos. [...] Contudo, pouco se soube como usar esses números. E o que se queria mesmo eram os números das finanças públicas e do comércio produzidos regularmente no Ministério dos Negócios da Fazenda”, o que causou o rebaixamento da DGE a um setor menor no Império, retornando a seu *status* somente em 1º de janeiro de 1890, já nos tempos de República, com o Decreto 113D. No mesmo ano, foi feito o segundo Censo brasileiro, ainda de forma conturbada. Os problemas seguiram, ainda que em menor grau, também no Censo de 1900 - e, para variar, também não aconteceu o Censo de 1910, repetindo o que houve em 1852.

Em 1906, fora do ciclo decenal, aconteceu um censo extraordinário no Rio de Janeiro, que era o Distrito Federal à época. Como novidades, segundo Nelson Senra, em participação ao canal Arquivo IBGE (2022), houve “a garantia do sigilo das informações, a contratação de demógrafos sanitaristas para interpretar os números e o uso de gráficos e tabelas na divulgação para facilitar a compreensão dos resultados”.

É nesse Censo que se inicia a modernidade censitária brasileira. A beleza desse censo é que pela primeira vez, vamos usar a cartografia, [...] a propaganda, [...], a ordem de sigilo [...] ao final, os questionários serão incendiados no pátio da Prefeitura. [...] A divulgação do Censo, pela primeira vez, será feito através de diagramas [...] que mostram, com figuras, como que a população cresce, a doença cresce... através de figurações que são muito intuitivas para a população. [...] Outra coisa importante é que quem organizou esse censo para o prefeito Pereira Passos se chamava Aureliano Portugal - o importante é que era um demógrafo. [...] Demógrafos sanitaristas, ou demografistas, eram os primeiros profissionais com capacidade de manusear números. [...] Eles tinham uma habilidade de ler como a população estava crescendo - ou não crescendo - por causa das pandemias. Eles polemizavam entre si, olhando a evolução desses números, e eram capazes disso (Arquivo IBGE, 2022, on-line).

Do trabalho realizado no Distrito Federal em 1906, pula-se para 1920, ano em que seria realizado o primeiro censo nacional satisfatoriamente atualizado desde 1872. Guimarães, C. (2012) aponta para o fato de que os levantamentos anteriores não tinham bons fatos estatísticos e a sociedade cobrava por melhores informações estatísticas. Sem os aparatos tecnológicos ou de comunicações de hoje existentes à época, o chefe da DGE e demografista Bulhões Carvalho apelou aos estados e municípios para executar o serviço de recenseamento. O resultado foi exibido na Exposição Internacional do Centenário da Independência, a primeira após a I Guerra Mundial.

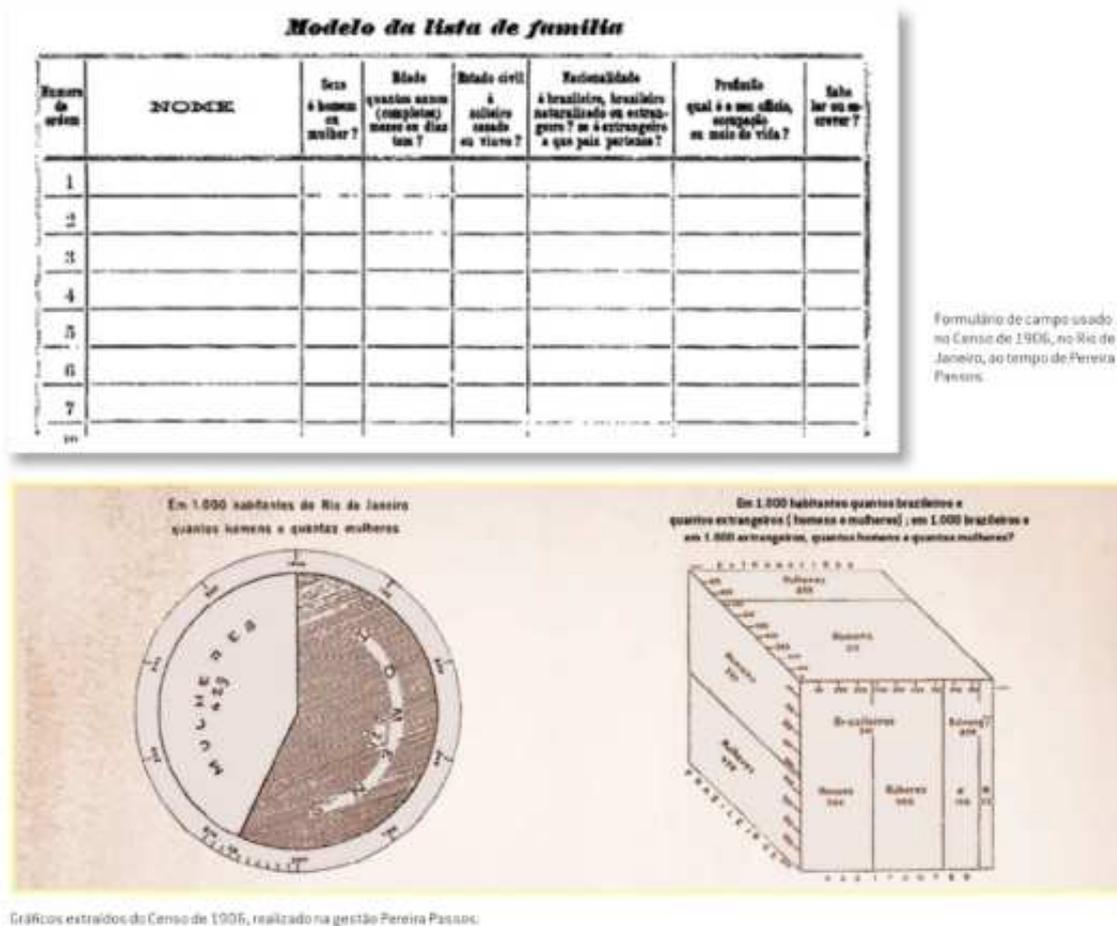


Figura 3. Novidades do Censo de 1906 / Fonte: Giambiagi *et al.* (2022).

No entanto, pouco tempo depois, a DGE viria a acabar. A revolução de 1930 foi determinante para a não realização do censo previsto para aquele ano. Com a DGE sendo dissolvida em 1931, surgiu, em 1934, o Instituto Nacional de Estatística (INE), começando suas atividades dois anos mais tarde. Em 1938, foi transformado no que conhecemos hoje como Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), dando início a uma nova fase do censo brasileiro.

Em setembro de 1940, ocorreu a primeira operação censitária regida pelo IBGE, sendo o primeiro censo a distinguir a população rural da população urbana - esta, por sua vez, foi dividida em urbana e suburbana. Além disso, algumas das novidades foram a distribuição dessa população, os dados sobre cor e etnia, número de filhos (nasci-

dos vivos ou mortos), escolaridade e religião, além da “língua falada em casa” - algo importante no contexto da II Guerra Mundial, considerando as ocupações alemãs, italianas e japonesas (Miguel, 2012; Guimarães C., 2012).

A partir daí, deu-se início a uma tradicional prática de realização de censos decenais. Os métodos foram melhorando: em 1950, o Recenseamento passou a integrar o Censo das Américas, com diretrizes básicas a serem seguidas por todos (Guimarães C., 2012); em 1960, aconteceu o primeiro censo por amostragem, pesquisando certos atributos em apenas 25% dos domicílios; na década de 1970, temas como educação, mercado de trabalho e distribuição de renda foram profundamente estudados; uma década depois, em 1980, voltariam as perguntas sobre a cor da população, além da

maior informatização das pesquisas. Cinco censos aconteceram naquele ano: demográfico, comercial, agropecuário, industrial e de serviços, além de oito inquéritos especiais (Guimarães C., 2012).

Havia, porém, espaço para melhorias. Era necessário tornar o IBGE - e, em geral, os institutos de pesquisa - independente, sem influências que poderiam atrapalhar os objetivos dos recenseamentos. Com o fim do regime militar, que durou 21 anos, e a borbulha do advento de uma nova Constituição, ainda no ano de 1985, o economista Edmar Bacha tenta promover intensas reformas na estrutura da instituição, com interesse de tornar o IBGE uma instituição moderna e livre dos conchavos e acordos (de partidos) políticos (Giambiagi *et al.*, 2022)

O plano era interessante, só não contava com o que aconteceria na sequência. As crises políticas instaladas no país na virada dos anos 80 para 90 geraram um adiamento nos planos. O Plano Collor, do então presidente da República, Fernando Afonso Collor de Mello, foi parte determinante para o fracasso (Giambiagi *et al.*, 2022). O censo ocorreu no ano seguinte (1991), quebrando a sequência decenal, apresentando novidades com relação aos anteriores, como as comissões censitárias municipais. Também, pela primeira vez, foi realizado o Projeto Escola, tendo como público os alunos da rede pública municipal, desde a alfabetização até a 8ª série (atual 9º ano) do ensino fundamental.

Último no escopo deste trabalho, o Censo 2000 foi o 11º realizado de forma nacional, também sob organização do IBGE. Retratar a população brasileira e suas características foi o principal objetivo do recenseamento realizado nesse período. Estima-se que foram recenseados cerca de 169 milhões de habitantes, de 5.507 municípios do território brasileiro (Guimarães C., 2012).

As estatísticas e levantamentos nacionais do IBGE não são os únicos existentes. Diversos órgãos e entidades públicas e privadas fazem seus pró-

prios levantamentos, buscando conhecer aquilo que o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística não cobre. Um exemplo é o trabalho feito pelo Ministério da Saúde, levantando dados sobre a população entre 1999 e 2000:

Em 2000, 3.109 municípios em todos os estados já contavam com equipes de Saúde da Família em atuação, com efeito direto na queda dos índices de mortalidade infantil e de nascimentos de bebês com peso baixo, além do aumento do número de consultas pré-natal e diminuição dos índices de desnutrição das populações mais vulneráveis. Nesse mesmo ano, 4.611 municípios brasileiros, eram cobertos pelos agentes comunitários de saúde (Ministério da Saúde, 2002, p. 14)

Conforme a publicação do Ministério da Saúde, pode-se observar que a população passava por problemas básicos. As informações sobre o cuidado com a própria saúde e com a saúde dos novos brasileiros, que nasciam já com dificuldades em sua formação, incluindo a desnutrição infantil, só existem graças ao uso e desenvolvimento da Matemática, através da Estatística. Segundo Crespo (2009), a Estatística é uma forma de oferecer métodos e que a sua estrutura como coletas, apuração e análises só acontecerão a partir da escolha do método. A evolução da importância do conhecimento dos dados só aumentou, desde então.

## METODOLOGIA

O caminho escolhido para essa pesquisa qualitativa envolve a análise documental, de forma descritiva. Os elementos bibliográficos considerados foram pesquisas na *internet* e livros. Em partes do *paper*, foi considerada a revisão de literatura, em sua perspectiva narrativa.

A “revisão narrativa” não utiliza critérios explícitos e sistemáticos para a busca e análise crítica da literatura. A busca pelos estudos não precisa esgotar as fontes de informações. Não aplica estratégias de busca sofisticadas e exaustivas. A seleção dos estudos e a interpretação das informações podem estar sujeitas à subjetividade dos autores. É adequada para a fundamentação teórica de artigos, dissertações, teses, trabalhos de conclusão de cursos (IPUSP, [s.d.], on-line).

Isso significa que a revisão da literatura narrativa apresenta uma temática mais aberta em que a seleção dos textos e autores se sustenta na percepção subjetiva do autor/investigador. Desse modo, para problematizar e contextualizar o tema deste trabalho, optou-se pela busca no *Google* acadêmico, incluindo-se, mas não se limitando, às seguintes palavras-chave: “estatística”, “matemática no século XIX e XX”, “estatística no século XIX e XX”, “história do censo no Brasil”.

Além disso, também foi observada atividade prática no Instituto Federal do Maranhão - IFMA Campus Alcântara, durante a Semana Nacional de Ciência e Tecnologia - SNCT. A atividade, organizada pela professora de Matemática do 6º período do Curso Técnico em Meio Ambiente, Núbia César Villas Boas, contava a história dos 200 anos da Estatística pós-Independência do Brasil. Foram observados cartazes e materiais de apoio da exposição. As atividades ocorreram entre os dias 25 e 27 de outubro de 2022.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Durante o período desta pesquisa, foi possível notar a relevância dos levantamentos estatísticos na história do Brasil. O debate sobre o papel do recenseamento pós-Independência, ao longo dos anos, é enriquecido a partir da evolução dos métodos estatísticos e da formação da nação brasileira - os governos passam a entender melhor que é importante conhecer sua população. Por seu histórico relativamente recente, a Estatística não era vista, ou até mesmo conhecida, por grande parte da sociedade. Foi preciso muito tempo para que os governantes brasileiros passassem a entender e apoiar os estudos demográficos.

É possível perceber, também, o papel que os governos estabelecem no desenvolvimento da Ciência, Tecnologia e Inovação. Camargo (2018, p. 415) aponta que, à época do primeiro censo nacional, desenvolvido em 1872, “apesar dos percalços, os resultados deste censo são considerados superiores aos de 1890 e 1900, fazendo-o figurar como o principal levantamento demográfico do século XIX”. Ainda que fosse apenas algo para mostrar números, sem tanta convicção da necessidade dos dados, o Censo de 1872 marcou o início da Estatística sendo tratada com relevância no Brasil.

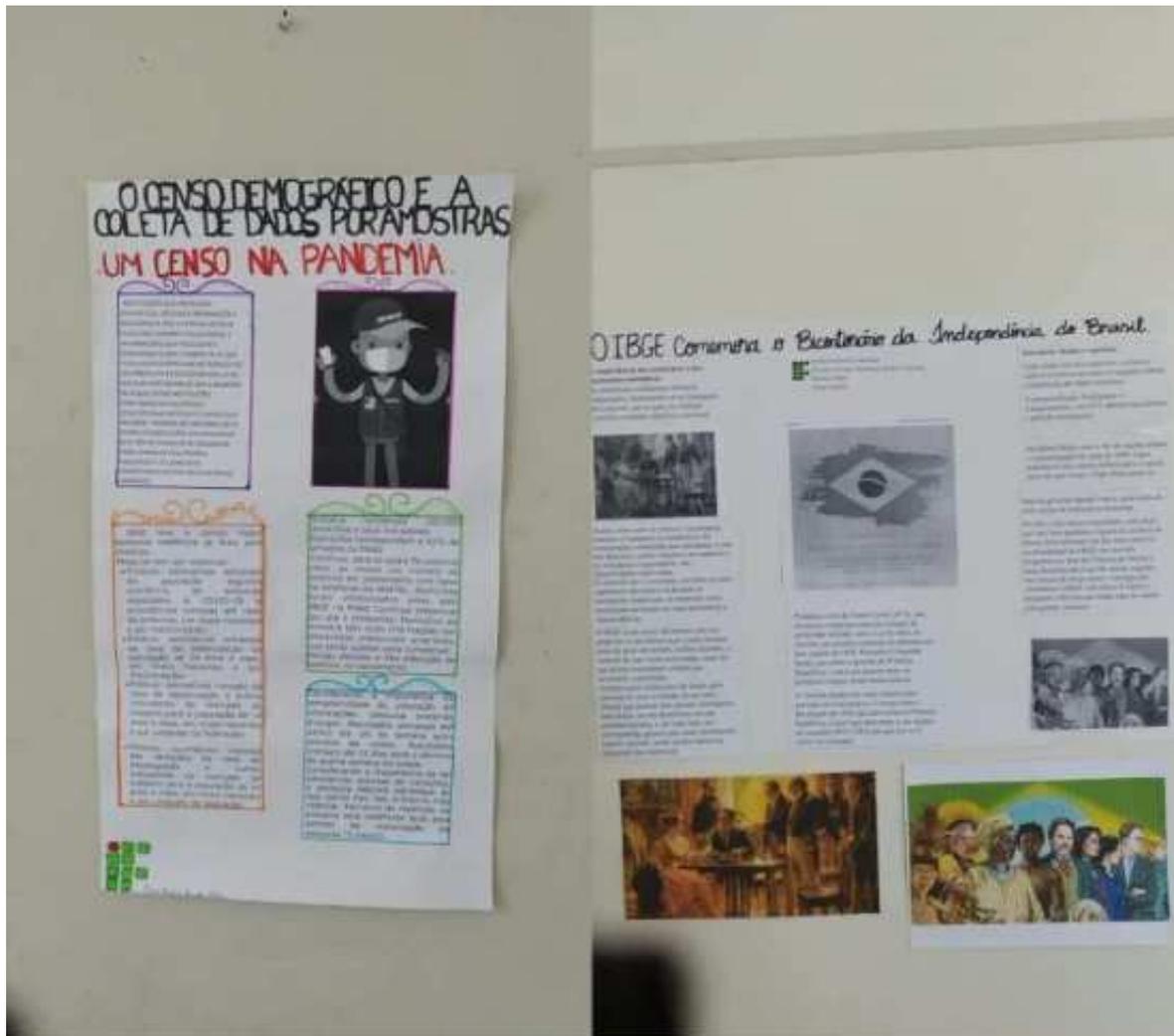


Figura 4. Exposição dos alunos na SNCT 2022 - IFMA Campus Alcântara / Fonte: os autores (2022).

Por fim, a maior discussão pendente é sobre a aplicação dos dados obtidos nos períodos de recenseamento. Afinal, qual seria a necessidade de ir às casas de todos os brasileiros? A resposta para isso também varia com o tempo. No início, era apenas objeto de conhecimento dos aptos a prestar serviço às Forças Armadas; nos anos 1940, era para conhecer a ocupação da população; nos anos 2000, havia preocupação em saber a situação escolar. Cada censo teve suas peculiaridades e aplicações, pelos mais diversos motivos. Todos eles, porém, ajudam a explicar a situação de suas épocas.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

Não faltam motivos para justificar a importância da Estatística em qualquer bairro, cidade ou país. A destinação de recursos para cada município, distribuição de alimentos e remédios, construção de escolas e postos de saúde dependem dos dados repassados por prefeituras e governos estaduais. O Censo, nesse contexto, vira arma poderosa na administração pública. Na esfera privada, a coleta de dados é ainda mais rápida, eficiente e lucrativa. Empresas de tecnologia entendem



**APESAR DO INÍCIO TARDIO E DOS INÚMEROS PROBLEMAS, A NECESSIDADE DOS RECENSEAMENTOS NO BRASIL PASSOU A SER CADA VEZ MAIS IMPERATIVA. NO INÍCIO, ERA PARA GUERRAS; EM TEMPOS MAIS RECENTES, A DEFINIÇÃO DAS POLÍTICAS PÚBLICAS PASSA PELA COLETA DE DADOS FEITA PELO IBGE. É IMPOSSÍVEL UM GOVERNO MODERNO EXISTIR SEM REALIZAR CENSOS PERIÓDICOS.**

que conhecer o perfil dos seus usuários é essencial. Milhares de cálculos são feitos para que apareça o seu conteúdo favorito nos *stories* do *Instagram*.

Apesar do início tardio e dos inúmeros problemas, a necessidade dos recenseamentos no Brasil passou a ser cada vez mais imperativa. No início, era para guerras; em tempos mais recentes, a definição das políticas públicas passa pela coleta de dados feita pelo IBGE. É impossível um governo moderno existir sem realizar censos periódicos. E é cada vez mais fácil coletar dados, graças ao aumento do uso de tecnologia e *internet*.

Por fim, conclui-se que, nesses 178 anos pós-Independência, o Estado brasileiro passou por muitas mudanças: de sistema de governo, regime, estrutura de controle e organização federativa, entre outras. Em todas elas, seria importante rastrear as condições de vida da população, a fim de conhecer melhor a realidade dos brasileiros. Infelizmente, demorou muito para que isso acontecesse, gerando uma perda imensa de oportunidades.

# REFERÊNCIAS

---

A HISTÓRIA QUE O CENSO CONTA - ANO 1906. [S.l.]: IBGE, 2022. 1 vídeo (4 min. 21 seg.). Publicado pelo canal Arquivo IBGE. Disponível em: <https://youtu.be/LQfVjQ7SkZM>. Acesso em: 23 nov. 2022.

CAMARGO, A. de P. R. O censo de 1872 e a utopia estatística do Brasil Imperial. **História Unisinos**, v. 22, n. 3, p. 414-428, 2018.

CANCIAN, R. Guerra do Paraguai - Tríplice Aliança entre Argentina, Brasil e Uruguai. **UOL**, São Paulo, c2024. Disponível em: <https://educacao.uol.com.br/disciplinas/historia-brasil/guerra-do-paraguai-triplice-alianca-entre-argentina-brasil-e-uruguai.htm>. Acesso em: 23 nov. 2022.

CRESPO, A. A. **Estatística Fácil**. 19. ed. São Paulo: Saraiva, 2009.

GAYO, J. **Fundamentos e História da Matemática**. Indaial: UNIASSELVI, 2010.

GIAMBIAGI, F. *et al.* (org.). **As estatísticas nas comemorações da Independência do Brasil**. Rio

de Janeiro: IBGE – Centro de Documentação e Disseminação de Informações, 2022.

GUIMARÃES, C. A. Em 150 anos, conheça a história que o Censo conta. **Agência IBGE**, Rio de Janeiro, 25 abr. 2022. Disponível em:

GUIMARÃES, P. R. B. **Métodos quantitativos estatísticos**. Curitiba: Iesde Brasil SA, 2008.

<https://agenciadenoticias.ibge.gov.br/agencia-noticias/2012-agencia-de-noticias/noticias/33495-em-150-anos-conheca-a-historia-que-o-censo-conta>. Acesso em: 23 nov. 2022.

<https://stockapps.com/blog/google-tracks-39-types-of-private-data-the-highest-among-big-tech-companies/>. Acesso em: 25 nov. 2022.

MIGUEL, N. M. D. **O Perfil do brasileiro construído pelo IBGE**: uma memória discursiva dos Censos Demográficos de 1940 a 2010. Tese (Doutorado em Memória Social) – Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro (UNIRIO), Rio de Janeiro, 2012.

MINISTÉRIO DA SAÚDE. **A Saúde no Brasil**: Estatísticas Essenciais 1999-2000. Brasília: Ministério da Saúde, 2002.

PIANA, C. F. B.; MACHADO, A. A.; SELAU, L. P. R. **Estatística Básica** - Versão 2013. Disponível em: [https://www.ufrgs.br/probabilidade-estatistica/extra/material/apostila\\_de\\_estatistica\\_basica.pdf](https://www.ufrgs.br/probabilidade-estatistica/extra/material/apostila_de_estatistica_basica.pdf). Acesso em: 22 nov. 2022.

STOCKAPPS. **Google Tracks 39 Types of Private Data, the Highest Among Big Tech Companies**. Disponível em:



CLEMERSON ALBINO LISBOA<sup>1</sup>  
CRISTIAN TROMBINI DA SILVA<sup>2</sup>  
FERNANDA CÂMARA<sup>3</sup>  
WALLACE JESUS DE AMORIM<sup>4</sup>  
REGIANE GORDIA DRABESKI<sup>5</sup>

# Gamificação no Ensino da Física: Proposta de Jogo Didático para Trabalhar Conceitos de Movimento Variado

*Gamification in physics teaching: proposal of a didactic game to work  
on concepts of varied motion*

ARTIGO 5

50-60

---

<sup>1</sup> Aluno de Licenciatura em Física na Universidade Leonardo Da Vinci – UNIASSELVI – Anapu/PA. 3244959@aluno.uniasselvi.com.br.

<sup>2</sup> Aluno de Licenciatura em Física na Universidade Leonardo Da Vinci – UNIASSELVI – Fontoura Xavier/RS. 3190533@aluno.uniasselvi.com.br.

<sup>3</sup> Aluna de Licenciatura em Física na Universidade Leonardo Da Vinci – UNIASSELVI – Itá/SC. 3631024@aluno.uniasselvi.com.br.

<sup>4</sup> Aluno de Licenciatura em Física na Universidade Leonardo Da Vinci – UNIASSELVI – Rio de Janeiro/RJ. 3116077@aluno.uniasselvi.com.br.

<sup>5</sup> Tutora da turma FLC9036 na Universidade Leonardo da Vinci – UNIASSELVI – Ponta Grossa/PR. 100181956@tutor.uniasselvi.com.br.

**Resumo:** A Gamificação é a aplicação de elementos e mecânicas de jogos em diversos contextos, com o intuito de engajar e motivar as pessoas a alcançarem seus objetivos. Nesse estudo utilizou-se a metodologia qualitativa que teve como base um levantamento bibliográfico que trouxe a fundamentação necessária para a elaboração da estratégia didática que é apresentada como resultado desta investigação que teve como objetivo incorporar elementos de jogos em atividades do dia a dia, sendo assim, possível aumentar a participação, a aprendizagem e a satisfação. O jogo “Aceleração na estrada MRUV” descrito no trabalho, oferece uma abordagem diferenciada para os alunos, e contribui para fixar as fórmulas e cálculos de uma forma lúdica. Por meio de uma corrida no tabuleiro, os alunos vão passando pelos desafios apresentados, efetuando os cálculos de acordo com os números tirados pelos dados, promovendo o trabalho em equipe de até quatro jogadores, que possam competir e serem avaliados no final do processo de acordo com o número de acertos dos cálculos realizados.

**Palavras-chave:** Gamificação. Metodologias Ativas. Física. Aprendizagem.

**Abstract:** Gamification is the application of game elements and mechanics in different contexts, with the aim of engaging and motivating people to achieve their goals. In this study, the qualitative methodology that was based on a bibliographical survey that provided the necessary foundation for the elaboration of the didactic strategy that is presented as a result of this investigation that aimed to incorporate game elements into everyday activities, thus making it possible increase participation, learning and satisfaction. The game “Acceleration on the MRUV road” described in the work, offers a different approach for students, and helps to establish the formulas and calculations in a playful way. Through a race on the board, students go through the challenges presented, carrying out calculations according to the numbers drawn from the dice, promoting teamwork between up to four players, who can compete and be evaluated at the end of the process accordingly. with the number of correct calculations performed.

**Keywords:** Gamification. Active Methodologies. Physics. Learning.

## INTRODUÇÃO

Com o aumento da utilização de tecnologias e dispositivos móveis na educação, a gamificação tem se mostrado uma estratégia eficiente para engajar e motivar os alunos no processo de aprendizagem. Essa metodologia ativa tem sido utilizada em diversas disciplinas, incluindo a Física, com o objetivo de tornar o ensino mais dinâmico e interativo.

A gamificação consiste na aplicação de técnicas e elementos de jogos em contextos que não são estritamente relacionados a jogos, com o intuito de engajar e motivar as pessoas a alcançarem determinados objetivos. A ideia por trás dessa metodologia é que os elementos de jogos, como competição, desafio, recompensa, feedback imediato, entre outros, podem tornar atividades mais interessantes e divertidas, o que aumenta o envolvimento e a motivação dos participantes.

Em relação ao processo de aprendizado, a gamificação pode ser aplicada em diferentes contextos educacionais, desde o ensino fundamental até o ensino superior e corporativo. Na educação ela ainda pode ser usada para tornar as aulas mais interativas, engajadoras e divertidas, com a intenção de melhorar a retenção e a compreensão do conteúdo. Além disso, a gamificação pode ajudar a desenvolver habilidades, tais como colaboração, resolução de problemas e pensamento crítico.

Neste artigo, são apresentadas discussões acerca do uso da gamificação como metodologia ativa em sala de aula, destacando sua aplicação na disciplina de Física. Na sequência é apresentada uma proposta de jogo didático para trabalhar conceitos relacionados a aceleração de maneira interativa e lúdica, finalizando com algumas considerações acerca dos resultados desta investigação.

## REFERENCIAL TEÓRICO

A gamificação, também conhecida como ludificação, trata-se de uma metodologia que utiliza elementos de jogos, como pontuação, desafios e recompensas, para engajar e motivar os alunos no processo de aprendizagem. Esse método busca tornar o ensino mais atrativo e cativante, incentivando os alunos a participarem ativamente das atividades propostas em sala de aula.

No âmbito educacional, a gamificação tem sido adotada como uma modalidade de metodologia ativa, a qual se caracteriza por posicionar o estudante como figura central no processo de aprendizagem, permitindo-lhe assumir o papel de protagonista em sua própria formação. Nesse contexto, ela pode ser vista como uma forma de incentivar a participação dos alunos, tornando-os mais engajados e motivados a aprender. Como disse Paulo Freire, educador e defensor da pedagogia libertadora: “A educação não transforma o mundo. Educação muda as pessoas. Pessoas transformam o mundo” (Freire, 1979, p.84). Essa citação ressalta a importância de envolver os alunos de forma ativa no processo educacional, incentivando-os a assimilar de forma mais clara e significativa os conteúdos propostos.

Importante destacar que, assim como a gamificação, existem outras metodologias ativas que estão sendo bastante utilizadas nas escolas, como por exemplo:

- **Aprendizagem Baseada em Problemas (ABP):** Essa metodologia tem como objetivo central a resolução de problemas reais, onde o aluno é desafiado a aplicar seus conhecimentos teóricos para solucionar situações-problema. A ABP pode ser implementada em diferentes níveis de ensino e é considerada uma das principais metodologias ativas devido à sua eficácia em promover a aprendizagem significativa.

- **Aprendizagem Baseada em Projetos (ABPr):**

A ABPr é uma metodologia que busca estimular a aprendizagem de forma mais prática e aplicada, através da resolução de problemas complexos e projetos reais que exigem a colaboração de alunos em grupos. Nessa metodologia, os alunos são incentivados a se tornarem protagonistas de sua aprendizagem, construindo conhecimentos e competências necessárias para o mundo do trabalho e para a vida em sociedade.

- **Flipped Classroom (Sala de Aula Invertida):**

Essa metodologia consiste em inverter a ordem do processo de ensino, onde a parte expositiva da aula é realizada fora da sala de aula, através de vídeos, textos e atividades online, e a parte prática é realizada em sala de aula, através de atividades colaborativas, discussões e debates. Essa metodologia busca otimizar o tempo de aprendizagem em sala de aula, tornando o processo de ensino mais interativo e efetivo.

A gamificação em sala de aula pode trazer diversas vantagens, tais como o aumento da motivação dos alunos, melhora da participação e do envolvimento nas atividades de aprendizagem, aumento do desempenho e a possibilidade de trabalhar de forma mais lúdica e criativa conteúdos que normalmente seriam pouco atraentes aos alunos. Nesse contexto, como disse Lev Vygotsky, renomado psicólogo e teórico da aprendizagem, “a aprendizagem só faz sentido quando se insere num processo de desenvolvimento mais global, tanto afetivo como cognitivo” (Vygotsky, 1998, p. 103). Essa perspectiva reforça a importância de envolver os alunos de forma ativa no processo educacional, incentivando-os a se tornarem agentes de transformação.

Segundo Masetto (2003), as metodologias ativas podem ser especialmente úteis na prática do ensino, onde o desenvolvimento de habilidades e competências profissionais é crucial para a forma-

ção dos alunos. Já Alarcão (2003) destaca que o uso de metodologias ativas requer uma mudança de postura por parte dos professores, que precisam abandonar a posição de detentores do conhecimento e assumir um papel mais orientador e facilitador do processo de aprendizagem.

Nessa perspectiva, conforme Caiado e Maciel (2019, p. 99-118), a gamificação em sala de aula pode trazer diversas vantagens, tais como:

- Aumento da motivação dos alunos, uma vez que a gamificação estimula o engajamento e o interesse dos estudantes.
- Melhora da participação e do envolvimento dos alunos nas atividades de aprendizagem.
- Aumento do desempenho dos alunos, uma vez que a gamificação pode tornar o processo de aprendizagem mais dinâmico e atraente.
- Possibilidade de trabalhar de forma mais lúdica e criativa conteúdos que normalmente seriam mais enfadonhos.

No entanto, é importante também destacar que a aplicação da gamificação em sala de aula como metodologia ativa também pode trazer consigo algumas desvantagens significativas. Entre elas, destacam-se o risco de distração e falta de concentração dos alunos, caso a gamificação não seja bem planejada ou executada; a dependência excessiva dos alunos em relação aos elementos gamificados, o que pode prejudicar a aprendizagem a longo prazo; e, dificuldades de aplicação da gamificação em disciplinas mais teóricas ou abstratas, que exigem mais reflexão e análise crítica.

De acordo com Barbosa et al. (2021), é importante que o uso da gamificação em sala de aula seja planejado e estruturado de forma adequada, levando em consideração os objetivos de aprendizagem, o perfil dos alunos e as características específicas de cada disciplina. Além disso, é fundamental que a gamificação seja utilizada como uma ferramenta complementar de ensino, e não como uma substituta completa do método tradicional de

ensino, que prioriza a abordagem dos conteúdos de forma sistemática, ordenada e sequencial conforme previsto no currículo da instituição.

Para Santos e Lima (2020), a gamificação é uma estratégia pedagógica que utiliza elementos de jogos para motivar e engajar os alunos no processo de aprendizagem, tornando-o mais lúdico e divertido. Segundo o autor, a gamificação pode ser aplicada em três níveis diferentes: o nível de engajamento, o nível de mudança comportamental e o nível de transformação. No nível de engajamento, a gamificação é utilizada para motivar os alunos a participarem das atividades propostas em sala de aula. No nível de mudança comportamental, a gamificação é utilizada para mudar o comportamento dos alunos em relação a determinados temas ou conteúdo. Já no nível de transformação, a gamificação é utilizada para transformar a forma como os alunos pensam e se relacionam com o conhecimento.

Na prática, a gamificação pode ser utilizada de diversas formas em sala de aula. Algumas possibilidades incluem a criação de jogos educativos, a utilização de plataformas gamificadas como a “PhET Interactive Simulations”, desenvolvido pelo grupo de pesquisa PhET da Universidade do Colorado, que disponibiliza uma série de simulações interativas para o ensino de física e o “GAMOFÍSICA”, desenvolvido por Martins e Santos (2018), que consiste em um jogo de tabuleiro que aborda conceitos da Física de forma lúdica e desafiadora.

Ainda, de acordo com Torres e Oliveira (2019), o uso da gamificação na educação pode aumentar a motivação e o interesse dos alunos pela aprendizagem, promover a colaboração e a competição saudável, além de desenvolver habilidades socioemocionais como a resiliência e a perseverança. Além disso, a gamificação pode ser utilizada para promover a interdisciplinaridade, conectando a Física a outras áreas do conhecimento.

## METODOLOGIA

A pesquisa atual foi baseada em uma abordagem bibliográfica e documental, com base em autores e artigos importantes na área de Gamificação, Pedagogia e Psicologia. A escolha desta metodologia permitiu uma investigação aprofundada e detalhada sobre o tema em questão, ao aproveitar o vasto acervo de informações disponíveis na literatura.

O método utilizado foi principalmente qualitativo, segundo Bodgan e Biklen (1982), envolve a obtenção de dados descritivos, obtidos no contato direto do pesquisador com a situação estudada, enfatiza mais o processo do que o produto e se preocupa em retratar a perspectiva dos participantes (Lüdke; André, 2014, p. 14), com o objetivo de fornecer uma compreensão aprofundada do referencial teórico relevante para o tema em estudo. Trabalhamos para agregar valor ao embasamento teórico da pesquisa analisando criteriosamente estudos anteriores, teorias, conceitos e interpretações. Isso nos permite descobrir várias nuances e perspectivas.

O processo de coleta de dados envolveu uma revisão cuidadosa da literatura relevante, incluindo livros, relatórios, publicações acadêmicas e documentos.

## PROPOSTA DE JOGO: ACELERAÇÃO NA ESTRADA

A partir dos estudos realizados, foi elaborada a proposta de um jogo de tabuleiro intitulado “Jogo de Aceleração na Estrada MRUV”, com o intuito de consolidar nos estudantes os conceitos relacionados ao conteúdo de Mecânica na disciplina de Física.



Figura 1. Jogo de Tabuleiro – Aceleração na Estrada / Fonte: os autores (2023).

## REGRAS DO JOGO

1. O jogo é para 2 a 4 jogadores;
2. Cada jogador escolhe uma peça para jogar e coloca na casa inicial;
3. Os jogadores deverão jogar 0 ou 1 para definir a ordem de quem começa e sua sucessão;
4. O jogador receberá três dados com as respectivas cores: branco, azul e vermelho;
5. Os valores de cada dado servirão para calcular a equação do MRUV:
 
$$V = V_0 + a * T$$
6. O resultado dessa equação servirá para o jogador andar as casas do tabuleiro;
7. Se o jogador cair na casa verde, deverá voltar ao início.
8. Se o jogador cair na casa marrom, deverá voltar 3 casas.
9. Se o jogador cair na casa cinza, um dos jogadores deverá ler um card para aquele jogador na casa. Caso o jogador responder errado sofre uma penalidade, se o jogador acerta ele tem o bônus do card.
10. O primeiro jogador que completar 3 voltas, ganha o jogo.
11. Os alunos deverão entregar ao professor a folha com os cálculos feitos da equação do MRUV durante as jogadas, identificada com seu nome.

A seguir, na Figura 2, são apresentados dois modelos de Cards utilizados para o jogo, no anexo encontram-se os demais.

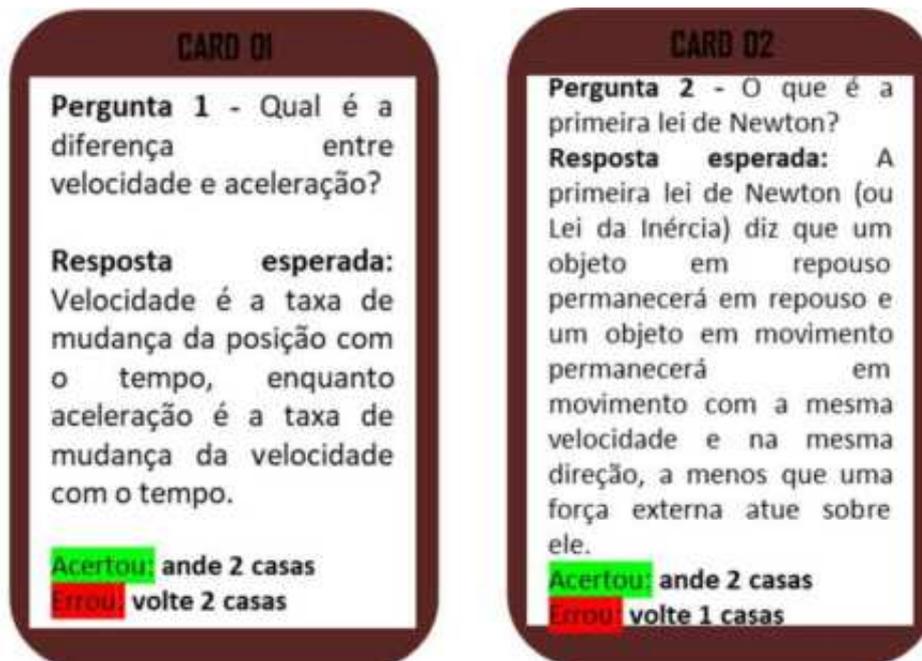


Figura 2. CARDS de Exemplo / Fonte: os autores.

O professor poderá pedir aos alunos que façam suas próprias peças, utilizando itens como: borracha, pedaço de lápis ou papel amassado. Caso o professor não disponha de dados, pode confeccioná-los ou utilizar o site: <<https://morrer.virtuworld.net/>> para emular os dados. Ao abrir o site citado acima obtém-se o seguinte visual:



Figura 3. Como se apresenta o site de rolagem de dados / Fonte: os autores.

Após abrir a página apresentada na figura 3, o professor irá escolher o número de lados e o número de dados que deseja. No caso, conforme descrito nas regras do jogo, serão utilizados 3 dados. Para isso, é necessário ajustar o número de dados no site, selecionar as cores e então apertar para lançar os dados. Repetir o processo de lançar novamente os dados sempre que necessário durante o jogo.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

A gamificação é uma abordagem que envolve o uso de elementos de jogos em ambientes não relacionados a jogos para tornar o ensino-aprendizagem mais envolvente e interativo. Na área da educação, a gamificação tem sido utilizada como uma ferramenta eficaz para motivar os alunos e melhorar seu engajamento e desempenho em sala de aula.

O livro “Gamificação na Educação”, organizado por Luciane Maria Fadel, Vania Ribas Ulbricht, Cláudia Batista e Tarcísio Vanzin, aborda que o processo de gamificação no aprendizado geralmente envolve os seguintes passos:

- 1. Identificação dos objetivos de aprendizado:** antes de aplicar a gamificação, é importante definir quais são os objetivos de aprendizado que se deseja alcançar.
- 2. Seleção dos elementos de jogos:** com base nos objetivos de aprendizado, são escolhidos os elementos de jogos que melhor se adequam às atividades de aprendizado, tais como pontuações, recompensas, desafios e feedback.
- 3. Projeto das atividades de aprendizado:** as atividades de aprendizado são projetadas de forma a incluir os elementos de jogos selecionados, tornando-as mais engajadoras e divertidas.
- 4. Implementação da gamificação:** a gamificação é implementada nas atividades de aprendizado, e os participantes são convidados a participar.

**5. Avaliação dos resultados:** é importante avaliar os resultados da gamificação em relação aos objetivos de aprendizado definidos, para determinar se ela foi eficaz e se deve ser ajustada para melhorar os resultados.

A partir dos estudos realizados, percebe-se que a gamificação pode ser implementada de diversas maneiras no ensino de Física, como por exemplo:

- 1. Jogos de Física:** Existem diversos jogos educativos de física disponíveis na internet, como o “PhET Interactive Simulations” da Universidade do Colorado. Esses jogos podem ser usados como atividades complementares para reforçar conceitos ensinados em sala de aula.
- 2. Desafios e competições:** Os alunos podem ser desafiados a construir projetos que apliquem os conceitos de física que aprenderam em sala de aula. Por exemplo, eles podem ser convidados a construir uma ponte usando apenas palitos de picolé e cola, e a ponte que suportar mais peso ganha o desafio.
- 3. Pontuações e recompensas:** Pontuações e recompensas podem ser usadas para motivar os alunos a se esforçarem mais em suas atividades de física. Por exemplo, um sistema de pontos pode ser usado para recompensar alunos que participam ativamente em sala de aula ou que obtêm boas notas em provas.
- 4. Role - playing games:** Um Role - playing game (RPG) de física pode ser criado, no qual os alunos desempenham o papel de cientistas ou engenheiros que enfrentam desafios físicos no decorrer do jogo. Essa abordagem pode ser especialmente útil para ensinar conceitos de mecânica.
- 5. Realidade virtual e aumentada:** A tecnologia de realidade virtual e aumentada pode ser usada para criar experiências imersivas de física. Por exemplo, os alunos podem explorar o sistema solar em realidade virtual ou ver como as leis da física se aplicam em um ambiente de realidade aumentada.

Para complementar também podem ser usados como exemplos de gamificação em aulas de Física a criação de jogos de perguntas e respostas sobre conceitos físicos como o *Kahoot* (ferramenta digital), a construção de maquetes para ilustrar leis da Física, a realização de experimentos práticos para comprovar teorias, entre outros.

O jogo de tabuleiro proposto anteriormente consegue trabalhar várias habilidades ao mesmo tempo, assim, proporcionando ao professor uma maior facilidade com o entendimento do conteúdo, os alunos aprendem “brincando”, e ao mesmo tempo desenvolvendo o trabalho em equipe, agilidade, competitividade, raciocínio lógico e muito mais.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

A gamificação é uma abordagem metodológica que vem sendo amplamente utilizada em sala de aula como uma forma de tornar o aprendizado mais atraente, dinâmico e engajador. Através da gamificação, é possível transformar o ambiente de aprendizado em um espaço lúdico, onde os alunos se sentem motivados a aprender e participar ativamente das atividades propostas.

No contexto específico das aulas de física, a gamificação pode ser uma excelente ferramenta

para tornar os conceitos teóricos mais concretos e acessíveis aos alunos. Através de jogos e atividades interativas, é possível ilustrar os princípios físicos de forma prática e envolvente, fazendo com que os alunos compreendam de maneira mais fácil e memorizem melhor os conteúdos.

No entanto, é importante ressaltar que a gamificação não deve ser vista como uma solução mágica para todos os desafios do ensino. É necessário que os professores tenham um bom planejamento e entendam como aplicar essa metodologia de forma adequada, alinhando-a aos objetivos pedagógicos e às necessidades dos alunos. Além disso, a gamificação não se aplica apenas às aulas de física, mas pode ser utilizada em diversas outras disciplinas, como matemática, história, biologia, entre outras. Cada professor pode adaptar essa metodologia de acordo com as características da sua disciplina e dos seus alunos, tornando o processo de aprendizagem mais significativo e prazeroso.

Em suma, a gamificação representa uma valiosa ferramenta para promover um ensino mais dinâmico e envolvente, especialmente nas aulas de física e em disciplinas que envolvam um maior grau de abstração. No entanto, é imprescindível um planejamento adequado por parte dos professores, de modo que essa abordagem seja aplicada de maneira coerente e efetiva.

# REFERÊNCIAS

---

ALARCÃO, I. **Professores reflexivos em uma escola reflexiva**. São Paulo: Cortez, 2003.

ARAÚJO, E. D. S.; SANTOS, B. M. Jogo das grandezas: um recurso para o ensino de física. **Revista do Professor de Física**, v. 2, n. 2, 22 ago. 2018. Disponível em: <https://www.periodicos.unb.br/index.php/rpf/article/view/12079>. Acesso em: 10 jul. 2024.

BARBOSA, F. C. *et al.* Gamificação como ferramenta didática no ensino de Programação de Computadores: uma revisão bibliográfica. *In*: CONGRESSO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA EM COMPUTAÇÃO, 10., 2021, Brasília. **Anais [...]**. Brasília: Universidade de Brasília, 2021. Disponível em: <https://www.cic.unb.br/~gcfilho/cicicomp/2021/anais/anaishumoradostrabalhos/CICICOMP2021-0007.pdf>. Acesso em: 14 maio 2023.

CAIADO, K. R. R.; MACIEL, A. C. A gamificação como ferramenta de motivação para o ensino de Matemática. *In*: ENCONTRO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA, 12., 2019, São Paulo. **Anais [...]**. São Paulo: FATEC São Paulo, 2019. Disponível em: [https://fatecsaopaulo.edu.br/semanadeti/anais/2019/Kalil\\_Rodrigues\\_Ribeiro\\_Caiado\\_Angela\\_Cristina\\_Maciel.pdf](https://fatecsaopaulo.edu.br/semanadeti/anais/2019/Kalil_Rodrigues_Ribeiro_Caiado_Angela_Cristina_Maciel.pdf). Acesso em: 14 maio 2023.

FADEL, L. M.; ULBRICHT, V. R.; BATISTA, C. R.; VANZIN, T. (org.). **Gamificação na educação**. São Paulo: Pimenta Cultural, 2014. Disponível em: [http://www.pgcl.uenf.br/arquivos/gamificacao\\_na\\_educacao\\_011120181605.pdf](http://www.pgcl.uenf.br/arquivos/gamificacao_na_educacao_011120181605.pdf). Acesso em: 10 jul. 2024.

FREIRE, P. **Pedagogia da Autonomia: Saberes Necessários à Prática Educativa**. São Paulo: Paz e Terra, 1996.

LÜDKE, M.; ANDRÉ, M. E. D. A. **Pesquisa em educação: abordagens qualitativas**. São Paulo: EPU, 2014. Disponível em: <http://www.emaberto.inep.gov.br/ojs3/index.php/emaberto/article/download/1971/1710>. Acesso em: 27 jul. 2023.

MASETTO, M. T. **Competência pedagógica do professor universitário**. São Paulo: Summus, 2003.

SANTOS, R. N. dos; LIMA, A. R. Gamificação na Educação: Uma Revisão Bibliográfica. **Revista Interface Tecnológica**, v. 17, n. 1, p. 167-180, 2020. Disponível em: <https://v3.cadernoscajuina.pro.br/index.php/revista/article/view/317/322> Acesso em: 10 jul. 2024.

TORRES, R. M.; OLIVEIRA, R. B. Gamificação como estratégia de aprendizagem ativa no ensino de Física. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 10, n. 1, p. 68-80, 2019. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rbef/a/Tx3KQcf5G9PvcgQB4vswPbq/>. Acesso em: 10 jul. 2024.

VYGOTSKY, L. S. **A formação social da mente: o desenvolvimento dos processos psicológicos superiores**. 7. ed. São Paulo: Martins Fontes, 2007.

**ANEXO 1 - CARDS DO JOGO “ACELERAÇÃO NA ESTRADA MRUV”**

**CARD 01**

**Pergunta 1** - Qual é a diferença entre velocidade e aceleração?

**Resposta esperada:** Velocidade é a taxa de mudança da posição com o tempo, enquanto aceleração é a taxa de mudança da velocidade com o tempo.

**Acertou:** ande 2 casas  
**Errou:** volte 2 casas

**CARD 02**

**Pergunta 2** - O que é a primeira lei de Newton?

**Resposta esperada:** A primeira lei de Newton (ou Lei da Inércia) diz que um objeto em repouso permanecerá em repouso e um objeto em movimento permanecerá em movimento com a mesma velocidade e na mesma direção, a menos que uma força externa atue sobre ele.

**Acertou:** ande 2 casas  
**Errou:** volte 1 casa

**CARD 03**

**Pergunta 3** - Como a massa de um objeto afeta sua aceleração?

**Resposta esperada:** A massa de um objeto afeta sua aceleração de acordo com a segunda lei de Newton, que diz que a força resultante aplicada a um objeto é igual à sua massa multiplicada pela sua aceleração ( $F = m \cdot a$ ).

**Acertou:** ande 2 casas  
**Errou:** volte 2 casas

**CARD 04**

**Pergunta 4** - O que é o movimento circular uniforme?

**Resposta esperada:** O movimento circular uniforme é o movimento de um objeto ao longo de uma trajetória circular com uma velocidade constante.

**Acertou:** ande 2 casas  
**Errou:** volte 2 casas

**CARD 05**

**Pergunta 4** - Como calcular a força resultante em um objeto?

**Resposta esperada:** A força resultante em um objeto é a soma vetorial de todas as forças aplicadas a ele ( $F = F1 + F2 + \dots + Fn$ ).

**Acertou:** ande 2 casas  
**Errou:** volte 2 casas

Anexo 1. Cards do Jogo “Aceleração na Estrada MRUV”



JOSÉ CLEITON DA SILVA<sup>1</sup>  
SANDRA MARA AMARAL COSTA<sup>2</sup>

# Metodologias Ativas no Ensino da Matemática: Revisão de Literatura

*Active methodologies in teaching mathematics: literature review*

ARTIGO 6

61-73

---

<sup>1</sup> Acadêmico do Curso de Licenciatura em Matemática; E-mail: 4341012@aluno.uniasselvi.com.br

<sup>2</sup> Tutor Externo do Curso de Licenciatura em Matemática – Polo Lajedo; E-mail: 100105826@tutor.uniasselvi.com.br

**Resumo:** O ensino da matemática é fundamental para desenvolver habilidades analíticas e de resolução de problemas. No entanto, o modelo tradicional tem enfrentado desafios, resultando em dificuldades de compreensão e aplicação de conceitos complexos. Para enfrentar esses desafios, as metodologias ativas têm se mostrado eficazes ao priorizar o papel ativo do aluno no processo de aprendizagem. Originadas desde a década de 40, essas abordagens envolvem a participação ativa dos alunos na descoberta e resolução de problemas, com o professor atuando como mediador. Esse trabalho tem como objetivo, descrever quais as principais metodologias ativas utilizadas apontadas na literatura científica. Espera-se que a pesquisa sobre o uso de metodologias ativas contribua para melhorar o ensino de matemática e desenvolver habilidades sólidas nessa disciplina para estudantes de todas as idades. Os resultados dessa pesquisa apontaram para a eficácia dessas abordagens em promover a aprendizagem dos alunos, estimular o pensamento crítico e cultivar habilidades essenciais para o sucesso acadêmico e profissional.

**Palavras-chave:** Metodologias ativas. Matemática. Ensino.

**Abstract:** Teaching mathematics is fundamental to developing analytical and problem-solving skills. However, the traditional model has faced challenges, resulting in difficulties in understanding and applying complex concepts. To face these challenges, active methodologies have proven effective in prioritizing the student's active role in the learning process. Originating since the 1940s, these approaches involve the active participation of students in discovering and solving problems, with the teacher acting as mediator. This work aims to describe the main active methodologies used as highlighted in the scientific literature. It is hoped that research into the use of active methodologies will contribute to improving mathematics teaching and developing solid skills in this subject for students of all ages. The results of this research pointed to the effectiveness of these approaches in promoting student learning, stimulating critical thinking and cultivating skills essential for academic and professional success.

**Keywords:** Active methodologies. Mathematics. Teaching.

## INTRODUÇÃO

O ensino da matemática é uma das “pedras angulares” da educação, pois proporciona a base para o desenvolvimento de habilidades analíticas, raciocínio lógico e resolução de problemas. No entanto, ao longo dos anos, o ensino tradicional da matemática tem enfrentado desafios, com estudantes frequentemente demonstrando dificuldades em compreender conceitos matemáticos complexos e aplicá-los em situações do mundo real. Evidentemente, há uma clara demanda por mudanças diante dos desafios enfrentados por esse modelo, torna-se imperativo conceber práticas que estimulem a participação ativa do aluno, contrapondo a sua passividade habitual e empoeirando-o como um agente responsável pelo próprio processo de aprendizagem (De Lima *et al.*, 2021).

A matemática não é apenas uma disciplina acadêmica, mas também uma habilidade essencial que sustenta muitos aspectos da vida cotidiana e da sociedade moderna. No entanto, a forma como a matemática é ensinada e aprendida tem sido objeto de reflexão e reformulação constante ao longo dos anos. Uma abordagem que ganhou destaque e despertou grande interesse na comunidade educacional é a aplicação de metodologias ativas no ensino de matemática. Essas abordagens, conhecidas como “metodologias ativas,” estão centradas na ideia de que os alunos aprendem melhor quando são desafiados a pensar, questionar, e aplicar os conceitos de maneira prática. Isso contrasta com a abordagem tradicional, onde a ênfase está na memorização de fórmulas e procedimentos.

Diante desse cenário, as metodologias ativas de ensino têm surgido como uma abordagem inovadora e eficaz para cativar o interesse dos alunos, tornar o aprendizado da matemática mais significativo e promover o desenvolvimento de habilidades críticas. Apesar dessas inovadoras “metodologias ativas” estarem sendo bastante empregada na atualidade, elas já eram empregadas por alguns autores desde a década de 40. De acordo

com Dewey (1944), as metodologias ativas representam abordagens pedagógicas que priorizam o papel central do aluno no processo de ensino e aprendizagem, engajando-o ativamente na descoberta, investigação e solução de problemas durante o aprendizado. O que segundo Souza e Fonseca (2017), permite que os alunos adotem uma postura mais participativa em relação ao próprio processo de aprendizagem, enquanto o papel do professor é atuar como um mediador durante esse processo.

A importância deste estudo reside na busca por estratégias inovadoras que possam revigorar o ensino de matemática, tornando-o mais acessível e relevante para os alunos. Pretende-se, assim, contribuir para o desenvolvimento de práticas pedagógicas mais eficazes e para a formação de estudantes que não apenas dominem conceitos matemáticos, mas também possuam habilidades de pensamento crítico, resolução de problemas e criatividade, essenciais em uma sociedade em constante mudança e evolução.

Nesse contexto, a formação do professor de matemática ganha destaque como um fator determinante para a melhoria do ensino da disciplina. Professores bem-preparados, com domínio dos conteúdos matemáticos e competências pedagógicas sólidas, são capazes de proporcionar uma experiência de aprendizagem mais significativa e motivadora para os estudantes. Além disso, o aprimoramento constante do professor é essencial para que ele possa se adaptar às novas demandas da educação, incorporar metodologias inovadoras e eficazes, e promover a inclusão e o sucesso de todos os alunos em sala de aula.

Ao considerar os benefícios potenciais dessas abordagens inovadoras, espera-se que esta pesquisa contribua para o avanço do ensino de matemática e, assim, para o desenvolvimento de uma base sólida de habilidades matemáticas em estudantes de todas as idades. Esta pesquisa busca explorar a aplicação das metodologias ativas no contexto do ensino de matemática, tendo como objetivo, descrever quais as principais metodologias ativas utilizadas apontadas na literatura científica.

## METODOLOGIAS ATIVAS

Ao longo do tempo, as metodologias de ensino da matemática passaram por diversas mudanças significativas. Inicialmente, o ensino era centrado na transmissão de conhecimento pelo professor, com ênfase na memorização e reprodução de fórmulas e procedimentos. No entanto, com o reconhecimento das limitações desse modelo, houve uma transição em direção a abordagens mais interativas e centradas no aluno (Vieira; Padilha, 2022).

A partir do surgimento das metodologias ativas, as práticas de ensino passaram a enfatizar a participação ativa dos alunos na resolução de problemas, investigação e descoberta, estimulando o pensamento crítico e o raciocínio lógico. A utilização de tecnologias educacionais também se tornou mais comum, permitindo uma abordagem mais dinâmica e interativa no ensino da matemática.

Apesar de tantas deficiências e problemas estruturais, está acontecendo uma busca de alternativas de setores educacionais importantes, públicos e privados. Esse movimento se intensificará muito proximamente, porque as crianças não aceitam um modelo vertical, autoritário e uniforme de aprender (Moran, 2015, p. 3).

Além disso, estratégias pedagógicas têm evoluído para tornar o aprendizado da matemática mais contextualizado e relevante para a vida cotidiana dos alunos. Isso inclui o uso de situações do mundo real, jogos, simulações e projetos práticos, que ajudam a demonstrar a aplicabilidade dos conceitos matemáticos e a promover um entendimento mais profundo e significativo.

Essas mudanças têm buscado não apenas aprimorar a compreensão dos conceitos matemáticos, mas também desenvolver habilidades mais

amplas, como trabalho em equipe, resolução de problemas complexos e pensamento crítico. A integração de diferentes abordagens e o foco na compreensão profunda têm sido centrais para a evolução das metodologias de ensino da matemática ao longo do tempo.

As bases das metodologias ativas têm suas raízes na Escola Nova, Escola Ativa ou Escola Progressiva, um movimento que emergiu no final do século XIX e ganhou impulso na primeira metade do século XX como uma abordagem renovadora do ensino (De Lima *et al.*, 2021). Embora os princípios subjacentes das metodologias ativas tenham raízes em teorias educacionais e filosóficas anteriores, como o construtivismo e o pensamento progressista de educadores como John Dewey, Jean Piaget e Lev Vygotsky, o termo “metodologias ativas” ganhou destaque mais recentemente, no contexto da moderna pesquisa em educação e psicologia.

Segundo Bacich e Moran (2017), metodologias ativas referem-se a abordagens pedagógicas que enfatizam o envolvimento ativo e participativo dos alunos no processo de aprendizagem, ao contrário dos métodos tradicionais de ensino, onde os alunos desempenham um papel passivo e receptivo, as metodologias ativas incentivam os estudantes a se envolverem ativamente na construção do conhecimento por meio de atividades práticas, colaborativas e reflexivas (Lovato; Michelotti; Da Silva Loreto, 2018), onde o papel do professor é o de facilitador, orientador e mediador do processo de aprendizagem, proporcionando suporte, *feedback* e direcionamento aos alunos conforme eles exploram e constroem seu próprio conhecimento (Figura 1). Podemos também observar em pesquisa realizada por Glasser (2001), representada na pirâmide de aprendizado (Figura 2), é possível observar diferentes padrões de aprendizagem de acordo com as diferentes metodologias empregadas.

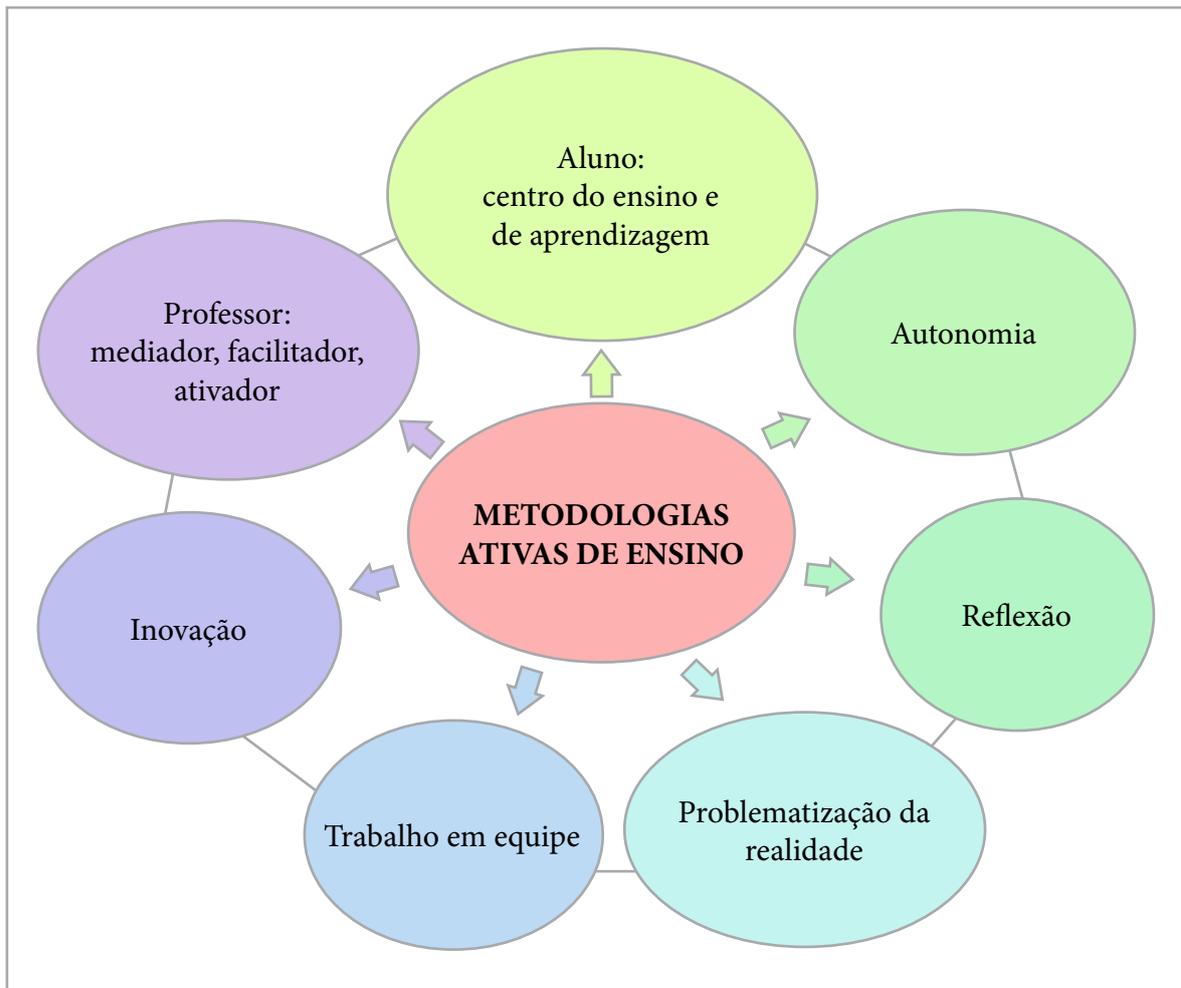


Figura 1. Princípios que constituem as metodologias ativas de ensino / Fonte: Diesel, Baldez e Martins (2017).

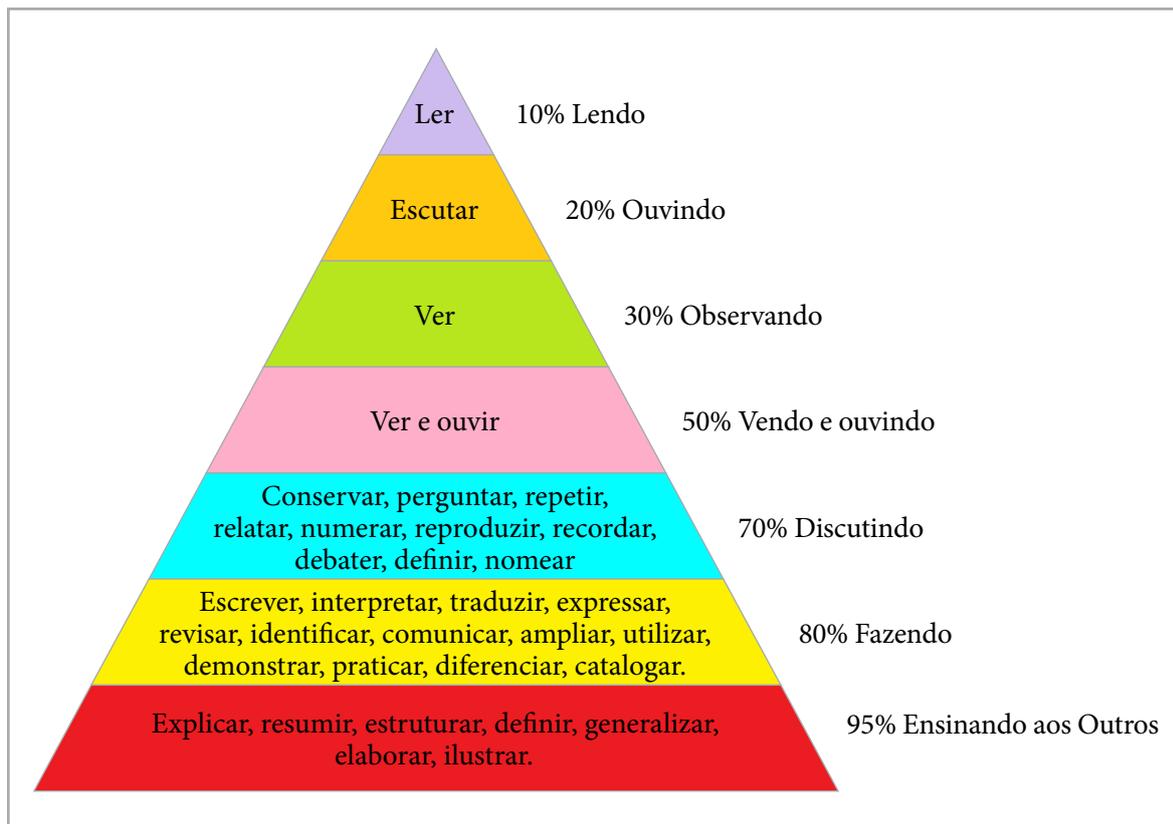


Figura 2. Pirâmide de aprendizagem de William Glasser / Fonte: Santiago (2018).

O objetivo principal das metodologias ativas é promover uma aprendizagem mais significativa e duradoura, estimulando a curiosidade, a criatividade, o pensamento crítico e a autonomia dos alunos (Da Silva Gomes *et al.*, 2020).

Essas abordagens ativas podem incluir atividades como resolução de problemas, estudos de caso, aprendizagem baseada em projetos, debates, simulações, jogos educacionais, entre outras. Essas metodologias podem ser praticadas em diversos contextos educacionais, desde a educação básica até o ensino superior e a educação corporativa, e têm sido reconhecidas como eficazes na promoção do engajamento e do sucesso acadêmico dos alunos (Pereira, 2012).

## TIPOS DE METODOLOGIAS ATIVAS

As metodologias ativas são abordagens de ensino que priorizam a participação ativa dos alunos no processo de aprendizagem, em contraste com os métodos tradicionais que enfatizam a transmissão passiva de conhecimento pelo professor. No ensino básico, essas metodologias podem promover um engajamento mais profundo e uma compreensão mais significativa dos conceitos. No trabalho publicado por Rocha e Farias (2020), esses autores fazem a identificação e especificação de 17 metodologias ativas (Quadro 1).

<b>Metodologias Ativas</b>	
Problematização Aprendizagem Baseada em Problema (PBL) Aprendizagem Baseada em Projetos (ABP) Aprendizagem Baseada em Times (TBL) Instrução por Pares Sala de Aula Invertida STEAM Jigsaw Divisão dos Alunos em Equipes para o Sucesso (STAD)	Torneios de Jogos em Equipes (TGT) Design Thinking Gamificação Edutainment Snack Learning Visible Learning Storytelling Learning by Doing

Quadro 1. Apresentação de metodologias ativas / Fonte: Rocha e Farias (2020).

Dentre as metodologias citadas por Rocha e Farias (2020), iremos realizar uma breve descrição de algumas, dentre elas:

**1. Aprendizagem baseada em projetos (ABP):**

Os alunos trabalham em projetos de longo prazo que envolvem a investigação de um problema ou pergunta central. Eles têm a oportunidade de explorar tópicos de seu interesse, aplicar conhecimentos em situações do mundo real e desenvolver habilidades de resolução de problemas e colaboração.

**2. Aprendizagem baseada em problemas (ABP):**

Os alunos são apresentados a problemas autênticos que estimulam a investigação e a descoberta de soluções. Eles são incentivados a trabalhar em equipe para resolver problemas complexos, aplicando conhecimentos de diversas áreas do currículo.

**3. Aprendizagem cooperativa:**

Os alunos são organizados em grupos heterogêneos e incentivados a colaborar para alcançar metas comuns. Essa abordagem promove a comunicação, a resolução de conflitos, a construção de habilidades sociais e o aprendizado mútuo.

**4. Sala de aula invertida:**

Os alunos acessam materiais de aprendizagem, como vídeos ou leituras, em casa, e o tempo em sala de aula é dedicado a atividades práticas, discussões e esclarecimento de dúvidas. Isso permite que os alunos trabalhem com o conteúdo de forma mais interativa durante as sessões presenciais.

**5. Aprendizagem por descoberta:** Os alunos são encorajados a descobrir conceitos por meio da exploração e da experimentação. Eles podem ser apresentados a situações-problema ou desafios que os levam a investigar e formular suas próprias conclusões, promovendo assim a autonomia e o pensamento crítico.

**6. Gamificação:** Elementos de jogos são incorporados ao processo de aprendizagem para engajar os alunos de maneira lúdica e motivadora. Isso pode incluir recompensas, desafios, competições amigáveis e outros elementos que estimulem a participação ativa e o interesse dos alunos.

**7. Aprendizagem por pares:** Os alunos são emparelhados para colaborar e aprender um com o outro. Eles podem ensinar, explicar e apoiar mutuamente, promovendo o desenvolvimento de habilidades de comunicação e liderança, bem como uma compreensão mais profunda do conteúdo.

Ao implementar essas metodologias ativas, os educadores podem melhorar a experiência de aprendizagem dos alunos, estimular o pensamento crítico, promover a colaboração e cultivar habilidades necessárias para o sucesso futuro.

## METODOLOGIA

A revisão de literatura desempenha um papel crucial no estabelecimento do contexto teórico e conceitual de um estudo, identificando lacunas no conhecimento e fornecendo uma base sólida para a formulação de hipóteses e questões de pesquisa, sendo ela um processo sistemático de coleta, avaliação, síntese e análise de informações e pesquisas existentes sobre um tópico específico.

Esta pesquisa teve como objetivo, descrever quais as principais metodologias ativas utilizadas apontada na literatura científica. A metodologia utilizada foi a busca por artigos científicos em diferentes bases de dados (Google Acadêmico, SciELO, Periódico Capes etc.), com a temática de metodologias ativas no ensino da matemática, sendo priorizado trabalhos publicados dos últimos 5 anos (2019-2023).

No primeiro momento da busca, foram obtidos 217 trabalhos com a temática de “metodologias ativas”, em uma nova filtragem com a expressão “métodos ativos” foi obtido 50 resultados, os quais passaram por nova filtragem nos quais foi aplicado o tema “metodologias ativas no ensino da matemática”, chegando-se então um número de 10 trabalhos. Esses 10 textos foram lidos de forma integral, sendo selecionados 4 para essa revisão de literatura, levando em consideração a relação direta com o tema e o problema de pesquisa.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Conforme mencionado anteriormente, após a busca e seleção de 10 trabalhos acadêmicos relacionados ao tema do estudo, 4 desses trabalhos foram escolhidos como referências teóricas fundamentais para esta pesquisa. Essa escolha foi baseada na relação direta desses estudos com a questão levantada no presente trabalho, após a análise dos resumos, objetivos e metodologias.

A seguir está o Quadro 2 com os trabalhos analisados e selecionados pela pesquisa, os quais abordam as metodologias ativas no ensino da matemática.

Ordem	Ano	Título	Autores
1	2019	Educação Matemática: A articulação de concepções e práticas inclusivas e colaborativas	Santos, Lanuti, Rocha e Barros
2	2020	Metodologias ativas no ensino de matemática: o que dizem as pesquisas?	Altino Filho, Nunes e Ferreira
3	2020	Metodologias ativas de aprendizagem possíveis ao ensino de Ciências e Matemática	Rocha e Farias
4	2020	Metodologias ativas no ensino da matemática nos anos iniciais: Aprendizagem por meio de jogos	Lubachewski e Cerutti

Quadro 2. Trabalhos analisados, selecionados que abordam as metodologias ativas no ensino de matemática / Fonte: os autores.

No artigo (1), intitulado “Educação Matemática: A articulação de concepções e práticas inclusivas e colaborativas” é apresentada a análise de um estudo realizado anteriormente cujo título é “Ensino colaborativo e desenvolvimento da abordagem construcionista, contextualizada e significativa na perspectiva da inclusão”, que teve como propósito investigar a colaboração entre o professor de Matemática da sala regular e o docente especializado em Educação Especial, com foco em Deficiência Intelectual. Essa pesquisa se fundamentou em uma abordagem pedagógica baseada no desenvolvimento de projetos. A realização do estudo ocorreu em uma escola da rede estadual de ensino, envolvendo o sexto ano do Ensino Fundamental, e contou com a participação de duas alunas com Deficiência Intelectual (DI) inseridas no contexto regular de ensino e frequentadoras da Sala de Recursos.

Os resultados revelaram avanços significativos em termos de aprendizagem, evidenciando um progresso substancial, interação eficaz, troca de conhecimentos e a construção de compreensões relevantes. Esses avanços se refletiram ao longo de todas as fases do projeto, uma vez que estratégias de planejamento foram implementadas para garantir a participação equitativa de todos os alunos, sem discriminação durante as atividades. Notadamente, as alunas com Deficiência Intelectual (DI) demonstraram mudanças notáveis em sua atitude, desempenho acadêmico e integração social. Os autores concluíram que a abordagem baseada em projetos pedagógicos proporciona uma oportunidade valiosa para o ensino inclusivo, tanto para a disciplina de Matemática quanto para outras áreas do conhecimento. Além disso, ressaltaram o potencial das metodologias ativas em promover práticas educacionais que consideram as habilidades dos alunos, em vez de se concentrarem em suas dificuldades.

O artigo de pesquisa (2), intitulado “Metodologias ativas no ensino de matemática: o que dizem as pesquisas?”, realiza uma análise da revisão de literatura brasileira sobre o uso de metodologias ativas no ensino de matemática, a partir de uma

pesquisa no banco de teses e dissertações da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES). Essa análise revela a aplicação de abordagens ativas no contexto geral da sala de aula de matemática. Altino Filho, Nunes e Ferreira (2020) conduziram um levantamento em 258 pesquisas relacionadas à expressão “Metodologias Ativas”, das quais apenas seis referiam-se ao estudo de metodologias ativas relacionadas ao ensino de matemática.

Dentre as principais metodologias ativas identificadas pelos pesquisadores, destacam-se: a utilização de softwares educacionais para o ensino de matemática; aprendizado colaborativo entre os pares, em linha com o conceito de comunidades de prática proposto por Etienne Wenger; aprendizagem baseada em problemas; e modelagem matemática com base em situações do cotidiano dos alunos.

Quando os alunos trabalham em grupos de aprendizagem, eles têm a oportunidade de aprimorar seus conhecimentos, uma vez que compartilham uma linguagem comum e experiências. Nesse contexto, o papel do professor evolui para o de um facilitador, permitindo que os alunos descubram caminhos e conhecimentos de maneira autônoma como já descrito por Da Silva Gomes *et al.* (2020).

O estudo acadêmico (3), intitulado “Metodologias ativas de aprendizagem possíveis ao ensino de Ciências e Matemática”, teve como objetivo identificar e detalhar metodologias ativas de aprendizagem contextualizadas e viáveis para o ensino de ciências e matemática. Os resultados destacaram abordagens ativas que promovem a autonomia e o protagonismo dos alunos, contribuindo, assim, para a capacitação de professores e formadores de professores, além de fortalecer a educação científica.

No referido artigo, Rocha e Farias (2020) enfatizaram as seguintes metodologias ativas no ensino de matemática: Problematização, Aprendizagem Baseada em Problemas (PBL), Aprendizagem Baseada em Projetos (ABP), Aprendizagem Baseada em Equipes (TBL), Instrução por Pares, Sala de

Aula Invertida, Aprendizagem Cooperativa, Divisão dos Alunos em Equipes para o Sucesso (STAD), Torneios de Jogos em Equipes (TGT), Gamificação, Aprendizagem Visível e a Arte de Contar Histórias.

A maioria das metodologias ativas destacadas pelos autores baseia-se em atividades conduzidas por comunidades de prática, onde equipes ou grupos de alunos buscam aprender de forma colaborativa, com a orientação de um professor, ou competem em torneios e jogos que incentivam os estudantes a alcançar um desempenho superior e a adquirir conhecimentos mais sólidos, promovendo o espírito esportivo inerente aos jogos. Tal resultado confirma a pesquisa de Glasser (2001), onde tais atividades estariam alocadas na base da pirâmide de aprendizado (Figura 2), onde ocorre maior nível de aprendizado para o aluno.

No artigo (4), intitulado “Metodologias ativas no ensino da matemática nos anos iniciais: Aprendizagem por meio de jogos”, o objetivo foi apresentar reflexões sobre abordagens diferenciadas no ensino de matemática para os anos iniciais e destacar o desenvolvimento de competências e habilidades essenciais para compreender a realidade, tomar decisões fundamentadas em diversas situações cotidianas, além de promover uma interação professor-aluno e contribuir para uma aprendizagem mais significativa. Para os autores, a aprendizagem pode ocorrer por meio de jogos de tabuleiro existentes, bem como por meio de jogos de tabuada, bingos matemáticos, jogos criados manualmente e jogos digitais acessíveis online. Além disso, destacam a importância de os alunos criarem seus próprios jogos matemáticos que abordem os conteúdos e conceitos aprendidos em sala de aula, sob a orientação do professor.

Apesar da utilização cada vez maior de metodologias ativas em sala de aula, ainda é comum constatar que as aulas de Matemática nos anos iniciais ainda seguem predominantemente um formato expositivo, em que o professor transmite no quadro negro os conceitos considerados essenciais (Pres-tes, 2004). Sabemos que a matemática é uma das disciplinas que apresenta uma quantidade significativa de alunos com problemas de aprendizado. Assim, é crucial introduzir na sala de aula, juntamente com os conteúdos, abordagens metodológicas envolventes e interativas, a fim de aprimorar o processo de aprendizagem e engajar os alunos de forma mais eficaz (Lubachewski; Cerutti, 2020).

De acordo com De Lima *et al.* (2021), a utilização de abordagens lúdicas torna o processo de aprendizagem mais agradável e desfaz o estigma negativo associado à matemática, muitas vezes considerada complexa e de difícil compreensão, assim ao incorporar jogos, os alunos conseguem assimilar os conteúdos de maneira prática e acionar conhecimentos frequentemente abstratos de forma mais acessível, relacionando esses conceitos com situações do seu dia a dia.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

A aplicação de métodos ativos, ou metodologias ativas, no processo de ensino não constitui uma prática recente, visto que se baseia em uma abordagem educacional com fundamentos teóricos amplamente documentados. Ainda assim, os professores frequentemente não estão plenamente familiarizados com o uso dessas estratégias de ensino, ou, quando o fazem, podem não ter uma compreensão clara de seus princípios fundamentais e do impacto que podem ter na aprendizagem dos alunos.

As metodologias ativas servem como ponto de partida para avançar em direção a processos mais complexos de reflexão, integração cognitiva, generalização e formulação de novas práticas. Ele acrescenta que a combinação equilibrada de atividades, desafios e informações contextualizadas é a maneira mais eficaz de aprender.

Dessa forma a utilização de metodologias ativas no ensino da matemática pode ser uma facilitadora de aprendizagem para os alunos como abordado anteriormente, para quem sabe assim futuramente essa disciplina perca o estigma de ser uma disciplina complicada.

O objetivo dessa revisão foi fornecer de forma resumida conhecimentos e informações que podem servir como base para a concepção de práticas ativas de ensino, contribuindo, por conseguinte, para uma compreensão mais aprofundada do tema tanto por parte dos professores quanto dos formadores de professores, consolidando, dessa forma, o campo do ensino da matemática.



**A UTILIZAÇÃO DE METODOLOGIAS ATIVAS NO ENSINO DA MATEMÁTICA PODE SER UMA FACILITADORA DE APRENDIZAGEM PARA OS ALUNOS**

# REFERÊNCIAS

---

ALTINO FILHO, H. V.; NUNES, C. M. F.; FERREIRA, A. C. Metodologias ativas no ensino de matemática: o que dizem as pesquisas?. **Pensar Acadêmico**, v. 18, n. 1, p. 172-184, 2020.

BACICH, L.; MORAN, J.. **Metodologias ativas para uma educação inovadora: uma abordagem teórico-prática**. [S.l.]: Penso Editora, 2017.

BERBEL, N. A. N. As metodologias ativas e a promoção da autonomia de estudantes. **Semina: Ciências sociais e humanas**, v. 32, n. 1, p. 25-40, 2011.

DA SILVA GOMES, H. *et al.* Metodologias ativas na educação presentes na prática pedagógica em uma escola estadual de ensino médio na modalidade de ensino integral na cidade de Marabá-PA. **Humanidades e Tecnologia (FINOM)**, v. 27, n. 1, p. 256-268, 2020.

DE LIMA, P.H.; CABRAL, L. F.; DA COSTA SILVANO, A. M. Análise das principais metodologias ativas utilizadas no ensino de matemática na educação básica: um estudo bibliográfico. **REAMEC-Rede Amazônica de Educação em Ciências e Matemática**, v. 9, n. 2, p. e21056-e21056, 2021.

DEWEY, J. **Democracy and education**. New York: The Free Press, 1944.

DIESEL, A.; BALDEZ, A. L. S.; MARTINS, S. N. Os princípios das metodologias ativas de ensino: uma abordagem teórica. **Revista Thema**, v. 14, n. 1, p. 268-288, 2017.

GLASSER, W. **Teoria da Escolha: uma nova psicologia de liberdade pessoal**. São Paulo: Mercuryo, 2001.

LOVATO, F. L.; MICHELOTTI, A.; DA SILVA LORETO, E. L. Metodologias ativas de aprendizagem: uma breve revisão. **Acta Scientiae**, v. 20, n. 2, 2018.

LUBACHEWSKI, G. C.; CERUTTI, E. Metodologias ativas no ensino da matemática no anos iniciais: aprendizagem por meio de jogos. **RIDPHE\_R Revista Iberoamericana do Patrimônio Histórico-Educativo**, v. 6, p. e020018-e020018, 2020.

MORÁN, J. Mudando a educação com metodologias ativas. Coleção mídias contemporâneas. **Convergências midiáticas, educação e cidadania: aproximações jovens**, v. 2, n. 1, p. 15-33, 2015.

PEREIRA, R.. Método ativo: técnicas de problematização da realidade aplicada à Educação Básica e ao Ensino Superior. *In*: VI COLÓQUIO INTERNACIONAL DE EDUCAÇÃO E CONTEMPORANEIDADE. São Cristóvão, SE, v. 20, 2012. **Anais [...]**, 2012.

PRESTES, L. M. A formação matemática docente para os anos iniciais do ensino fundamental-desafios e perspectivas. **Revista de Ciências Humanas**, v. 5, n. 5, p. 71-90, 2004.

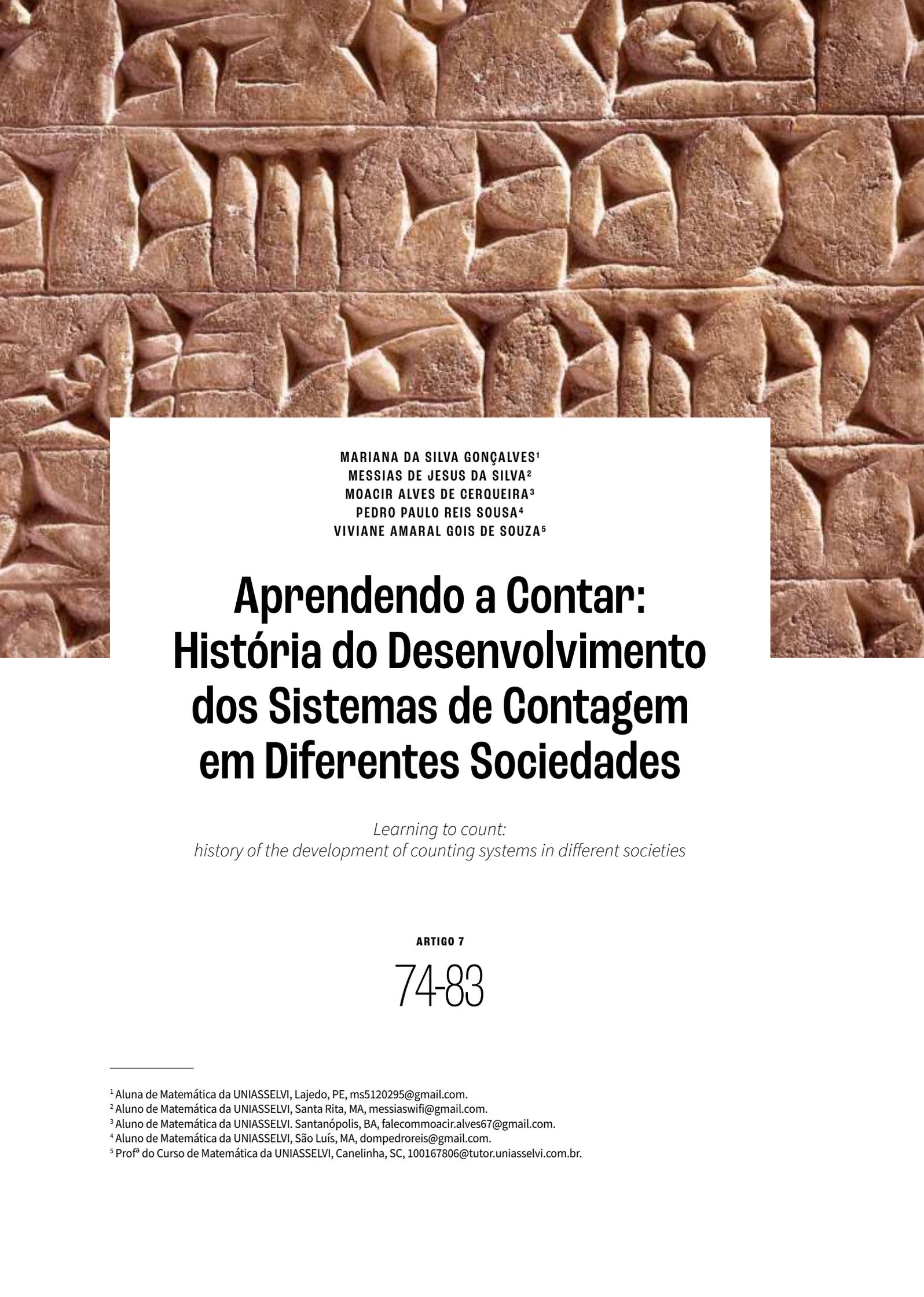
ROCHA, C. J. T. DA.; FARIAS, S. A. D. Metodologias ativas de aprendizagem possíveis ao ensino de ciências e matemática. **REAMEC-Rede Amazônica de Educação em Ciências e Matemática**, 2020.

SANTIAGO, S. A. **Ensino da Meiose**: o que o aluno dos cursos de Ciências Agrárias, Ciências Biológicas e Ciências da Saúde aprendem e o que deveriam aprender. 2018. Tese de Doutorado. Dissertação (Mestrado em Biologia Celular e Estrutural) – Instituto de Biologia, Unicamp, Campinas, São Paulo, 2018.

SANTOS, D. A. N. *et al.* Educação Matemática: A articulação de concepções e práticas inclusivas e colaborativas. **Educação Matemática Pesquisa**, v. 21, n. 1, p. 254-276, 2019.

SOUZA, D. V.; FONSECA, R. F. Reflexões acerca da aprendizagem baseada em problemas na abordagem de noções de Cálculo Diferencial e Integral. **Educação Matemática Pesquisa**, v. 19, n. 1, p. 197-221, 2017.

VIEIRA, A.; PADILHA, E. J. **As mudanças nas relações de ensino e de trabalho em razão do advento de novas tecnologias**. [S.l.]: [s.n.], 2022.



MARIANA DA SILVA GONÇALVES<sup>1</sup>  
MESSIAS DE JESUS DA SILVA<sup>2</sup>  
MOACIR ALVES DE CERQUEIRA<sup>3</sup>  
PEDRO PAULO REIS SOUSA<sup>4</sup>  
VIVIANE AMARAL GOIS DE SOUZA<sup>5</sup>

# Aprendendo a Contar: História do Desenvolvimento dos Sistemas de Contagem em Diferentes Sociedades

*Learning to count:  
history of the development of counting systems in different societies*

ARTIGO 7

74-83

---

<sup>1</sup> Aluna de Matemática da UNIASSELVI, Lajedo, PE, ms5120295@gmail.com.

<sup>2</sup> Aluno de Matemática da UNIASSELVI, Santa Rita, MA, messiaswifi@gmail.com.

<sup>3</sup> Aluno de Matemática da UNIASSELVI, Santanópolis, BA, falecommoacir.alves67@gmail.com.

<sup>4</sup> Aluno de Matemática da UNIASSELVI, São Luís, MA, dompedroreis@gmail.com.

<sup>5</sup> Prof<sup>o</sup> do Curso de Matemática da UNIASSELVI, Canelinha, SC, 100167806@tutor.uniasselvi.com.br.

**Resumo:** Como o homem aprendeu a contar? Por que contamos os números em base 10? Existem outras bases numéricas importantes atualmente? O objetivo deste artigo é realizar um resgate histórico do desenvolvimento dos sistemas de contagem em diferentes sociedades, desde as civilizações primitivas até a disseminação do sistema indo-arábico. Aborda-se também as principais bases numéricas utilizadas no cotidiano, como os sistemas binários e os hexadecimais. Descobrir o processo histórico por trás da quantificação dos objetos é fundamental para entender a forma como se aprende matemática, e esse é o tópico principal em análise. A pesquisa descritiva foi o principal método utilizado, com consultas em livros e sites, baseando-se nos trabalhos de autores como Ifrah (1989); Amaral (2021) e o projeto educacional TED-ED. Conclui-se que a evolução dos sistemas de contagem possibilitou uma maior compreensão do mundo, permitindo avanços em diversas áreas da sociedade.

**Palavras-chave:** Sistemas de contagem. Bases numéricas. Aritmética.

**Abstract:** How did man learn to count? Why do we count numbers in base 10? Are there other important number bases today? In this paper, a historical review of the beginnings of Arithmetic is made, going from primitive civilizations to the spread of the Indo-Arabic system. The main numerical bases used in everyday life are also covered, such as binary and hexadecimal. Discovering the historical process behind the quantification of objects is fundamental to understanding the way Mathematics is learned, and this is the main topic under analysis. Descriptive research was the main method used, with consultations being made in books and websites. In conclusion, the evolution of counting systems has enabled a greater understanding of the world, allowing advances in different areas of society.

**Keywords:** Counting methods. Number bases. Arithmetics.

## INTRODUÇÃO

**R**esponda rápido: quantos objetos você consegue contar em apenas um olhar? Se respondeu cinco ou mais, é possível que tenha uma visão apurada. Os humanos, normalmente, são capazes de distinguir poucos elementos visuais de forma simultânea: o foco em poucas coisas é uma característica natural.

Assim começou a relação do homem com a matemática – especialmente com a Aritmética. Apesar do pouco que se podia observar, a inteligência do ser pré-histórico já era notável, demonstrando habilidades acima dos outros animais. E, na evolução constante, tornou-se cada vez mais necessário o ato de contar.

As mudanças de comportamento dos humanos primitivos, saindo do nomadismo para o sedentarismo, organizando-se em tribos, o dominando as artes da caça e pesca, observando as mudanças de estações e o desenvolvimento da agricultura e a pecuária, passam por um elemento comum: a contagem. Para controlar o resultado de suas caçadas, as provisões plantadas e o rebanho, o homem desenhava nas paredes, usava pedras, galhos, ossos e o que mais tivesse à disposição, como forma de identificar quantidades. Isso despertou no homem primitivo um fundamento matemático, conforme mostram Ifrah (1989) e Amaral (2021).

Atualmente, vivemos na era da computação e da tecnologia digital, em que sistemas numéricos avançados estão incorporados em diversas áreas da nossa sociedade. A comunicação entre células, por exemplo, usa métodos binários, criptografia e números primos, além de outros conceitos matemáticos. Desde transações comerciais até pesquisas científicas, a contagem desempenha um papel crucial. Mesmo sem o domínio dos

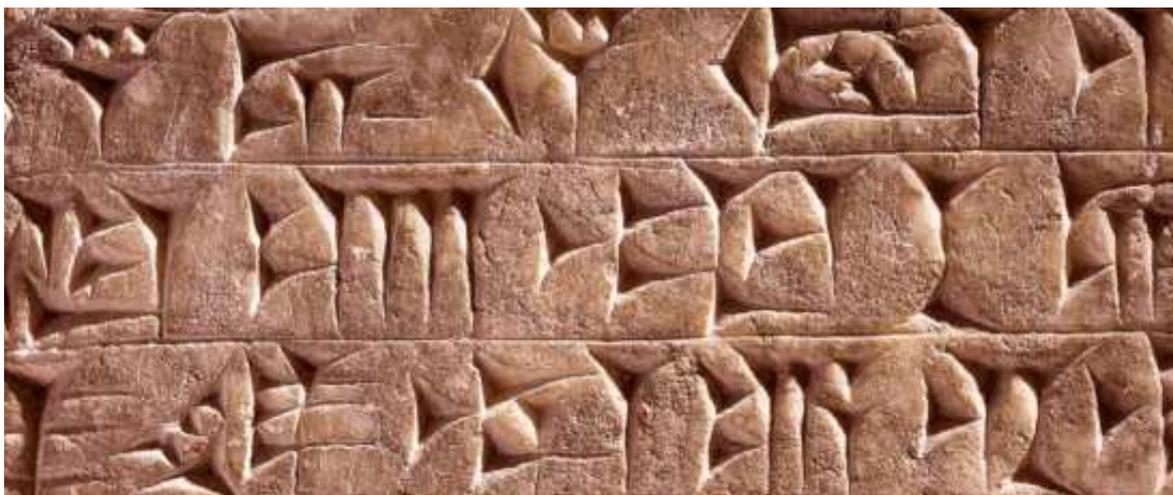
números como os conhecemos hoje, os métodos rudimentares de contagem foram importantes no desenvolvimento das sociedades. Até em comunidades isoladas, são encontrados diversos dispositivos numéricos. Então, como adotamos um único padrão em praticamente todo o mundo?

Ao explorar a história do desenvolvimento dos sistemas de contagem em diferentes sociedades, podemos apreciar a riqueza da diversidade cultural e a criatividade humana. Cada civilização contribuiu com seus próprios métodos e abordagens, deixando um legado que continua a influenciar e moldar o mundo da contagem e da matemática nos dias atuais. A compreensão desses sistemas nos permite valorizar o impacto que têm na nossa vida cotidiana e no avanço do conhecimento matemático.

Neste artigo, busca-se responder à pergunta: “Como aprendemos a contar (com) números?”. A história de como os humanos aprenderam a expressar quantidades é vasta, passando pelo descobrimento dos números em diversos povos, épocas e contextos históricos. Desde os povos mais rudimentares até os dispositivos digitais, a presença dos sistemas de contagem se mostrou um diferencial importante no desenvolvimento do homem e da sociedade. Agora, o objetivo é mostrar o porquê.

## REFERENCIAL TEÓRICO

A necessidade de contar é um problema pré-histórico. Embora grande parte do mundo de hoje possa ser facilmente traduzida em números e fórmulas matemáticas, a história da representação abstrata de elementos começou de forma bem mais simples. Segundo Ifrah (1989), o homem iniciou o processo aritmético da contagem com correspondências um a um, o que permitia comparar



facilmente quantidades de duas coleções de seres ou objetos. Para criar esse tipo de correspondência, não é necessário conhecer a quantidade de objetos: basta associar um elemento de um conjunto A com um elemento de um conjunto B.

Então, como os povos antigos calculavam a quantidade dos rebanhos e provisões? Como representar situações mais complexas sem símbolos formais de contagem? Inicialmente, a correspondência biunívoca (um a um) resolvia os problemas; era possível, com algum esforço, contar quantas ovelhas estavam no pasto (Amaral, 2021), representando a quantidade de animais por objetos como pedras e galhos. No entanto, com a evolução das sociedades, tornou-se necessário um sistema mais eficiente.

O próximo passo matemático para muitos povos estava literalmente ao alcance das mãos. Humanos rapidamente perceberam a possibilidade de contar nos dedos (Boyer; Merzbach, 2012). Alguns povos, como os papuas da Nova Guiné, foram adiante: além das mãos e dos pés, seus recursos de representação de elementos contavam também com quadris, auriculares, olhos, nariz, boca, tornozelos, joelhos, seios e até as partes genitais, contando de

1 a 41<sup>1</sup> sem qualquer referência ao que hoje conhecemos como a base da aritmética – os números. Os primeiros registros dos algarismos indo-arábicos são por volta do ano 250 d.C., e o algarismo zero surgiu apenas por volta do ano 500 d.C. Algumas evidências de contagem, porém, são de 60 mil anos atrás, ainda no tempo dos neandertais.

Mesmo sem a criação dos números, a base da aritmética começava a se consolidar. A mistura da correspondência biunívoca de objetos com a contagem a partir de partes do corpo permitiu contagens maiores; a repetição dessas correspondências é, essencialmente, uma multiplicação (ou soma de multiplicações) sem algarismos. As limitações eram evidentes, como a necessidade de se repetir os toques no corpo para cada um dos objetos que precisavam ser contados, porém já havia uma noção intuitiva do saber contar entre os indígenas da Figura 1.

---

1 Algumas referências são conflitantes. Ifrah (1999), utilizado como a referência principal neste trecho, ilustrou o possível sistema de contagem indo de 1 a 41; Goebel (2021) menciona os povos *yupno* com o sistema indo somente até 33. Apesar de não se ter certeza sobre a menção ser relativa ao mesmo povo (ambos são da Papua Nova Guiné), optou-se por utilizar a referência mais completa e detalhada.



Figura 1. O corpo humano (a origem da aritmética) / Fonte: Ifrah (1989, p. 33).

Ifrah (1989) notou a capacidade dos povos primitivos de usar a aritmética, mesmo sem a noção de número:

Graças ao princípio da correspondência por unidade [...] que, durante milênios, o homem pré-histórico pôde praticar a aritmética antes mesmo de ter consciência e saber o que é um número abstrato. É o que se percebeu ao estudar o comportamento de indivíduos totalmente incultos e o de inúmeras povoações indígenas da Oceania, da África e da América. Pois, através de técnicas que lhe são próprias (e que podemos qualificar de ‘concretas’ face aos nossos meios atuais), esta gente consegue obter, pelo menos até certo ponto, os mesmos resultados que nós (Ifrah, 1989, p. 28-29).

Esse método mais concreto de contagem, utilizando objetos e partes do corpo, foi gradualmente substituído por noções mais abstratas, conhecidas hoje como número. Mas essa transição demorou para se concretizar.

Para entender esse processo, é importante conhecer como os números são assimilados. Isso não é um fenômeno exclusivo dos seres humanos, já que até peixes e abelhas são capazes de perceber quantidades, segundo Goebel (2021). Os humanos, por sua vez, podem notar pequenas quantidades ainda bebês, a partir dos 10 meses de idade. Goebel (2021, on-line) complementa que “há um limite para suas habilidades numéricas: eles só conseguem detectar mudanças numéricas entre um e três — quando, por exemplo, uma maçã é removida de um grupo de três maçãs”. O que diferencia os humanos de outras criaturas é a habilidade de contar. Ifrah (1989, p. 45) explica:

São necessárias três condições psicológicas para que um homem saiba contar e conceber os números no sentido em que os entendemos: [...] ele deve ser capaz de atribuir um “lugar” a cada ser que passar diante dele; [...] ele deve ser capaz de intervir para produzir na unidade que passa a lembrança de todas que a precederam; [...] ele deve saber conceber essa sucessão simultaneamente.

Ou seja, as capacidades de classificação e aprendizado são essenciais para estabelecer um sistema numérico. A habilidade de transformar percepções de objetos concretos em elementos abstratos por símbolos, estabelecendo uma ordem para o que vem antes e depois de forma consecutiva, foi o diferencial. A representação dessas abstrações é o que entendemos como número.

Sabendo que até os indivíduos mais jovens têm a capacidade de assimilar quantidades, não espanta imaginar que povos ao redor do mundo fossem capazes de estabelecer sistemas numéricos. Um traço comum dessa evolução matemática está nas primeiras bases adotadas, geralmente em base 2 (binária), 3 (ternária) ou 4 (quaternária), já que era a quantidade de objetos que o cérebro consegue discernir rapidamente (Boyer; Merzbach, 2012; Goebel, 2021; Ifrah, 1989).

Outro padrão de surgimento de bases numéricas, sendo o próximo passo dos métodos de contagem, veio novamente de partes do corpo: podia-se ver uma mão (base 5), duas mãos (base 10) ou os dedos das mãos e pés (base 20). Num estudo com indígenas americanos, foi possível observar que algumas tribos utilizavam, em sua maioria, sistemas decimais (base 10), com uma quantidade quase igual de tribos quinárias (base 5) ou quinário-decimais (mistura das bases 5 e 10). Outras ainda utilizavam os sistemas binário e ternário, porém eram minoria, mostrando uma tendência natural ao cálculo decimal.

Naturalmente, assim como aconteceu no princípio da contagem, os processos de criação dos números e de sistemas de contabilização mais complexos não aconteceram de forma igual nas sociedades. Diversos grupos, dentro de suas possibilidades e necessidades, desenvolveram de forma particular seus próprios modos de contar. Os sumérios e babilônios, por exemplo, utilizaram a escrita cuneiforme na base 60 (Pedroza, 2010; BBC News Brasil, 2020), num uso auxiliar da base 10. Há controvérsias sobre as reais bases auxiliares desse sistema: os estudos mais aceitos dizem que foram utilizadas as bases 5 e 12, enquanto outros apontam a possibilidade das bases 6 e 10. É um dos primeiros sistemas posicionais criados pelo homem e diz que é o primeiro que possuiu uma abstração do zero.

1	11	21	31	41	51
2	12	22	32	42	52
3	13	23	33	43	53
4	14	24	34	44	54
5	15	25	35	45	55
6	16	26	36	46	56
7	17	27	37	47	57
8	18	28	38	48	58
9	19	29	39	49	59
10	20	30	40	50	60

Figura 2. Sistema de numeração babilônica / Fonte: Oliveira (on-line).

Os egípcios, por sua vez, desenvolveram um sistema de numeração conhecido como numeração hieroglífica decimal, em que cada símbolo representava uma potência de 10. Esses símbolos, que representavam elementos da fauna e flora da região, representavam os números 1, 10, 100, 1000, 10000, 100000 e 1000000. Não era posicional, apenas aditivo, mas sua rápida representação permitia ser bastante usado na construção de templos.

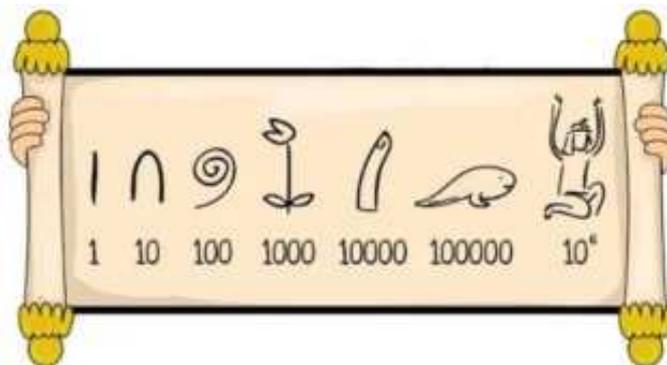


Figura 3. Sistema de numeração egípcio / Fonte: Oliveira (on-line).

Os etruscos deram origem à numeração que conhecemos hoje como números romanos. Através de traços retilíneos, representavam-se os nove primeiros números naturais. Pela dificuldade de visualizar os dados, o sistema quinário entrou em ação e foram adotadas novas formas de representação, o que se viria no sistema romano como V (cinco), L (cinquenta) e D (quinhentos), além das representações decimais X (dez), C (cem) e M (mil). É um modelo parcialmente aditivo e posicional (a posição do símbolo pode somar ou subtrair do símbolo seguinte), sendo adotado até hoje como convenção de séculos.

Essas são algumas das formas que os humanos desenvolveram seus sistemas de contagem e bases numéricas ao longo da história. Mesmo com a adoção da base 10, resquícios de outras bases permanecem até hoje. As razões para adoção dessas bases são diversas, como será visto na continuação deste artigo.

## METODOLOGIA

A pesquisa deste projeto possui abordagens principalmente qualitativas. O aspecto qualitativo do projeto envolve contextualizar os dados obtidos através de livros, textos narrativos, projetos gráficos, desenhos ou outras formas de exibição. Conforme Godoy (1995, p. 21):

Algumas características básicas identificam os estudos denominados “qualitativos”. Segundo esta perspectiva, um fenômeno pode ser melhor compreendido no contexto em que ocorre e do qual é parte, devendo ser analisado numa perspectiva integrada. [...] Vários tipos de dados são coletados e analisados para que se entenda a dinâmica do fenômeno.

Buscando entender a origem dos números, o foco deste artigo é histórico. Portanto, a parte exploratória é fundamental no processo, considerando a necessidade de levantamento bibliográfico e documental, além da busca em sites especializados.

A revisão de literatura também é parte integrante do projeto, dada a comparação entre diversas fontes sobre os mesmos fatos históricos. Diversos estudiosos foram pesquisados, e seus trabalhos são comparados para revisionismo criterioso.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

O padrão atual de representação numérica é a base 10, utilizado em praticamente todo o mundo. Inventados na Índia e com registros desde o século V d.C., os primeiros algarismos já contavam com uma representação para o zero, algo não visto em outras civilizações. No século VII d.C., durante a expansão islâmica, os árabes estabeleceram em Bagdá um novo centro matemático após a destruição da Biblioteca de Alexandria. O califa Al-Mansur, em 773, trouxe vários estudiosos, incluindo matemáticos e astrônomos hindus, que ensinaram aos árabes o sistema indiano de numeração (Brandemberg; Filho, 2020).

Um desses matemáticos árabes foi Mohammed Ibu-Musa Al-khowarizmi, cujo nome passou a ser sinônimo de algarismo. Suas obras de astronomia e matemática ganharam divulgação, impulsionadas pela expansão árabe, e chegaram aos europeus, que aprenderam e difundiram o sistema hoje conhecido como indo-arábico.

Com a disseminação do sistema indo-arábico na Europa, principal centro acadêmico mundial da época, tornou-se apenas uma questão de tempo para que muitos territórios adotassem o padrão decimal. Até mesmo o sistema imperial, que uti-

lizava medidas como pés, polegadas e onças, foi gradualmente substituído pelo padrão métrico adotado após a Revolução Francesa, utilizando metros, quilogramas e outras unidades definidas em potências de 10 (TED-ED, 2016).

Contrariando a esse movimento, a invenção do computador exigiu um sistema diferente para a transmissão de informações. Como os comandos são transmitidos por impulsos elétricos e os circuitos possuem apenas os estados de ligado e desligado, o sistema binário se tornou a escolha óbvia e permanece como padrão até hoje.

Além do binário, o computador também impulsionou o uso de outros dois sistemas: o octal e o hexadecimal. O sistema octal, baseado em 8, utiliza os símbolos de 0 a 7. A escolha por essa base se deveu à necessidade de compactar a informação dos binários, transformando três bits em uma única unidade de informação (note que  $8 = 2^3$ ). Embora facilitasse a representação de grandes binários, o sistema octal perdeu relevância para o hexadecimal, de base 16, amplamente utilizado em tecnologia. As cores no computador, por exemplo, utilizam o sistema hexadecimal, em um padrão conhecido como RGB (de *red*, vermelho, *green*, verde, e *blue*, azul), capaz de representar 16.277.216 ( $16^6$ ) cores diferentes.

maroon #800000	red #ff0000	orange #ffa500	yellow #ffff00	olive #808000
purple #800080	fuchsia #ff00ff	white #ffffff	lime #00ff00	green #008000
navy #000080	blue #0000ff	aqua #00ffff	teal #008080	
black #000000	silver #c0c0c0	gray #808080		

Figura 4. Padrão RGB

Fonte: <https://www.w3.org/TR/CSS21/syndata.html#color-units>. Acesso em: 18 ago. 2024.

Apesar do sistema decimal ser o mais utilizado, ainda é possível ver a aplicação de outros sistemas históricos. Algarismos romanos para sucessões, a contagem de ângulos baseada no sistema mesopotâmico, binários e hexadecimais: um modelo padrão não impede a adoção de outros.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

Ao longo da história, as sociedades desenvolveram sistemas de contagem para quantificar objetos e eventos. No início, métodos simples, como contar nos dedos ou usar pedras, foram utilizados. Civilizações antigas, como as da Mesopotâmia, Egito e China, criaram sistemas rudimentares de contagem. A Babilônia, por exemplo, introduziu um sistema baseado em 60, enquanto os egípcios usavam um sistema decimal.

O sistema indo-arábico, com dígitos de 0 a 9 e valor posicional, originou-se na Índia antiga e se espalhou pelo mundo. Durante a Idade Média, esse sistema substituiu os sistemas romanos. Com o avanço da matemática, surgiram notações e algoritmos aritméticos. A invenção da calculadora mecânica e do computador acelerou a contagem e a representação numérica, readotando sistemas utilizados no princípio da contagem de uma forma inovadora.

Os sistemas de contagem evoluíram para atender às necessidades humanas de quantificação e compreensão do mundo, proporcionando avanços em várias áreas. Desde os métodos mais primitivos até as tecnologias modernas, a capacidade de quantificar e representar numericamente informações tem sido fundamental para o progresso da humanidade.

# REFERÊNCIAS

---

AMARAL, A. C. V. do. **Os indo-arábicos, os irracionais e os reais: apanhado histórico e propostas de ensino**. 2021. 130 f. Dissertação (Mestrado em Matemática) – Curso de Matemática, Universidade do Estado de Santa Catarina, Joinville, 2021. Disponível em: <https://sistemabu.udesc.br/pergamumweb/vinculos/00008a/00008a24.pdf>. Acesso em 15 jun. 2023.

BBC NEWS BRASIL. Existe uma forma melhor de contar que a de 1 a 10? Para muitos matemáticos, sim. **BBC**, 26 dez. 2020. Disponível em: <https://www.bbc.com/portuguese/geral-54786494>. Acesso em: 15 jun. 2023.

BOYER, C. B.; MERZBACH, U. C. **História da matemática**. 3. ed. São Paulo: Blucher, 2012.

BRANDEMBERG, J. C.; FILHO, J. dos S. G. Sobre a divulgação do sistema indo-arábico na europa no século XIII. **Boletim Cearense de Educação e História da Matemática**, v. 7, n. 20, p. 380-391, 2020. Disponível em: <https://revistas.uece.br/index.php/BOCEHM/article/download/2843/3058/12738>. Acesso em: 15 jun. 2023.

GODOY, A. S. Pesquisa qualitativa: tipos fundamentais. **Revista de Administração de empresas**, v. 35, p. 20-29, 1995.

GOEBEL, S. Por que os animais reconhecem números, mas só os humanos conseguem fazer contas. **BBC**, 7 ago. 2021. Disponível em:

<https://www.bbc.com/portuguese/geral-58070112#:~:text=O%20sistema%20tradicional%20de%20contagem,umbigo%2C%20test%C3%ADculos%20e%20o%20p%C3%AAnis>. Acesso em: 13 jun. 2023.

IFRAH, G. **Os Números: história de uma grande invenção**. Rio de Janeiro: Globo, 1989.

OLIVEIRA, R. R. de. Sistemas de numeração. **Mundo Educação**. c2024. Disponível em: <https://mundoeducacao.uol.com.br/matematica/sistema-numeracao.htm>. Acesso em: 16 jun. 2023.

PEDROZA, P. A. **Sistemas de Numeração Antigos**. 2010. 24 f. Monografia (Licenciatura em Matemática) – Faculdade de Educação, Ciências e Letras do Sertão Central, Universidade Estadual do Ceará, Quixadá/CE, 2010. Disponível em: <http://www.mat.ufpb.br/bienalsbm/arquivos/Mini-Cursos/PatriciaAires/Sistemas-de-Numera%C3%A7%C3%A3o-Antigos-Patricia.docpdf.pdf>. Acesso em: 17 jun. 2023.

POR QUE O SISTEMA MÉTRICO É IMPORTANTE - MATT ANTICOLE. [S.l.]:[s.n.]. 2016.1 vídeo (5 min. 07 seg.). Publicado pelo canal TED-Ed. Disponível em: <https://youtu.be/7bUVjJWA6Vw>. Acesso em 15 jun. 2023.



AMANDA MACHADO MEDEIROS<sup>1</sup>  
ANTONIO JACINTO DE SOUSA ALVES<sup>2</sup>

# História da Matemática dos Séculos XIX e XX: Um Estudo Sobre as Contribuições da Presença Feminina na Matemática

*History of nineteenth and twentieth-century mathematics:  
a study on the contributions of the female presence in the mathematic*

ARTIGO 8

84-96

---

<sup>1</sup> Acadêmica do Curso de Licenciatura em Matemática (FLC3823MAD). Centro Universitário Leonardo da Vinci – UNIASSELVI. Rio Grande, RS. amandamedeiros243@gmail.com.

<sup>2</sup> Professor Tutor Externo do Centro Universitário Leonardo da Vinci – UNIASSELVI. Granja, CE. 100104841@tutor.uniassevi.com.br

**Resumo:** A relação feminina com a matemática é marcada por uma história carregada de lutas, barreiras, exclusão e preconceito. Observamos que em pouquíssimos materiais, como livros e trabalhos acadêmicos, são citadas obras de contribuições de mulheres e cientistas ao longo da História da Matemática. O presente trabalho, parte da problemática do pouco conhecimento e exposição sobre as contribuições das mulheres e o quão importante foram, e conhecendo e reconhecendo as dificuldades enfrentadas por elas ao longo da história, destacando algumas das principais mulheres ao longo da história da matemática dos séculos XIX e XX e seus trabalhos. Trabalhos esses, não apenas científicos, mas também de resistência, luta e resiliência. A construção desse paper deu-se através de revisões bibliográficas por meio da literatura especializada com a contribuição de outros autores. Em virtude disso, o saber sobre a história das mulheres na matemática, é saber sobre o desenvolvimento e evolução, onde nos mostra contribuições dessas em matérias que normalmente são vistas como conteúdos masculinos, como, por exemplo, o cálculo. O presente estudo nos traz uma reflexão de como alguns papéis são disputados e tratados como domínios masculinos, e em grande parte das vezes, dando prioridade a eles e criando dificuldades para que as mulheres possam alcançar seus lugares na sociedade.

**Palavras-chave:** História da Matemática. Mulheres na Matemática. Representatividade.

**Abstract:** The female relationship with mathematics is marked by a history full of struggles, barriers, exclusion and prejudice. We observed that in very few materials, such as books and academic works, works of contributions by women and scientists throughout the History of Mathematics are cited. The present work, part of the problem of little knowledge and exposition about the contributions of women and how important they were and knowing and recognizing the difficulties faced by them throughout history, highlighting some of the main women throughout the history of mathematics of the centuries XIX and XX and their works. These works, not only scientific, but also resistance, struggle and resilience. The construction of this paper took place through bibliographic reviews through the specialized literature with the contribution of other authors. As a result, knowledge about the history of women in mathematics is knowledge about development and evolution, where it shows us their contributions in subjects that are normally seen as male content, such as, for example, calculus. The present study brings us a reflection on how some roles are disputed and treated as male domains, and in most cases, giving priority to them and creating difficulties for women to reach their places in society.

**Keywords:** History of Mathematics. Women in Mathematics. Representativeness.

## INTRODUÇÃO

A discussão ao redor da representatividade feminina, tem sido foco de muitos estudos e tem ganhado força ao longo das últimas décadas, principalmente a partir na década de 1960. Sabemos o quão importante é debater sobre os assuntos relacionados a representatividade das mulheres, contribuições, dificuldades e suas lutas por espaços. Quando se trata sobre as ciências, estudos e descobertas, há uma necessidade ainda maior em relatar, para destacar as presenças das mulheres por trás de muitos nomes masculinos.

Souza (2006) nos traz a realidade que infelizmente por muitas vezes ou até na maioria delas, os próprios estudantes de matemática não têm o conhecimento da participação feminina e “muito menos se houve essa participação”. Com isso, podemos ver o quão escasso é o saber das capacidades das mulheres e que talvez muito dos desenvolvimentos delas puderam ser coisas que os homens ainda não tinham “pensado” e nem conseguido.

Através do desenvolvimento de pesquisas e descobertas em registros desenvolvidos ao decorrer dos tempos, e assim publicados por autores relacionados ao assunto história da matemática, consegue-se analisar que a presença feminina não era comum. E isso está relacionado, ao fato de que o comparecimento das mesmas não era bem-vista pela sociedade. Perante as visões da época, as mulheres deveriam se dedicar apenas a família, filhos e ao lar. Reflexos esses, que se deram através de uma sociedade com base em uma visão arcaica e que infelizmente ainda é vista nos tempos atuais. Além disso, o conhecimento era algo permitido apenas aos homens.

As universidades não aceitavam as mulheres para fazerem parte do seu corpo discente, com isso, resultando então, na falta de espaço para que

elas pudessem contribuir no desenvolvimento, aperfeiçoamento ou até mesmo nas descobertas matemáticas. Ouve-se sempre como destaque alguns dos principais matemáticos como Tales, Pitágoras e Euclides, porém pouco se escuta sobre os nomes femininos.

Em torno dessas questões das diferenças entre os sexos, será brevemente relatado alguns questionamentos sobre o porquê as mulheres não estariam “preparadas” para ocupar esses espaços que sempre foram representados e destinados aos homens. Questão essa, que busca desfazer alguns mitos para que a sociedade possa começar a rever algumas questões que ainda estão impregnadas em muitas pessoas.

Ao direcionarmos a esse tema, tão importante para a nossa sociedade, trazemos então a seguinte questão: Quais as contribuições femininas ao longo do desenvolvimento da matemática? Mostrar o quão foram importantes as descobertas e ressaltando como diversas mulheres foram necessárias no desenvolvimento dos estudos, pesquisas e na educação. Não apenas nos números, mas mostrando que se não houvessem lutado para que conseguissem se introduzir no meio universitário, muitas delas não teriam conseguido chegar tão longe e finalmente ganhando destaque por seus trabalhos.

Com o objetivo a relacionar as contribuições femininas em projetos, instituições, dentre outros temas que estão presentes ao longo da história da matemática, sendo o foco principal do presente trabalho a ser desenvolvido. Reconhecer também, algumas das dificuldades e lutas por elas enfrentadas, para que pudessem finalmente garantir seus espaços. Demonstrar as suas contribuições matemáticas e o quão importante foram, para o desenvolvimento de descobertas e aprimoramentos para o futuro.

## REFERENCIAL TEÓRICO E JUSTIFICATIVA

Na história das mulheres sempre se fez presente lutas, superações e resistência. O preconceito se faz existente nas mais diversas sociedades, sempre com um tratamento voltado a elas de inferioridade, símbolo de fraqueza, sensibilidade (não em um bom sentido) e incapacidade intelectual. Muitos movimentos ao longo dos anos, foram iniciados a fim de combater o preconceito e questões relacionadas a gênero.

Brevemente, é preciso contextualizar algo importante e que se faz presente na sociedade em todos os tempos. Ao falarmos de gênero logo nos vem em mente “gênero feminino e masculino”, diferenciando os homens das mulheres (em conceito de diferença sexual). Logo está correto esse conceito de gênero. Porém, o que se faz necessário a entender é que, é através disso, dessas definições dos gêneros, que a sociedade se molda, se caracteriza, e caracteriza o que é de um e do outro.

Normalmente essa relação de gêneros nos faz presente a desigualdade presente, entre homens e mulheres. Cabral e Diaz (1998, p.1) nos dizem o seguinte “Gênero refere-se às relações sociais desiguais de poder entre homens e mulheres que são o resultado de uma construção social do papel do homem e da mulher a partir das diferenças sexuais”. Através disso, podemos compreender que questões como essas devem ser tratadas pela sociedade, não apenas como distinção de sexos, mas como forma de demonstrar as diferenças por trás disso.

Scott (1995, p. 72) nos fala o seguinte sobre gênero:

[...] o termo ‘gênero’ parece ter feito sua aparição inicial entre as feministas americanas, que queriam enfatizar o caráter fundamentalmente social das distinções baseadas no sexo. A palavra indicava uma rejeição do determinismo biológico implícito no uso de termos como ‘sexo’ ou ‘diferença sexual’.

O termo ‘gênero’ enfatizava igualmente o aspecto relacional das definições normativas da feminilidade. Aquelas que estavam preocupadas pelo fato de que a produção de estudos sobre mulheres se centrava nas mulheres de maneira demasiado estreita e separada utilizaram o termo ‘gênero’ para introduzir uma noção relacional em nosso vocabulário analítico. Segundo esta visão, as mulheres e os homens eram definidos em termos recíprocos e não se poderia compreender qualquer um dos sexos por meio de um estudo inteiramente separado [...].

Entendemos por desigualdade de gênero uma predominância vantajosa dos privilégios de um determinado gênero em detrimento a outro ou outros. Historicamente falando, e infelizmente ainda há uma predominância das vontades, dos direitos e poder do sexo masculino, sobrepujando aos femininos. Assim, subjugando as capacidades e ordenando o que podiam ou não fazerem. Como nos fala Nunes (2021, p. 9):

Durante séculos as mulheres foram subjugadas e diminuídas para caberem num papel que os homens designaram para elas. Elas eram vistas como seres secundários, que deviam ser dependentes dos homens, devendo assim obediência e servidão, primeiro ao pai e depois ao marido. As funções das mulheres eram, unicamente, reproduzir, cuidar da casa, do marido e dos filhos.

Com isso, é de suma importância conhecermos um dos movimentos mais importantes da história da luta feminina. O movimento sufragista, ocorrido no final do XIX e início do século XX, sendo de âmbito internacional. No qual o seu objetivo era que as mulheres tivessem o direito ao sufrágio (voto) e melhores condições de trabalho.

Dentro desse movimento, é importante destacar uma grande mulher chamada de Emily Davison, que se tornou uma militante decisiva no ocorrido. Porém, como a grande maioria das mulheres militantes, principalmente da época, Emily veio a falecer terrivelmente. Durante o seu funeral, milhares de mulheres saíram às ruas para protestarem reivindicando os seus direitos ao voto. Com isso, “marcando uma manifestação de visível importância para o movimento Sufragista” (Monteiro; Grubba, 2017, p. 268).

[...] Em meio há muitas ações do movimento para o resgate da dignidade das mulheres, Emily participou de um evento chamado Derby de Epsom que ocorreu em 4 de junho de 1913, foi então que algo trágico aconteceu, ao tentar pôr um cartaz sufragista em um cavalo do rei George V da Inglaterra foi pisoteada pelo mesmo, isso voltou os olhares para a causa sufragista já que o evento reuniu autoridades, a sociedade elitizada da época e a imprensa que acompanhava o evento. O impacto da morte de Emily Davison foi um episódio, que marcou profundamente as estruturas políticas da época e contribuiu para a organização e do movimento que intensificou ações de protestos e passeatas pelo direito ao voto e melhores condições de trabalho (Sá, 2017, p. 13).

Um dos movimentos feministas mais importantes, presentes na história chegou ao Brasil com um grande empenho das mulheres. O movimento sufragista só teve início no Brasil por volta do final do século XIX e início do século XX. Onde o nome mais conhecido pelo movimento feminista da época, porém, não o único era de Berta Lutz (Karawejczyk, 2021). “[...] além de ser uma das fundadoras da Federação Brasileira pelo Progresso Feminino, após ver as manifestações fora do país, resolveu lutar pela causa das mulheres se tornando um referencial para essa luta.” (Sá, 2017, p. 14)

Federação Brasileira pelo Progresso Feminino, organização que fez campanha pública pelo voto, tendo inclusive levado, em 1927, um abaixoassinado ao Senado, pedindo a aprovação do Projeto de Lei, de autoria do Senador Juvenal Larmartine, que dava o direito de voto às mulheres. Este direito foi conquistado em 1932, quando foi promulgado o Novo Código Eleitoral brasileiro (Pinto, 2010, p. 16).

Ainda sobre a liberação do voto para as mulheres no Brasil, Sá (2017, p. 14) destaca que:

Esse movimento feminista conseguiu o direito ao voto no Brasil, depois de uma organização através de um abaixo-assinado, mas logo após 1930 houve um declínio no movimento feminista e que só voltou a se manifestar após 1960, trinta anos depois, com a publicação de dois livros que marcaram a luta contra o preconceito que foram *O Segundo Sexo*, de Simone de Beauvoir, publicado em 1949 e o livro *A Mística Feminina*, de Betty Friedan, lançado em 1963.

Reconhecemos que, ocorreram milhares de movimentos feministas importantíssimos ao longo da história. Para chegarmos até aqui, muitas mulheres precisaram lutar bravamente. O movimento citado acima, foi apenas para termos a noção da grandiosidade dos problemas enfrentados e ocorridos à poucos anos, estando ainda presentes na sociedade atual em que vivemos. Dentro das ciências, especificamente a matemática, veremos que não foi fácil a visibilidade feminina.

Através de uma visão antiquada, as mulheres eram proibidas até mesmo de frequentar o ensino formal, por ser algo inapropriado (Nunes, 2021). Com isso, pode-se constatar que as oportunidades para aquelas que gostariam de frequentar o ensino formal eram mínimas. E menor ainda, dentro das ciências, por acharem

que a matemática era a ciência dos homens e dominada assim por eles, e que o sexo feminino não teria essa capacidade.

Mas felizmente, mesmo havendo diversos preconceitos e barreiras, muitas mulheres lutaram e seguem lutando para conquistarem seus direitos, espaços e visibilidade por seus trabalhos (cientificamente falando). Foram muitos anos de lutas e resistência acima de tudo, sendo elas incansáveis e procurando sempre meios para desenvolverem seus estudos e pesquisas.

Em segundo lugar, as mulheres eram proibidas de frequentar lugares públicos, entrar em bibliotecas, universidades, publicar resultados de suas pesquisas ou discutir em posição de igualdade sobre seus conhecimentos com os cientistas. Muitas produziam conhecimento em laboratórios dentro de seus lares e os resultados de seus estudos eram divulgados com nomes de seus irmãos, pais ou maridos ou algum outro representante masculino, pois aos homens era permitido produzir conhecimento científico. Algumas usaram pseudônimos masculinos para poder comunicar-se com outros cientistas serem ouvidas e respeitadas (Carvalho; Cassagrande, 2011, p. 23).

Por parte da sociedade há um a carência no conhecimento sobre a história da criação de muitos conteúdos e descobertas. Infelizmente sempre que é dito ou até perguntado a si mesmo, como tal coisa foi descoberta ou inventada, isso se relaciona ao pensando de que algum homem tenha realizado. Vejamos aqui, a necessidade de uma introdução principalmente por meio dos livros didáticos, pois são eles que estão presentes na vida de todos os estudantes, sejam ele do ensino básico ou até mesmo superior.

Partindo de tudo o que se foi visto, é importante conhecermos algumas mulheres que contribuíram com seus fazeres científicos desde a antiguidade. Mostrando o quão potente elas foram, e que são sinônimo da resistência feminina, na luta pelo espaço dentro da ciência, sendo algumas delas: Hipátia, Elena Lucrezia Piscopia, Sophie Germain, Sofia Kovalevskaja, Maria Gaetana Agnesi, dentre outras.



Figura 1. Hipátia de Alexandria  
Fonte: Universidade Federal Fluminense (2023).

A Figura 1 (acima) ilustra a imagem de Hipátia de Alexandria, uma mulher nascida no Egito no ano de 370 d.C. Tendo um pai matemático conhecido como Theon, que também era filósofo e astrônomo. A influência intelectual de seu pai foi vital. Theon foi o último diretor do Museu de Alexandria. Ainda segundo Gomes (2020), Hipátia foi a primeira mulher matemática que a história registra, com isso mostrando inicialmente como sua figura se faz importante para o crescimento das mulheres nas ciências.

Hipátia é considerada a primeira mulher a ter trabalhos importantes na área das Ciências Exatas e, paralelamente, ter conhecimento em Filosofia e Medicina. Em Matemática, sua pesquisa foi apresentada em numerosos manuscritos, como “Comentários sobre a aritmética de Diofanto”. Cabe observar que Diofanto de Alexandria foi um importante matemático grego do século III a.C., considerado por muitos estudiosos como o “pai da álgebra”. Outra contribuição de Hipátia foi o lançamento de comentários sobre os “Elementos de Euclides”, que os fez juntamente com seu pai, Theon, que era especialista em trabalhos euclidianos. Ela também reescreveu um tratado sobre a obra “As Cônicas” de Apolônio [5]. Suas reinterpretações simplificaram os conceitos de Apolônio, usando uma linguagem mais acessível, tornando-o em um manual fácil de ser seguido pelo leitor interessado (Gomes, 2020, p. 2)

Ainda segundo Gomes (2020), Hipátia era pagã e defendia o racionalismo científico grego, além de ter sido uma figura política influente, sofreu imensa hostilidade. Como resultado de acusações contra ela de blasfêmia e por acharem que existiam sentimentos anticristãos por parte da mesma, Hipátia foi assassinada e esquartejada.

Hipátia carrega em seu nome um grande peso de ser a primeira mulher a ser citada na história da matemática. Sem sombra de dúvidas, sabe-se que seu papel foi fundamental para a abertura dos caminhos matemáticos, para mulheres que estavam por vir e trazerem seu diferencial e quebrando os paradigmas machistas e preconceituosos que estavam impregnados e com força total daquela época. Sua sensibilidade trouxeram a matemática releituras que facilitaram o desenvolvimento e carregando linguagens acessíveis, no qual facilitava para os leitores.



Figura 2. Elena Lucrezia Piscopia / Fonte: Maquiné (2017).

Na imagem 2 (acima) vemos Elena Lucrezia Piscopia, uma Italiana nascida em Veneza, no dia 5 de junho de 1646. Filha de Zenetta Giovanna Boni, onde era pertencente a uma classe não propriamente privilegiada e do procurador da cidade de São Marcos (Veneza) Giovanni Baptista Cornaro-Piscopia. Lucrezia cresceu em um meio estimulante e cultural, “dentre as quais o grande Leonardo da Vinci”. Elena foi a primeira mulher na Europa a conquistar o título de Doutora na Universidade de Pádua em 25 de junho de 1678 (Carvalho; Ferreira; Peneiro, 2016).

Carvalho, Ferreira e Penereiro (2016, p. 578-579) nos relata brevemente alguns fatos da história dessa grande mulher:

[...], porém, o que lhe ajudou a conquistar uma formação científica de destaque foi a devoção de seu pai. Lucrezia, extremamente piedosa e religiosa, pretendia se tornar freira beneditina, mas seguiu as orientações paternas e

foi para a Universidade de Pádua para aprofundar os estudos. Enfrentou dificuldades com a Igreja Católica quando se preparava para obter o grau de doutora em Teologia, acarretando a defesa de seu trabalho na área da Filosofia. Diante da grande quantidade de interessados em assistir à defesa de ideias da Física e da Filosofia de Aristóteles, esta ocorreu na Catedral da Sagrada Virgem, onde Lucrezia falou brilhantemente por mais de uma hora em latim clássico. Tornou-se, pouco depois, professora de Matemática na própria Universidade de Pádua, membro de academias científicas, manteve contatos com estudiosos de diferentes áreas do conhecimento, mas não teve tempo para produzir grandes resultados matemáticos.

Contudo, e tristemente, Elena veio a falecer cedo demais, aos 38 anos de idade no dia 26 de julho de 1684 devido a uma pneumonia (Carvalho; Ferreira; Peneiro, 2016). Mesmo partindo precocemente, Elena deixou sua marca brilhantemente na história das mulheres, e se tornando-se assim uma figura de grande importância e resistência como tantas outras.



Figura 3. Sophie Germain / Fonte: Santos (2023).

Na Figura 3 (acima) vemos uma ilustração de Sophie Germain, uma mulher nascida na França em Paris, no dia 01 de abril de 1776, fazia parte de uma família com boas condições financeiras, onde o apoio financeiro nunca foi um problema para os seus estudos. Filha de Ambrose-François, foi um político, comerciante e um dos Diretores do Banco da França. Sobre sua mãe Marie-Madeline, pouco se sabe. Sophie teve um papel fundamental na teoria dos números e em teoria da elasticidade (Silva, 2022).

[...] pôde estudar até os 18 anos, na biblioteca da própria casa. Se apaixonou pela Matemática ao ler Arquimedes, disciplina esta que foi proibida, posteriormente, por seus pais. Ao atingir a maioridade, fingiu ser aluna da École Polytechnique, assinando as atividades por meio do pseudônimo Monsieur AntoineAuguste Le Blanc. Porém, foi descoberta pelo professor, que, impressionado com a sua capacidade na área, decidiu orientá-la, fato esse que abriu portas para que a moça mantivesse contato com outros autores e estudiosos renomados. Desse modo, Sophie auxiliou na constituição de algumas teorias e obras da área, tais como a Teoria dos Números, as Discussões de Aritmética, dentre outras (Silva, 2020, p. 21).

Sophie viveu no período da Revolução Francesa, onde o maior objetivo era a luta por igualdade. As mulheres que poderiam ter acesso à educação, eram educadas em casa por suas famílias, e uma mulher como ela, que se interessava pelas ciências exatas acabou-se por se tornar de certa forma, uma mulher solitária, pois esta ciência era vista como a dos homens e não havia um espaço para o sexo feminino (Silva, 2022).



Figura 4. Sofia Kovalevskaya / Fonte: Maquiné (2017).

Sofia Kurvin-Krukovsky Kovalevskaya, mais conhecida como Sofia Kovalevskaya, nasceu em Moscou na Rússia em 15 de janeiro de 1850, filha do general russo Vasily Kurvin-Krukovsky e de Yelizaveta Schubert. A família de Sofia tinha boas condições financeiras, com isso, podendo ser proporcionada a ela uma educação de qualidade e educada em casa (Silva, 2022).

Segundo Silva (2022, p. 24) “[...] Seu interesse pela matemática é decorrente das anotações de cálculo do seu pai, que foram coladas nas paredes do seu quarto onde desde nova ficava instigada a resolvê-las, assim como Sofia credits a seu tio Peter”. Pode-se notar que a paixão pelos números surgira desde muito cedo na vida de Sofia e seguiu com ela até o final de sua vida.

Após a conclusão do ensino básico, ela tinha o desejo por continuar seus estudos na área da matemática, contudo as universidades mais próximas, localizavam-se na Suíça e com o impedimento da época, as mulheres solteiras não eram permitidas a viajarem sozinhas (Silva, 2020). Foi então que “Para resolver o problema, Sofia celebrou um casamento de conveniência com Vladimir Kovalevsky em setembro de 1868” (Silva, 2020, p. 12 *apud* Santos, 2019).

Sofia contribuiu com três trabalhos na esperança de conquistar seu diploma. “O primeiro deles, sobre a teoria das equações diferenciais parciais, foi publicado no diário de Crelle, uma tremenda honra para uma matemática desconhecida e em julho de 1874, Sofia Kovalevskaya recebeu um PhD da Universidade de Göttingen” (Silva, 2020, p. 12). Após um período ela fez uma contribuição apresentando um artigo sobre integrais abelianas em uma conferência. Em 1874 Sonja Kovalevsky foi distinguida, *in absentia*, com o grau de Doutora em Filosofia pela Universidade de Göttingen e, devido à excelência de um artigo apresentado sobre equações diferenciais parciais, foi dispensada do exame oral (Neves, 2004, p. 619 *apud* Silva, 2022, p. 25).

Além do grande papel e contribuição no meio das ciências exatas “Kovalevskaya também ganhou reputação como escritora, defensora dos direitos das mulheres e defensora de causas políticas radicais” (Silva, 2020, p. 13). Com isso, Sofia enfrentou grandes dificuldades relacionadas ao preconceito de gênero para que pudesse chegar ao “sucesso” que mereceu com muita coragem e determinação.



Figura 5. Maria Gaetana Agnesi  
Fonte: Universidade Federal Fluminense (2023).

Na Figura 5 (acima) Maria Gaetana Agnesi uma mulher nascida em Milão na Itália em 16 de maio de 1718 (Moura, 2017). Foi educada em casa, pois na época não se era permitido mulheres estudarem fora de casa, além de casa, elas só poderiam ter estudo em casa com a autorização dos pais e maridos. Com sorte, o pai de Maria Gaetana, era um grande incentivador da vida acadêmica de sua filha. Ele sempre prezou por um ensino de qualidade (Sá, 2017).

Sobre as obras de Maria Gaetana, Moura e Saito (2014, p. 8) *apud* Sá (2017, p. 21) apresentam que:

Especificamente entre os anos de 1738 e 1748, Agnesi viria a produzir este extenso material matemático, *Instituzioni Analitiche ad Uso della Gioveniù Italiana*, escrito em vernáculo e surgido originalmente segundo Perl (1978), para servir de “livro didático” para seus irmãos. No entanto, ao que parece, nossa autora teria mudado de ideia ao longo do processo de elaboração da obra, transformando-o em um projeto mais consistente.

Gaetana fez contribuições importantes publicando um livro sobre Cálculo, Álgebra, Geometria Analítica, Trigonometria e Equações Diferenciais, no ano de 1748, contendo cerca de 1070 páginas e chamando-se *Instituzioni analitich* (Sá, 2017). Uma mulher com grandes contribuições, que infelizmente a grande parte da sociedade e estudantes matemáticos desconhecem.

## METODOLOGIA

A construção deste trabalho deu-se através de revisões bibliográficas. De acordo com Sousa, Oliveira e Alves (2021) a pesquisa bibliográfica é de grande importância para o autor por colher informações relacionadas com o tema abordado para o desenvolvimento do seu trabalho. Esse tipo de pesquisa utiliza-se materiais já publicados por outros autores, como livros, artigos, dentre outros materiais.

Neste trabalho procura-se entender, qual a importância feminina na história da matemática, quais seriam as dificuldades enfrentadas por elas ao longo da história e quais foram alguns dos trabalhos realizados. Trazendo como referência para a sociedade as suas capacidades e suas histórias de vida, encorajando cada vez mais as mulheres, e mostrando o quanto todas são capazes. Mostrando-lhes que, diversos fatos ocorridos deram-se a partir de mulheres.

Com isso, espera-se promover o reconhecimento dessas mulheres na atualidade e, por meio de implementações no ambiente escolar, solucionar a longo prazo a falta de conhecimento sobre a presença feminina na evolução da sociedade moderna e nas tecnologias. Tal mudança não só promove a igualdade de gênero, mas também enriquece a compreensão geral da história da ciência, mostrando que a evolução das sociedades modernas e suas tecnologias foram moldadas por indivíduos de todos os gêneros, trabalhando juntos em prol do progresso humano.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

O presente trabalho, nos mostra o quão importante é sabermos sobre a história das mulheres na matemática. Seus feitos, foram extremamente necessários no desenvolvimento da sociedade e no desenvolvimento acadêmico como a teoria dos números e o nosso famoso cálculo. Além disso, o legado deixado por elas se faz presente não apenas no meio científico, mas também na luta contra pensamentos e tratamentos arcaicos, presente até os dias atuais.

Pode-se observar também que, em grande parte do desenvolvimento acadêmico os estudantes não se familiarizam em relacionar fatos matemáticos com as mulheres, isso se dá ao fato de que, na maioria dos livros os nomes mais presentes são os masculinos, com isso nos trazendo uma carência no reconhecimento dos fatos históricos deixados por elas. Através disso, vemos a necessidade de ao longo dos estudos, sendo eles no nível básico de educação até o superior, a implementação das contribuições femininas estarem presentes no âmbito escolar.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

O conhecimento sobre a história das mulheres na matemática é imprescindível, por fazer parte da evolução da sociedade como um todo e para a ciência, no desenvolvimento de fórmulas, criações, teoria dos números, o nosso famoso cálculo e álgebra, dentre outros temas. Se tratando também de revolução, força e resistência, podemos dizer que é graças a todas elas que atualmente, o sexo feminino pode estar presente na matemática e em outras áreas científicas.

Há uma carência no conhecimento e reconhecimento de suas transformações científicas e suas obras. Mesmo dentro das universidades, os estudantes de matemática não têm o conhecimento sobre elas, pois o que se faz presente na maioria dos livros de estudos, são os nomes masculinos. Por muito tempo a matemática ficou conhecida, como a ciência dos homens, e isso faz com que na sociedade esteja impregnada com pensamentos arcaicos.

Por fim, concluímos que, para que haja um conhecimento e reconhecimento, necessitamos de uma introdução no âmbito escolar. Sendo eles, nas universidades e até mesmo na educação básica, através dos livros didáticos que os acompanham por muitos anos de suas vidas, desde o ensino básico até o superior. Materiais esses, que precisam transmitir informações sobre as mulheres no estudo e contribuição da matemática.

# REFERÊNCIAS

---

CABRAL, F.; DIAZ, M. Relações de gênero. In: Secretaria Municipal de Educação de Belo Horizonte; Fundação Odebrecht. **Cadernos afetividade e sexualidade na educação: um novo olhar**. Belo Horizonte: Gráfica e Editora Rona Ltda, 1998.

CARVALHO, T. F. de; FERREIRA, D. H. L.; PENEREIRO, J. C. Matemática, Mulheres e Mitos: causas e consequências históricas da discriminação de gênero. **Educação Matemática Pesquisa**, São Paulo, v. 18, n. 2, p. 571-597, 2016.

CARVALHO, M. G. de; CASAGRANDE, L. S. **Mulheres e ciência: Desafios e conquistas**. Doutorado – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2011.

GOMES, V. de S. **A vida de Hipátia de Alexandria**. Disponível em: <http://mulheresnamatematica.sites.uff.br/wp-content/uploads/sites/237/2018/06/A-Vida-de-Hip%C3%A1tia-de-Alexandria.pdf>. Acesso em: 4 maio 2023.

KARAWEJCZYK, M. Suffragettes nos trópicos?! A primeira fase do movimento sufragista no Brasil. **Locus: Revista de História**, [S. l.], v. 20, n. 1, p. 330, 2021. Disponível em: <https://periodicos.ufjf.br/index.php/locus/article/view/20768>. Acesso em: 09 jun. 2023.

MAQUINÉ, C. C. **Contribuição das mulheres nas ciências exatas: Levantamento histórico**. 2017. 46 f. Monografia (Licenciatura em Matemática) – Faculdade de Matemática, Universidade Federal de São João Del Rei, São João Del Rei/MG, 2017.

MONTEIRO, K. F.; GRUBBA, L. S. A luta das mulheres pelo espaço público na primeira onda do feminismo: de suffragettes às sufragistas. **Direito e Desenvolvimento**, v. 8, n. 2, p. 261-278, 7 dez. 2017.

MOURA, R. A. de. **Um estudo sobre a Instituzioni Analitiche de Maria Gaetana Agnesi: álgebra e análise na Itália setecentista**. Tese (Doutorado) – Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, São Paulo, 2017. p. 27.

NUNES, M. S. A. **A Desigualdade de Gênero na Matemática: Aspectos históricos e atuais**. Trabalho de Conclusão de Curso – Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, 2021.

PINTO, C. R. J. Feminismo, História e Poder. **Revista Sociologia e Política**, Curitiba, v. 18, n. 36, p. 16, 2010. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/rsocp/v18n36/03.pdf>. Acesso em: 04 maio 2023.

SÁ, W. M. Q. C. de. **Maria Gaetana Agnesi, uma mulher e muitas contribuições para a matemática**. Monografia (Licenciatura em Matemática) – Universidade Federal do Tocantins, Araguaína, 2017. p. 13, 14, 20 e 21.

SCOTT, J. W. Gênero: uma categoria útil de análise histórica. **Educação & Realidade**, v. 20, n. 2, p. 72, 1995.

SILVA, J. B. da. **Um estudo histórico sobre o papel das mulheres no campo da matemática: obstáculos enfrentados e suas contribuições**. Monografia (Licenciatura em Matemática) – Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Caicó, 2022.

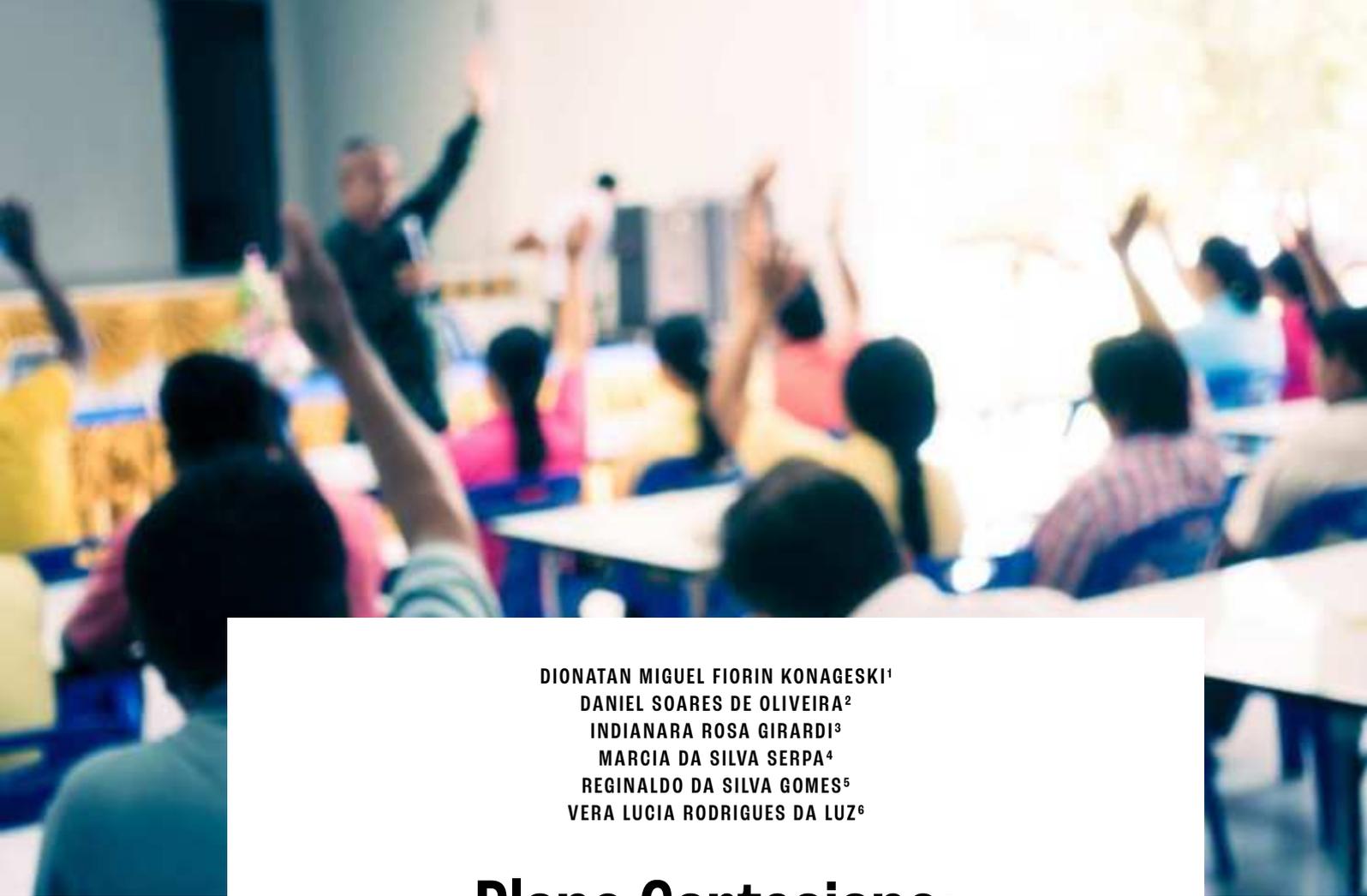
SILVA, K. R. da. **História da Matemática como Metodologia de Ensino**: um pouco sobre a história das mulheres na matemática. Trabalho de Conclusão de Curso – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Paraíba, Campus Patos, Polo São Bento, 2020.

SILVA, M. I. da. **Sophie Germain**: uma trajetória na história e na matemática. Trabalho de Conclusão de Curso – Instituto Federal da Paraíba, Cajazeiras-PB, 2023.

SILVA, O. H. M. da. **A importância das mulheres na matemática**: uma análise das contribuições femininas para a matemática no âmbito da formação docente. Trabalho de Conclusão de Curso – Instituto Federal de Educação e Tecnologia da Paraíba, Cajazeiras, 2020.

SOUSA, A. S. de; OLIVERA, G. S. de; ALVES, L. H. Pesquisa bibliográfica: princípios e fundamentos. **Cadernos da Fucamp**, v. 20, n. 43, p. 64-86, 2021.

SOUZA, K. C. da S. **As mulheres na matemática**. 2006. 16 f. Monografia (Graduação) – Universidade Católica de Brasília, Brasília, 2006.



DIONATAN MIGUEL FIORIN KONAGESKI<sup>1</sup>  
DANIEL SOARES DE OLIVEIRA<sup>2</sup>  
INDIANARA ROSA GIRARDI<sup>3</sup>  
MARCIA DA SILVA SERPA<sup>4</sup>  
REGINALDO DA SILVA GOMES<sup>5</sup>  
VERA LUCIA RODRIGUES DA LUZ<sup>6</sup>

# Plano Cartesiano: Aplicação nos Anos Iniciais do Ensino Fundamental

*Cartesian plan: application in the early years of elementary education*

ARTIGO 9

97-107

---

<sup>1</sup> Tutor externo/Orientador da Uniasselvi, Blumenau, SC. 82312@tutor.uniasselvi.com.br

<sup>2</sup> Acadêmico da Uniasselvi, Águas belas, PE. daniel\_soares56@hotmail.com

<sup>3</sup> Acadêmica da Uniasselvi, Joinville, SC. indipaulo06@gmail.com

<sup>4</sup> Acadêmica da Uniasselvi, Cerro Grande do Sul, RG. marciadasilvaserpa@gmail.com

<sup>5</sup> Acadêmico da Uniasselvi, Alvorada, RG. Reginaldo.s.gomes@outlook.com

<sup>6</sup> Acadêmica da Uniasselvi, Alvorada, RG. veraelettrica@gmail.com

**Resumo:** Este trabalho foi desenvolvido com o objetivo de justificar a aplicação do plano cartesiano nos anos iniciais do Ensino Fundamental, utilizando da interdisciplinaridade para que o aluno compreenda a aplicação cotidiana do conteúdo. Um dos pontos importantes da Base Curricular do Ensino Fundamental é ensinar aos alunos o sistema cartesiano e suas funções. A aplicação das aulas foi norteada pela Base Nacional Comum Curricular (BNCC). O sistema de coordenadas cartesianas possui inúmeras aplicações, desde a construção de um simples gráfico até os trabalhos relacionados à cartografia, localizações geográficas, pontos estratégicos de bases militares, localizações no espaço aéreo, terrestre e marítimo. Para os anos iniciais do Ensino Fundamental, a BNCC apresenta como objeto de conhecimento as coordenadas cartesianas no primeiro quadrante e a representação de deslocamento no plano cartesiano. A BNCC traz como habilidades a serem desenvolvidas nos educandos a compreensão de localização de objetos em um determinado espaço, assim como o entendimento do uso diário na resolução de problemas. A fundamentação teórica foi elaborada com base em Pesquisa Bibliográfica. A atividade foi realizada com uma turma de 5º Ano do Ensino Fundamental, envolvendo os componentes curriculares de matemática e geografia, com objetivo de entender o conceito do plano cartesiano e utilizá-lo para demarcar a localização da criança no espaço. Após a realização das atividades, pode-se perceber que os estudantes identificaram as principais características do plano cartesiano e conseguiram correlacionar esse entendimento com a sua localização. Nota-se que o entendimento aconteceu de forma mais ampla com a realização do trabalho interdisciplinar, do qual todos participaram e fizeram com que se tornasse um momento de descontração e troca de conhecimentos.

**Palavras-chave:** Plano Cartesiano. Aplicações. Matemática.

**Abstract:** This work was developed with the aim of justifying the application of the Cartesian plan in the initial years of elementary school, using interdisciplinarity so that the student understands the daily application of the content. One of the important points of the Elementary Education Curriculum Base is teaching students the Cartesian system and its functions. The application of the classes was guided by the National Common Curricular Base (BNCC). The Cartesian coordinate system has numerous applications, from the construction of a simple graph to work related to cartography, geographic locations, strategic points of military bases, locations in air, land and sea space. For the initial years of elementary school, the BNCC presents as objects of knowledge the Cartesian coordinates in the first quadrant and the representation of displacement in the Cartesian plane. The BNCC brings as skills to be developed in students the understanding of the location of objects in a given space, as well as the understanding of daily use in solving problems. The theoretical foundation was developed based on Bibliographic Research. The activity was carried out with a 5th year elementary school class, involving the curricular components of mathematics and geography, with the aim of understanding the concept of the Cartesian plane and using it to demarcate the child's location in space. After carrying out the activities, it can be seen that the students identified the main characteristics of the Cartesian plane and were able to correlate this understanding with its location. It is noted that understanding happened more broadly with the carrying out of interdisciplinary work, where everyone participated and made it a moment of relaxation and exchange of knowledge.

**Keywords:** Cartesian Plane. Applications. Mathematics.

## INTRODUÇÃO

Este trabalho foi desenvolvido com o objetivo de justificar a aplicação do plano cartesiano nos anos iniciais do Ensino Fundamental, utilizando da interdisciplinaridade para que o aluno compreenda a aplicação cotidiana do conteúdo. Um dos pontos importantes da Base Curricular do Ensino Fundamental é ensinar aos alunos o sistema cartesiano e suas funções.

A aplicação das aulas foi norteadada pela Base Nacional Comum Curricular (BNCC). O sistema de coordenadas cartesianas possui inúmeras aplicações, desde a construção de um simples gráfico até os trabalhos relacionados à cartografia, localizações geográficas, pontos estratégicos de bases militares, localizações no espaço aéreo, terrestre e marítimo.

Para os anos iniciais do Ensino Fundamental, a Base Nacional apresenta como objeto de conhecimento as coordenadas cartesianas no primeiro quadrante e a representação de deslocamento no plano cartesiano. A BNCC traz como habilidades a serem desenvolvidas nos educandos a compreensão de localização de objetos em um determinado espaço, assim como o entendimento do uso diário na resolução de problemas.

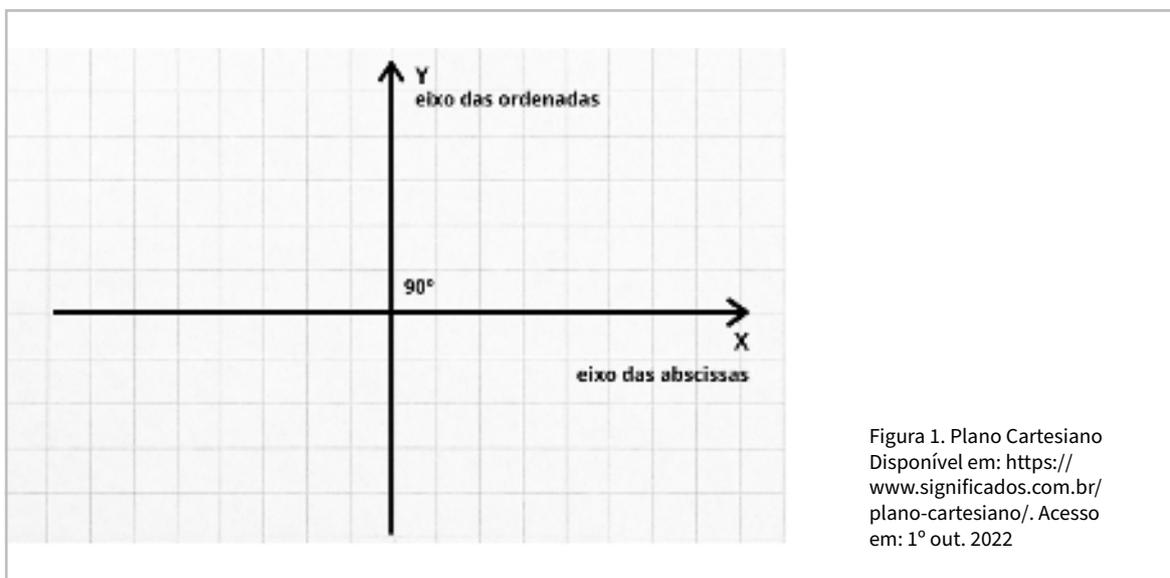
As atividades foram realizadas na turma de 5º ano do ensino fundamental da escola de Educação Básica Marli Maria de Souza, localizada no bairro Paranaguamirim, em Joinville, Santa Catarina. Foram apresentados os conceitos do plano cartesiano e suas aplicações. Os alunos realizaram atividades para demonstrar o conhecimento adquirido.

A interdisciplinaridade foi aplicada relacionando o conteúdo de Matemática ao de Geografia. Com isso, pode-se perceber que o entendimento dos educandos quanto ao uso do plano cartesiano se tornou mais concreto e significativo.

## REFERENCIAL TEÓRICO

O plano cartesiano foi criado por Rene Descartes no século XVII com o objetivo de localizar pontos em um determinado espaço. Esse grande filósofo e matemático francês, em 1637, apresentou sua obra *La Géométrie*, e nela estavam contidas as bases da geometria analítica, sistematizado o plano cartesiano servindo de intercessão entre a geometria e a álgebra.

Segundo Silva (2018), o plano cartesiano é considerado um objeto matemático plano que é composto por duas retas numéricas que possuem somente um ponto em comum formando um ângulo de  $90^\circ$ , ou seja, duas retas perpendiculares.



Essas duas retas são responsáveis, uma, pela coordenada horizontal chamada eixo das abscissas, e outra, pela coordenada vertical chamada eixo das ordenadas. Silva (2018) explica que as letras  $x$  e  $y$  são utilizadas constantemente para representar os eixos, sendo o primeiro também chamado de “coordenada  $x$ ”, e o segundo, de “coordenada  $y$ ”.

## ENSINO DO PLANO CARTESIANO NOS ANOS INICIAIS DO ENSINO FUNDAMENTAL

Nos dias de hoje, o documento norteador da educação no Brasil é a Base Nacional Comum Curricular (BNCC). Sobre o componente curricular Matemática, está exposto o seguinte:

No Ensino Fundamental, essa área, por meio da articulação de seus diversos campos – Aritmética, Álgebra, Geometria, Estatística e Probabilidade, precisa garantir que os alunos relacionem observações empíricas do mundo real a representações (tabelas, figuras e esquemas) e associem essas representações a uma atividade matemática (conceitos e propriedades), fazendo induções e conjecturas. Assim, espera-se que eles desenvolvam a capacidade de identificar oportunidades de utilização da matemática para resolver problemas, aplicando conceitos, procedimentos e resultados para obter soluções e interpretá-las segundo os contextos das situações. A dedução de algumas propriedades e a verificação de conjecturas, a partir de outras, podem ser estimuladas, sobretudo ao final do Ensino Fundamental (Brasil, 2018, p. 263)

A Base Nacional Comum Curricular (BNCC) também traz em seu conteúdo os objetivos propostos para a área específica de Geometria dentro da Matemática (Brasil, 2018, p. 270). “No Ensino Fundamental – Anos Iniciais, espera-se que os alunos identifiquem e estabeleçam pontos de referência para a localização e o deslocamento de objetos, construam representações de espaços conhecidos e estimem distâncias”.

Nos anos iniciais do Ensino Fundamental, busca-se inserir na criança conceitos básicos e interdisciplinares para que o processo de ensino-aprendizagem faça sentido. Fazenda (2008) enfatiza a necessidade de que haja uma integração curricular entre as disciplinas, ou seja, uma interdisciplinaridade:

A interdisciplinaridade curricular exclui toda tendência de hierarquização dominante, e requer a colaboração de diferentes matérias escolares em termos de igualdade, complementaridade e interdependência quanto às contribuições que podem dar, e que devem existir em um processo de formação (Fazenda, 2008, p. 57).

No Parâmetro Curricular Nacional (PCN), temos exposto que o estudo do plano cartesiano possibilita ao estudante utilizar de diferentes registros, sejam eles gráficos, desenhos ou escritas numéricas para solucionar ou expressar ideias comunicando seus resultados e estratégias utilizadas. (Brasil, 1998).

Para que o educando seja inserido no conceito do plano cartesiano, é importante que ele veja sentido no uso cotidiano. Sendo assim, abre-se um leque de oportunidades para ser trabalhada a interdisciplinaridade.



Para que haja essa interdisciplinaridade, é necessário que os conteúdos tenham correspondências. Dessa forma, nota-se que a Matemática e seu conteúdo de Geometria/plano cartesiano corresponde à Geografia e seu conteúdo de localização no espaço.

A Base Nacional Comum Curricular (2018, p. 295) diz que a habilidade a ser desenvolvida pelos alunos no conteúdo de Geometria é: “(EF05MA14) Utilizar e compreender diferentes representações para a localização de objetos no plano, como mapas, células em planilhas eletrônicas e coordenadas geográficas, a fim de desenvolver as primeiras noções de coordenadas cartesianas”.

O Documento norteador BNCC também traz que nos anos iniciais do Ensino Fundamental, no componente curricular de Geografia, o aluno deve começar a desenvolver o pensamento espacial por meio de localizações geográficas e, gradativamente, raciocínio geográfico, como localização e extensão (BRASIL, 2018).

## METODOLOGIA

O objetivo deste trabalho é identificar como é feito o estudo do plano cartesiano nos anos iniciais do Ensino Fundamental, e, para isso, foram aplicadas três aulas em uma turma de 5º ano, na Escola de Educação Básica Marli Maria de Souza, localizada no bairro Paranaguamirim, no município de Joinville, em Santa Catarina.

A aplicação das aulas envolveu os componentes curriculares de Matemática e Geografia, sendo que o objetivo foi entender o conceito do plano cartesiano, utilizando-o para demarcar a localização da criança no espaço.

Em um primeiro momento, foi apresentado aos alunos o plano cartesiano, por quem foi criado, para que é utilizado e suas aplicações nos dias de hoje. Fez-se a observação aos educandos de que eles iriam aprender a utilizar o plano cartesiano em partes, e que o objetivo para o 5º ano seria o de estabelecer e reconhecer coordenadas e localizações no 1º quadrante do plano.

Após estabelecer os conceitos e demonstrar como as coordenadas são localizadas, os alunos foram convidados a realizar a atividade a seguir:

# PLANO CARTESIANO

LOCALIZE E INDIQUE AS COORDENADAS QUE CONTÉM AS RESPOSTAS CORRETAS PARA AS MULTIPLICAÇÕES ABAIXO:

DICA: AO RESPONDER, ESCREVA OS NÚMEROS QUE REPRESENTAM AS COORDENADAS, SEPARANDO-OS POR UMA VÍRGULA.



6		36		45		42
5			40		28	
4	18			49		16
3		27			48	
2	35		30			64
1		20		32		
	1	2	3	4	5	6



$6 \times 5 = \square$

$8 \times 5 = \square$

$6 \times 6 = \square$

$8 \times 8 = \square$

$9 \times 3 = \square$

$4 \times 4 = \square$

$2 \times 9 = \square$

$5 \times 4 = \square$

$7 \times 5 = \square$

$7 \times 6 = \square$

$8 \times 6 = \square$

$5 \times 9 = \square$

$7 \times 4 = \square$

$7 \times 7 = \square$

$8 \times 4 = \square$

$7 \times 5 = \square$



Figura 2. Exercício Plano Cartesiano / Disponível em: <https://www.liveworksheets.com/w/pt/matematica/1137388>. Acesso em: 27 set. 2022.

Já na segunda aula, no componente curricular de Geografia, foram apresentados aos alunos cinco mapas: o mapa-múndi, o da América do Sul, o do Brasil, o de Santa Catarina e o de Joinville. O objetivo dessa aula foi que os alunos reconhecessem nos mapas a sua localização, o lugar em que vivem.

Fazendo associações entre os mapas disponibilizados, os educandos precisavam identificar que viviam no bairro Paranaguamirim, no município de Joinville, no estado de Santa Catarina, no País Brasil que fica na América do Sul.

Como atividade interdisciplinar, na última aula, os alunos dessa turma realizaram um trabalho em duplas em que o objetivo era demarcar as coordenadas da sua localização utilizando o plano cartesiano. As duplas deveriam confeccionar o plano cartesiano em cartolina e, ligando os eixos x e y, chegar às coordenadas em cada um dos cinco mapas.



Figura 3- Construção do trabalho interdisciplinar / Fonte: os autores.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

No decorrer do desenvolvimento deste trabalho, foi perceptível o interesse e a participação dos alunos, principalmente, quando os dois componentes curriculares foram unidos para que a compreensão da sua aplicação fosse mais clara. Ao inserir o conteúdo de Geometria (plano cartesiano) nos anos iniciais do Ensino Fundamental, busca-se fazer uma introdução do assunto. O aprendizado adquirido será utilizado na continuidade de sua vida escolar.

Na primeira atividade proposta nessas aplicações, pode-se notar que, de início, os alunos apresentaram algumas dificuldades em entender o processo de localização. Uma porcentagem pequena de educandos associou a localização com o resultado da operação solicitada, separando-o com vírgula para ficar da forma solicitada. Após a explicação individual, entenderam que deveriam colocar como resposta a localização em que o resultado estava presente.

**PLANO CARTESIANO**

LEIA O TEXTO E RESPONDE ÀS PERGUNTAS QUE CONTEM AS RESPOSTAS CORRETAS PARA AS MULTIPLICAÇÕES ABAIXO.  
 TICA AO RESPONDER, ESCREVA OS NÚMEROS QUE REPRESENTAM AS COORDENADAS, SEPARANDO-OS POR UMA VÍRGULA.



6	36	45	42			
5		40	28			
4	18		49	16		
3		27		48		
2	35		30		64	
1		20		32		
	1	2	3	4	5	6



*Oralmente!*

6 x 5	3, 2	8 x 5	3, 5
6 x 6	2, 4	8 x 8	6, 2
9 x 3	2, 3	4 x 4	6, 4
2 x 9	1, 3	5 x 4	2, 7
7 x 5	1, 2	7 x 6	6, 6
8 x 6	5, 5	5 x 9	4, 6
7 x 4	3, 5	7 x 7	4, 4
8 x 4	4, 1	7 x 5	1, 2

**LIVWORKSHEETS**

Figura 4. Atividade realizada / Fonte: os autores.

No trabalho interdisciplinar, os alunos se mostraram muito interessados e participativos. Foi possível perceber que no decorrer da confecção, o entendimento dos alunos quanto à aplicação do plano cartesiano no dia a dia foi muito melhor, comprovando que a interdisciplinaridade contribui para esse processo de ensino-aprendizagem.

Com essa atividade, levando em consideração que os alunos conseguiram se situar no espaço em que vivem, foi alcançado o objetivo proposto pelos Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN):

[...] é fundamental propor atividades para que o aluno seja estimulado a progredir na capacidade de estabelecer pontos de referência em seu entorno, para efeito de localização. [...] Isso pode ser feito por meio de atividades em que o aluno se situe no espaço, desloque-se nele, dê e receba instruções de localização, compreenda e utilize termos como esquerda, direita, giro, distância, deslocamento, acima, abaixo, ao lado, na frente, atrás, perto (Brasil, 1998, p. 82)

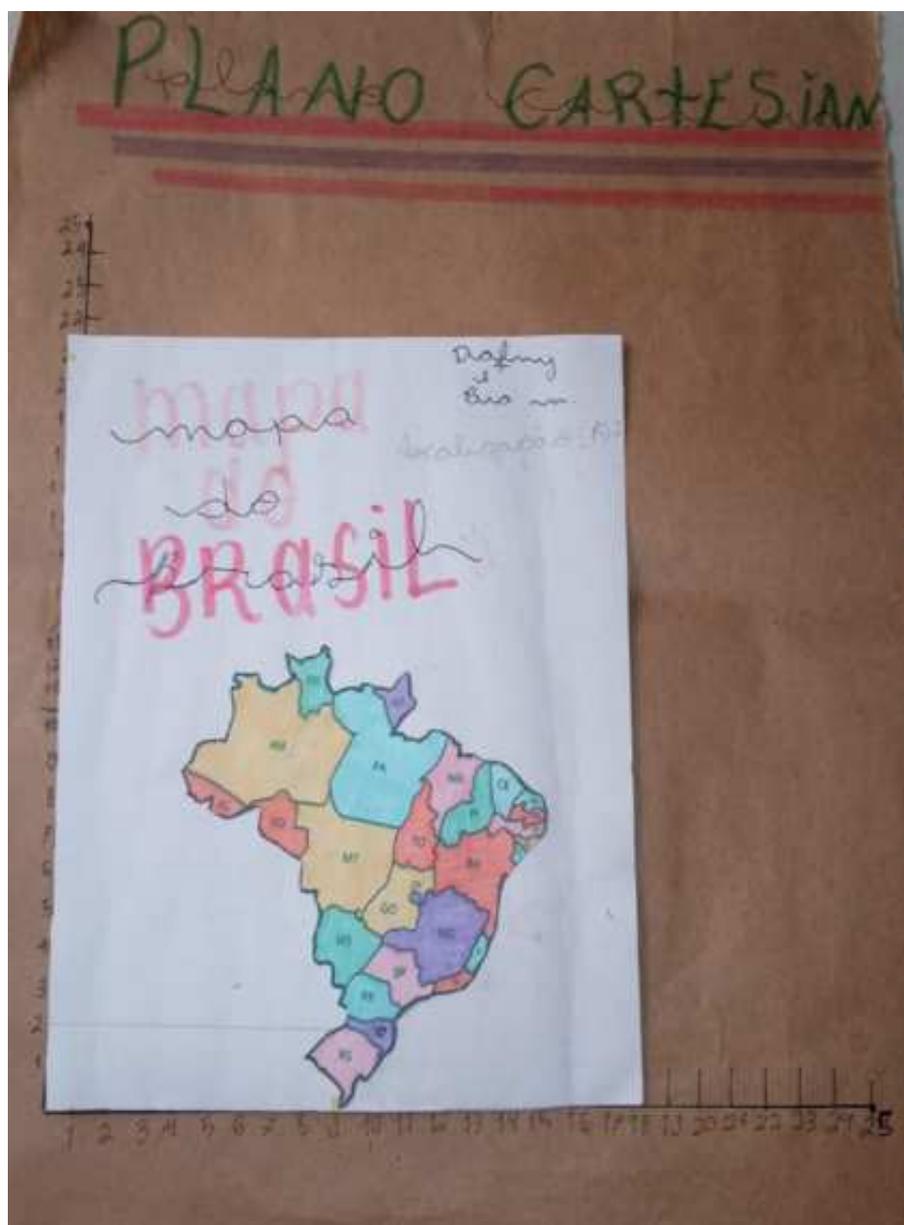


Figura 5. Plano cartesiano desenvolvido pelos alunos / Fonte: os autores.

Após a realização das atividades, pode-se perceber que os alunos identificaram as principais características do plano cartesiano e conseguiram correlacionar esse entendimento com a sua localização. Nota-se que o entendimento aconteceu de forma mais ampla com a realização do trabalho interdisciplinar, do qual todos participaram, e fizeram com que se tornasse um momento de descontração e troca de conhecimentos.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

Ao inserir um conteúdo novo no contexto escolar, este deve ser introduzido de forma com que o aluno compreenda a sua importância e qual o objetivo de aprender determinados conceitos.

Nota-se que o plano cartesiano é um conceito muito mais amplo do que o ensinado nos anos iniciais do Ensino Fundamental. E, às vezes torna-se somente exercícios que, para o educando, não tem sentido nem lógica realizar. Somente ao longo da sua vida estudantil é que vai conhecer o significado daquela aprendizagem.

Ao inserir a interdisciplinaridade nesse caso, obtivemos um resultado melhor do que o esperado. Os alunos conseguiram identificar um dos objetivos do plano cartesiano e entender o seu uso no cotidiano, o que tornou a aprendizagem mais significativa naquele momento.

Atualmente, fala-se muito em interdisciplinaridade, em trabalhar em conjunto com os componentes curriculares. Essa prática é mais fácil nos anos iniciais, visto que as disciplinas são aplicadas por somente um pedagogo, mas, no decorrer do currículo da educação básica, não vemos os professores trabalharem em conjunto para essa realização.

São vários os fatores que geram esse distanciamento entre os componentes curriculares e áreas do conhecimento: não há tempo suficiente para planejamentos, os horários para que os professores se reúnam não coincidem, a escola não abre a oportunidade de realização de projetos interdisciplinares, entre muitos outros.

Essas situações precisam ser revistas, já que os documentos que norteiam a nossa educação abrem essa oportunidade de trabalhar a interdisciplinaridade. É necessário um trabalho conjunto entre docentes e escola para que melhores resultados possam ser alcançados na educação.

# REFERÊNCIAS

---

BRASIL, Secretaria de Educação Fundamental. **Parâmetros Curriculares Nacionais**. Brasília: MEC, 1998.

BRASIL. Ministério da Educação. **Base Nacional Comum Curricular**. Brasília: MEC: 2018.

SILVA, L. P. M. **O que é plano cartesiano?** Brasil Escola. 2018. Disponível em: <https://brasilescola.uol.com.br/o-que-e/matematica/o-que-e-plano-cartesiano.htm>. Acesso em: 1º out. 2022.

FAZENDA, I. C. A. (org.) **O que é interdisciplinaridade?** São Paulo: Cortez, 2008.



CAIO GÉZAR VALENTE COSTA<sup>1</sup>  
RAFAEL TRINDADE BASTOS<sup>2</sup>  
RENAN DE ATTAYDE BARROS DE SOUZA<sup>3</sup>  
RICARDO KOZOROSKI VEIGA<sup>4</sup>  
KARINE RITA BRESOLIN<sup>5</sup>

# Atividade Prática no Ensino Médio: Aplicação do Laser

*Practical activity in high school: laser application*

ARTIGO 10

108-121

---

<sup>1</sup> Centro Universitário Leonardo da Vinci — UNIASSELVI. E-mail: caiocvalente@gmail.com

<sup>2</sup> Centro Universitário Leonardo da Vinci — UNIASSELVI. E-mail: rafaelbastos1195@gmail.com

<sup>3</sup> Centro Universitário Leonardo da Vinci — UNIASSELVI.; E-mail: renansouza@hotmail.com

<sup>4</sup> Instituto Federal Catarinense – Campus Rio do Sul. E-mail: ricardo.veiga@ifc.edu.br

<sup>5</sup> Centro Universitário Leonardo da Vinci — UNIASSELVI — Rio do Sul/SC. E-mail: 100101761@tutor.uniasselvi.com.br

**Resumo:** as áreas de circuitos elétricos, fotônica e ondas mecânicas estão presentes no nosso dia a dia. Essas tecnologias são de difícil experimentação em aulas no ensino médio, sendo mais comuns em laboratórios de cursos superiores de licenciatura ou bacharelado em Física. Um exemplo disso é o raio laser. Aplicações e simulações laboratoriais são bastante raras. Uma aplicação do laser que merece destaque nos últimos anos é a industrial. O corte de materiais com elevada precisão dimensional, baixa emissão de poluentes e eliminação de processos de acabamento posteriores são as principais vantagens do laser industrial. Este estudo busca apresentar uma experimentação no ensino da fotônica, mais especificamente o assunto de lasers. São abordadas atividades práticas, instrumentadas por máquina industrial. Os alunos, após receberem a formação teórica em sala de aula, visitaram um laboratório da área de engenharia e acompanharam a fabricação de peças por corte laser. A curiosidade ficou evidente nos questionamentos e nas respostas dos alunos quando indagados pelo docente. A metodologia da pesquisa foi de cunho exploratório, com revisão de livros e artigos científicos tratando dos assuntos abordados. Observou-se grande interesse dos alunos e elevada assimilação do conteúdo trabalhado em sala. A experimentação demonstrou favorecer a interdisciplinaridade e o despertar da curiosidade científica nos alunos.

**Palavras-chave:** Experimentação. Máquinas. Fotônica.

**Abstract:** the areas of Electrical Circuits, Photonics and Mechanical Waves are present in our daily lives. However, these technologies are difficult to experiment with in high school classes, being more common in laboratories of higher education or bachelor's degrees in physics. An example of this is the laser beam. Laboratory applications and simulations are quite rare. One laser application that deserves to be highlighted in recent years is the industrial one. Cutting materials with high dimensional precision, low pollutant emissions and elimination of subsequent finishing processes are the main advantages of the industrial laser. This study seeks to present an experiment in the teaching of photonics, more specifically the subject of lasers. Practical activities, instrumented by an industrial machine, are covered. The students, after receiving theoretical training in the classroom, visited an engineering laboratory and watched the manufacturing of parts using laser cutting. Curiosity was evident in the students' questions and responses when asked by the teacher. The research methodology was exploratory in nature, with a review of books and scientific articles dealing with the topics covered. There was great interest from students and high assimilation of the content worked in class. The experimentation proved to favor interdisciplinarity and awaken scientific curiosity in students.

**Keywords:** Experimentation. Machines. Photonic.

## INTRODUÇÃO

Um problema recorrente na área do ensino de Física é o baixo aproveitamento dos estudos. As escolas em geral enfocam uma formação tradicional e se sentem desconfortáveis quando fora dos limites de sua disciplina. Para superar essa dificuldade didática, pode-se contextualizar o conhecimento da realidade do aluno. Entre as possibilidades metodológicas, está a experimentação. Ela se caracteriza como uma proposta de melhoria nos diversos conteúdos do ensino de Física. Algumas atividades de experimentação são de fácil aplicação, pois utilizam equipamentos de baixo custo e boa disponibilidade; outras, entretanto, exigem maior preparação e equipamentos de restrito acesso.

Nesse sentido, este estudo apresenta uma atividade de experimentação com aplicação de máquina CNC de corte a laser para a demonstração do conteúdo de fotônica, realizado em uma turma de terceiro ano do ensino médio em uma escola de educação básica no estado de Santa Catarina. Esta atividade consistiu na apresentação da máquina a laser, seus componentes e a forma de regulagem, fazendo um paralelo com os conceitos teórico abordados em sala de aula. Assim, inicia-se pela apresentação do conceito de laser e suas aplicações, seguido pela descrição do passo a passo da atividade e das reflexões e considerações acerca das implicações para o ensino de Física.

## REFERENCIAL TEÓRICO

O trabalho abordará a aplicação prática do laser, acrônimo para *Light Amplified by Stimulated Emission Radiation*. Ele é um “instrumento ótico que produz um feixe de luz coerente, isto é, luz formada por ondas de mesma frequência, fase e direção”, conforme Faria e Silva (2019, p. 129). A radiação laser é obtida por meio da emissão esti-

mulada. O elétron, ao mudar de órbita na camada de valência, pode emitir ou absorver energia. Caso esteja em um estado excitado, é possível usar um agente externo para antecipar sua ida a um nível mais baixo (Bagnato, 2008).

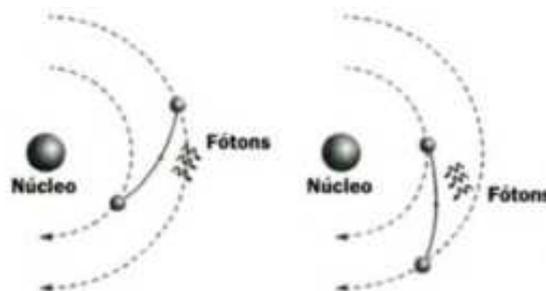


Figura 1. Transição de órbita de elétron  
Fonte: Bagnato (2008).

A imagem apresenta o processo de mudança de camada de valência do elétron. Ao sair de uma camada mais interna para uma mais externa, ele absorve energia, ao passo que libera energia ao retornar para o estado fundamental.

O laser tem aplicações em diversas áreas: na dermatologia, é utilizado na remoção de tecidos; na odontologia, apresenta vantagens pela precisão do corte e eliminação da necessidade de sutura (Baaken-Buchrieser, 2013). Já na engenharia, é utilizado para obter informações geométricas de estruturas por meio de coordenadas x, y e z (Pavi; Bordin; Veronez, 2014). Por fim, na arqueologia, permite uma varredura rápida sobre a superfície de qualquer objeto, podendo criar modelos tridimensionais (Pires; Marques; Oliveira; Silva, 2006). Conforme Silva Neto e Freire Júnior (2017, p. 10):

No entanto, diferentemente da bomba atômica, que se tornou um símbolo da capacidade do homem de se autodestruir, lasers encontraram sobretudo aplicações pacíficas. Com os CDs, os lasers trouxeram música para nossos lares; com suas muitas aplicações médicas, lasers têm melhorado a qualida-

de de vida de milhões de pessoas; com comunicações de fibras óticas, lasers conectaram boa parte do mundo em altíssimas velocidades. As numerosas aplicações industriais de lasers, como o corte e fortalecimento de metais, por exemplo, diminuíram os custos e aumentaram a qualidade da produção. Em suma, lasers transformaram nossa sociedade. De fato, um presente divino.

Faz-se necessário visitar esse tema em uma aula, visto sua importância em diversas áreas da ciência, medicina e engenharia. Segundo Faria e Silva (2019, p. 88), Física é a “Ciência que estuda os fenômenos que ocorrem na natureza. É uma ciência fundamental para a sociedade. Sendo também que investiga as propriedades dos campos e as propriedades e estruturas dos sistemas naturais e suas leis fundamentais”. Segundo Rosa e Rosa (2012, p. 1):

Perante esse modo de ver a educação, entende-se que o ensino de Ciências, e, neste caso específico, o de Física, precisa ser redimensionado [...] ultrapassando a visão de disciplina vinculada à memorização de nomenclaturas e a listas intermináveis de fórmulas. Esta nova concepção faz-se tão necessária quanto urgente, uma vez que o sistema educacional brasileiro, em particular o ensino de Ciências (Física), encontra-se em vias de colapso, deixando clara a inviabilidade de continuar privilegiando a transmissão dos saberes e o acúmulo de informações que a escola privilegiou durante tanto tempo.

Devemos nos lembrar de que a sociedade tem evoluído rapidamente, fazendo com que seja necessário utilizarmos novas metodologias para reter a atenção do aluno, visto que estamos em um mundo em que as informações são de fácil acesso

e o professor não é mais o detentor do conhecimento, portanto, aulas tradicionais não são suficientes para transmitir o conhecimento para os alunos. Segundo Almeida e Valente (2012 *apud* Moran, 2015, p. 2):

Os métodos tradicionais, que privilegiam a transmissão de informações pelos professores, faziam sentido quando o acesso à informação era difícil. Com a Internet e a divulgação aberta de muitos cursos e materiais, podemos aprender em qualquer lugar, a qualquer hora e com muitas pessoas diferentes. Isso é complexo, necessário e um pouco assustador, porque não temos modelos prévios bem sucedidos [sic] para aprender de forma flexível numa sociedade altamente conectada.

Logo, o professor deve tornar o aluno protagonista no processo de ensino-aprendizagem, pois o método expositivo, em que o estudante é um mero espectador, não o leva a absorver o conteúdo. O que ele apenas ouve acaba sendo esquecido, por isso o aluno precisa ouvir, ver, discutir e fazer (Barbosa; Moura, 2013).

Ainda de acordo com Barbosa e Moura (2013), uma aprendizagem ativa é aquela que estimula o aluno a raciocinar, que ativa o aluno durante o processo de ensino e aprendizagem, que o estimula a discutir o conteúdo e, com isso, construir o seu conhecimento.

Como foi abordado, o ensino tradicional de Física, pautado em memorização de fórmulas, não leva o aluno a compreender o conteúdo, muito menos entender como ele será aplicado em seu cotidiano no futuro. Logo, as aulas experimentais são muito importantes para o seu desenvolvimento, pois tem-se a oportunidade de debater o conteúdo de Física, no caso a óptica, tendo como base uma aplicação real do que aprenderam em sala.

## METODOLOGIA

O referencial teórico foi construído baseado em publicações relacionadas à fotônica, que é a ciência da geração, emissão, transmissão, modulação, processamento, amplificação e detecção da luz. Como objeto de estudo, adotou-se o laser, sigla em inglês para a amplificação de luz por emissão estimulada de radiação. A pesquisa foi feita entre março e maio de 2023, buscando materiais em bases de dados como Scielo e Periódicos Capes. As buscas incluíram artigos em língua portuguesa e, inicialmente, restrita ao período dos últimos dez anos, porém, pela baixa ocorrência de localização, foi ampliada para “qualquer data”.

Este estudo é definido como pesquisa exploratória pois tem como objetivo proporcionar maior familiaridade com o problema em estudo, com o objetivo de torná-lo mais explícito ou construir hipóteses, podendo incluir, para isso, o levantamento bibliográfico e/ou entrevistas (Gil, 2002).

Quanto aos meios, trata-se de uma pesquisa bibliográfica que, segundo Marconi e Lakatos (2004, p. 43) trata-se de “um levantamento de toda bibliografia já publicada, em fontes de livros, revistas, publicações avulsas e imprensa escrita. Sua finalidade é colocar o pesquisador em contato direto com tudo aquilo que foi escrito sobre determinado assunto”.

Nesse sentido, com base no levantamento bibliográfico, propõe-se um roteiro de atividade experimental para aplicação no ensino médio, abordando a temática de estudo relacionada ao laser. Ele se inicia com a abordagem teórica baseada nos textos do livro didático e/ou outras fontes que o docente queira utilizar, seguido da prática de observação em um laboratório — no caso desta investigação, deu-se no laboratório de um curso de graduação da própria instituição de ensino.

Durante a aula prática, foram realizados questionamentos acerca da constituição e forma de operação do laser, como segue: 1) quais os principais componentes de uma máquina laser?; 2) onde é gerado o feixe?; 3) como é direcionado o feixe de luz?; 4) qual componente regula o ponto focal? e; 5) como se processa o corte?. As respostas da turma refletiram o grau de compreensão do conteúdo e serão discutidas a seguir.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Após a organização do roteiro para a abordagem experimental, escolheu-se uma turma da escola para aplicação nas aulas de Física. A prática se iniciou com a utilização do livro didático disponível na escola, seguido da proposição de atividade prática de laboratório ou de observação. Neste caso, a experimentação deu-se no laboratório de projetos de um curso de Engenharia, que é ofertado na mesma instituição dos alunos do terceiro ano.

Para o desenvolvimento da atividade, os alunos foram conduzidos até o laboratório de projetos da Unidade Tecnológica do Instituto Federal Catarinense, em Rio do Sul, SC. O laboratório dispõe de máquinas e equipamentos como: furadeira de bancada, impressora 3D de filamento e máquina de corte a laser com comando numérico computadorizado. Inicialmente, a turma foi orientada quanto aos aspectos de segurança adotados em ambientes laboratoriais e, posteriormente, acompanhou a confecção de uma peça que havia sido programada para execução. O material utilizado foi MDF (fibras de média densidade), que consiste em um aglomerado de madeira — neste caso, com 3 mm de espessura. A peça era um chaveiro com comprimento aproximado de 5 cm (Figura 2).



Figura 2. Projeto e peça executada na máquina de corte a laser / Fonte: os autores (2023).

Os alunos acompanharam a finalização do desenho e a regulagem da máquina para a execução do projeto (Figura 3).



Figura 3. Alunos acompanhando o processo / Fonte: os autores (2023).

Na sequência, a preparação da máquina foi realizada por dois alunos voluntários, seguindo as etapas de acordo com orientação do responsável pelo laboratório:

- a) checagem do nível de água na máquina;
- b) acionar chave de energia;
- c) abertura da tampa superior;
- d) fixação da chapa (60 x 40 cm) na mesa da máquina;
- e) posicionamento do cabeçote da máquina (distância focal) (Figura 4);
- f) fechamento da tampa superior;
- g) regulagem da potência (80%) para corte;
- h) acionamento da máquina.



Figura 4. Regulagem da distância focal / Fonte: os autores (2023).

Antes do corte, foram apresentados aos alunos os componentes da máquina, composta de mesa, sistema de eixos coordenados, fonte (Figura 5), mesa, sistema de espelhos (Figura 6), cabeçote (espelho e sistema de lentes) (Figura 7), tubo (Figura 8) e sistema de resfriamento.



Figura 5. Fonte do laser / Fonte: os autores (2023).

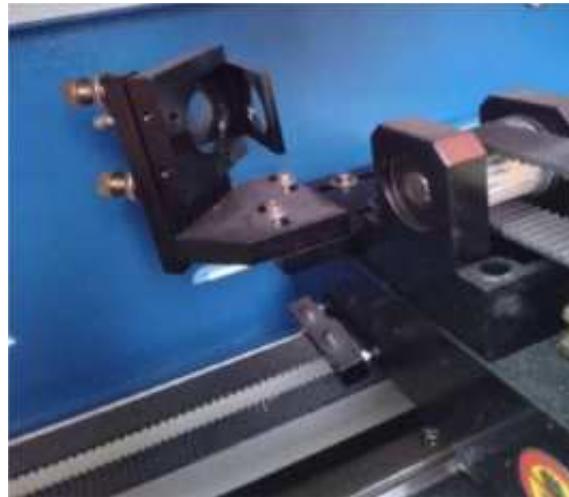


Figura 6. Espelho intermediário de 45° / Fonte: os autores (2023).

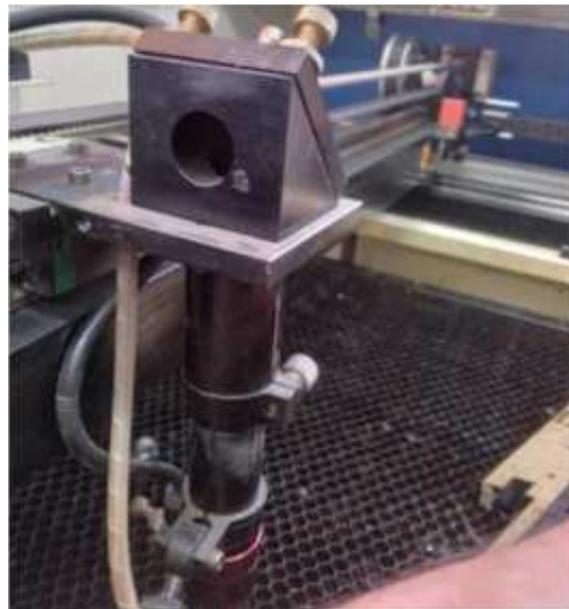


Figura 7. Espelho receptor do bico / Fonte: os autores (2023).



Figura 8. Tubo laser / Fonte: os autores (2023).

O corte do material pode ser acompanhado por um visor na tampa superior. Assim, os alunos compreenderam que a gravação (superficial) é realizada por linhas e o corte é realizado por sistema de eixos coordenados, realizado após as gravações. A regulagem de potência, cujo máximo valor é de 60 W, permite a marcação (queima) da superfície, bem como o corte (separação total). A máquina apresenta um mostrador de corrente elétrica (em Ampère), o que permite uma discussão a respeito de potência e consumo de energia.

Após a apresentação da máquina e a realização do corte, os alunos responderam (de forma voluntária) as questões propostas verbalmente pelo professor. As respostas apresentaram concordância com a teoria apresentada em sala de aula através do livro didático. Os alunos expressaram forte domínio do conteúdo e salientaram que puderam visualizar os componentes descritos na bibliografia adotada.

Constatou-se, com essa atividade, como citado por Silva Neto e Freire Júnior (2017), que o laser atualmente é usado para fins pacíficos com excelentes resultados industriais — neste caso, uma máquina de corte com comando numérico computadorizado, cortando material com elevada precisão dimensional e ótimo acabamento.

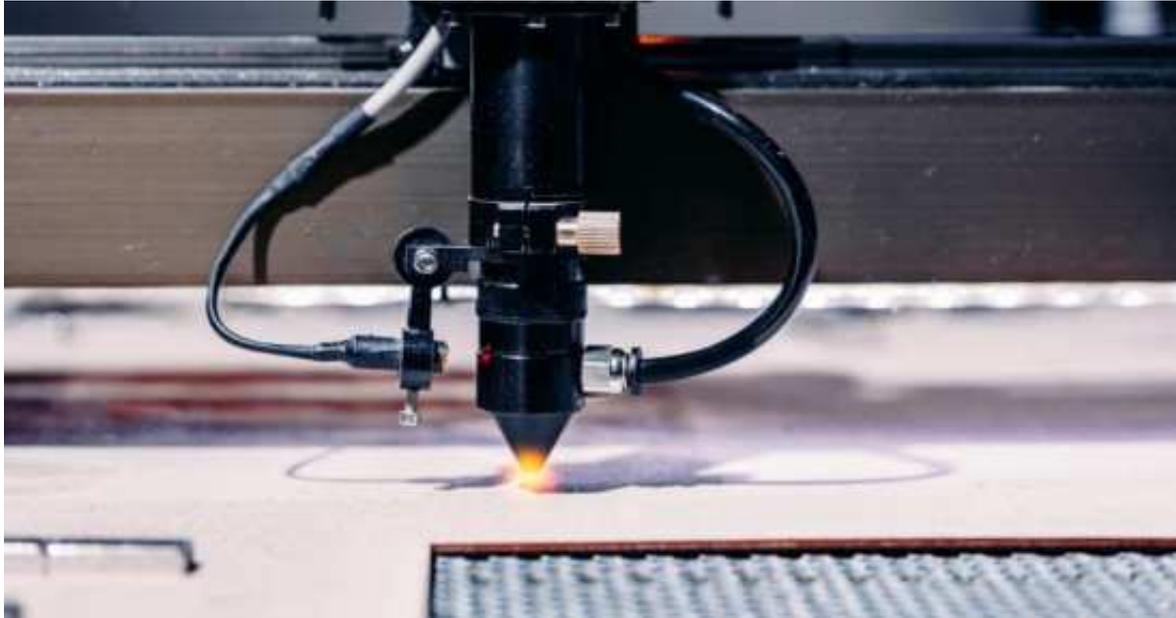
Corroborando com Barbosa e Moura (2013), o experimento demonstrou ter ido além do método expositivo, pois, mais que um mero expectador, o aluno pode tocar, observar e “fazer” (regular, ligar, operar a máquina), tornando-o protagonista nesse processo.

Assim como destacado por Moran (2015), ficou evidente com esta experimentação que o aprendizado pode se dar em ambiente flexível, fora da sala de aula e com resultados muito positivos.

O experimento, após análise à luz das referências, tem as seguintes características:

CARACTERÍSTICAS DA EXPERIMENTAÇÃO REALIZADA	
<b>Método</b>	Experimento
<b>Infraestrutura</b>	Necessário local amplo e arejado, podendo ser ambiente laboratorial ou industrial. Máquina de corte ou gravação com comando numérico computacional.
<b>Custo de aquisição/material</b>	Pode-se utilizar materiais reciclados, como MDP, MDF, plástico ou madeira. Em ambiente industrial, pode-se demonstrar o corte de materiais metálico, como o aço.
<b>Riscos na preparação/utilização</b>	Por se tratar de máquina industrial, há necessidade de orientação quanto aos riscos, principalmente de queimaduras pelo feixe de luz ou partes aquecidas da máquina..
<b>Interdisciplinaridade e aprendizado</b>	Considerando o contato com a tecnologia, a regulagem da máquina e seu acompanhamento, tem-se a interrelação de várias áreas do conhecimento, desde o desenho da peça, passando pela química no processo do laser e queima do material, além dos princípios físicos como a eletricidade e conservação da energia.

Quadro 1. Característica da experimentação realizada / Fonte: os autores (2023).



## CONSIDERAÇÕES FINAIS

O experimento com equipamentos industriais exige maior tempo de preparação e cuidados especiais, principalmente relacionados à segurança dos alunos. Exige mais do professor, que deve apropriar-se de conhecimentos específicos da máquina e uma simulação prévia, sob pena de não se obter os resultados pedagógicos almejados.

Quanto à assimilação do conteúdo, apresenta-se como uma rara oportunidade de aprender fora do ambiente tradicional (sala de aula), o que torna mais significativo o aprendizado. Por se tratar de metodologia ativa, é incentivado o desenvolvimento habilidades extras (como regular parâmetros de uma máquina).

Analisando as respostas às cinco questões norteadoras, percebeu-se um elevado grau de compreensão dos alunos quanto ao tema tratado. A associação entre teoria e prática mostrou-se eficiente, também pela atenção e colaboração da turma, que interagiu constantemente e demonstrou interesse na atividade. Por meio da realização de atividades práticas e experimentais, observa-se o incentivo ao desenvolvimento do espírito investigativo, cooperativo e da autonomia dos alunos.

# REFERÊNCIAS

- BAAKEN-BUCHRIESER, I. **O laser de diodo na medicina dentária**: aplicações em cirurgia oral. 2013. 79 p. Dissertação (Mestrado Integrado em Cirurgia Oral) – Faculdade de Medicina Dentária, Universidade do Porto, Porto, 2013. Disponível em: <https://repositorio-aberto.up.pt/bitstream/10216/86166/2/157990.pdf>. Acesso em: 28 maio 2023.
- BAGNATO, V. S. **Laser**: e suas aplicações em ciência e tecnologia. São Paulo: Livraria da Física, 2008. Disponível em: [https://books.google.com.br/books?id=979RFeCdbnsC&printsec=copyright&hl=pt-BR&redir\\_esc=y#v=onepage&q&f=false](https://books.google.com.br/books?id=979RFeCdbnsC&printsec=copyright&hl=pt-BR&redir_esc=y#v=onepage&q&f=false). Acesso em: 28 maio 2023.
- BARBOSA, E. F.; MOURA, D. G. de. Metodologias ativas de aprendizagem na educação profissional e tecnológica. **Boletim Técnico do SENAC**, v. 39, p. 48-67, 2013. Disponível em: <https://www.bts.senac.br/bts/article/view/349/333>. Acesso em: 28 maio 2023.
- FARIA, A. C. T. C.; SILVA, I. B. **Glossário etimológico de física**. Natal: IFRN, 2019. Disponível em: [https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=&ved=2ahUKewiIPbckpj\\_AhX9A7kGHbHnASM-QFnoEAgQAQ&url=https%3A%2F%2Fmemoria.ifrn.edu.br%2Fbitstream%2Fhandle%2F1044%2F1770%2FGloss%25C3%25A1rio%2520etimol%25C3%25B3gico%2520da%2520F%25C3%25ADsica.pdf%3Fsequence%3D1%26isAllowed%3Dy&usq=AOvVaw0OGavDGER8IR5tNQ8jGmuK](https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=&ved=2ahUKewiIPbckpj_AhX9A7kGHbHnASM-QFnoEAgQAQ&url=https%3A%2F%2Fmemoria.ifrn.edu.br%2Fbitstream%2Fhandle%2F1044%2F1770%2FGloss%25C3%25A1rio%2520etimol%25C3%25B3gico%2520da%2520F%25C3%25ADsica.pdf%3Fsequence%3D1%26isAllowed%3Dy&usq=AOvVaw0OGavDGER8IR5tNQ8jGmuK). Acesso em: 28 maio 2023.
- GIL, A. G. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 4. ed. São Paulo: Atlas, 2002.
- MARCONI, M. A.; LAKATOS, E. V. **Metodologia científica**. São Paulo: Atlas, 2004.
- MORAN, J. M. Mudando a educação com metodologias ativas. In: SOUZA, C. A.; MORALES, O. E. T. (org.). **Convergências midiáticas, educação e cidadania**: aproximações jovens. Ponta Grossa: UEPG/Proex, 2015. p. 15-33. Disponível em: [http://www2.eca.usp.br/moran/wp-content/uploads/2013/12/mudando\\_moran.pdf](http://www2.eca.usp.br/moran/wp-content/uploads/2013/12/mudando_moran.pdf). Acesso em: 28 maio 2023.
- PAVI, S.; BORDIN, F.; VERONEZ, M. R. O Uso do laser scanner terrestre na inspeção de pontes e viadutos de concreto: uma revisão bibliográfica. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PONTES E ESTRUTURAS, 7., 2014, Rio de Janeiro. **Anais** [...]. Rio de Janeiro: CBPE, 2014.
- PIRES, H. *et al.* Contribuição da Geomática para os processos de registo e documentação em Arqueologia. Aplicações dos Sistemas de Varrimento Laser e da Fotogrametria. In: CONGRESSO DE APLICAÇÕES INFORMÁTICAS À ARQUEOLOGIA E PATRIMÔNIO, 2007, Leiria. **Anais** [...]. Leiria, 2007. Disponível em: [https://www.academia.edu/2913966/Contribui%C3%A7%C3%A3o\\_da\\_Geom%C3%A1tica\\_para\\_os\\_processos\\_de\\_registo\\_e\\_documenta%C3%A7%C3%A3o\\_em\\_Arqueologia\\_Aplica%C3%A7%C3%B5es\\_de\\_Sistemas\\_de\\_Varrimento\\_Laser\\_e\\_Fotogrametria](https://www.academia.edu/2913966/Contribui%C3%A7%C3%A3o_da_Geom%C3%A1tica_para_os_processos_de_registo_e_documenta%C3%A7%C3%A3o_em_Arqueologia_Aplica%C3%A7%C3%B5es_de_Sistemas_de_Varrimento_Laser_e_Fotogrametria). Acesso em: 28 maio 2023.
- POHLMANN, M; DUARTE, L. C.; SILVA, F. P. O uso da tecnologia da digitalização tridimensional a laser na documentação de inscrições rupestres: estudo de caso do Abrigo da Pedra Grande. In: WORKSHOP DESIGN & MATERIAIS, 6., 2012, Bauru. **Anais** [...]. Bauru: Workshop Design & Materiais, 2012.
- ROSA, C. T. W.; ROSA, A. B. da. O ensino de Ciências (Física) no Brasil: da história às novas orientações educacionais. **Revista Iberoamericana de Educación**, on-line, v. 52, p. 1-24, 2012. Disponível em: <https://rieoei.org/RIE/article/view/1446/2517>. Acesso em: 28 maio 2023.
- SILVA NETO, C. P. da; FREIRE JÚNIOR, O. Um Presente de Apolo: lasers, história e aplicações. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 39, n. 1, 2017. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rbef/a/bXZ3sc-jTLbDmBWMWxYJB7YB/>. Acesso em: 28 maio 2023.
- TOSCANO, C.; GONÇALVES FILHO, A. **Física 3**: interação e tecnologia. São Paulo: Leya, 2016.

## **ANEXO 1 - ROTEIRO PARA ATIVIDADE EXPERIMENTAL RELACIONADA À TEMÁTICA DO LASER E SUAS APLICAÇÕES**

**Conteúdo:** laser e suas aplicações

**Objetivos:**

- Compreender de forma simplificada o princípio físico do laser.
- Entender quais são as principais aplicações do laser na atualidade.
- Descrever quais são os principais componentes de uma máquina de corte a laser.

**Recursos materiais:** livro didático e máquina de corte a laser.

**Sequência didática**

**Momento 1: problematização inicial**

Procedimentos/metodologias: aula expositiva e dialogada com o uso do livro didático. Serão realizadas as seguintes perguntas: quem já ouviu falar em raio laser? Já usou uma lanterna de laser? Saberá dizer como funciona? Após ouvir as respostas dos alunos, passe para a explicação.

**Momento 2: organização do conhecimento**

Procedimentos/metodologias: aula expositiva e dialogada com o uso do livro didático e experimento coletivo. Será apresentado o conteúdo a seguir.

## O surgimento da física quântica

Ao contrário do que usualmente se pensa, as novas elaborações teóricas, assim como as realizações experimentais, não são produções individuais: são produções coletivas, seja o trabalho conjunto de grupos de cientistas de certa época, seja o diálogo com as produções de tempos anteriores ou de diferentes lugares.

Isso também aconteceu com a física quântica, que foi se desenvolvendo gradativamente por meio de elaborações teóricas, observações e experimentos de muitos cientistas, ainda que alguns nomes tenham destaque nesse processo. Max Planck (1858-1947) e outros cientistas iniciaram os estudos que dariam início ao que foi posteriormente denominado física quântica.

Um dos trabalhos mais conhecidos foi o que originou a formulação de uma lei que relacionava a temperatura e o comprimento de onda com a quantidade de energia irradiada pelos corpos aquecidos, denominada pelos cientistas de **radiação do corpo negro**. Os resultados experimentais não conseguiram ser explicados pelos pressupostos da Física que vigorava até aquele momento e que previam uma emissão contínua de energia diretamente proporcional à temperatura do corpo negro emissor. Planck, depois de muitas tentativas de explicação em acordo com a Física herdada de Newton e Maxwell, propôs um novo modelo que tinha como hipótese a emissão da energia em quantidades definidas e, portanto, descontínuas.

Mais tarde, essa hipótese de Planck foi considerada revolucionária e, em 1905, Einstein explicou o **efeito fotoelétrico** admitindo também a quantização da radiação eletromagnética utilizando essa hipótese. O efeito fotoelétrico está vinculado à retirada de elétrons de certo material, geralmente um metal, pela incidência de luz sobre ele. Para tanto, a luz incidente precisa ser muito intensa e, de acordo com o material, ter energia suficiente para ser capaz de fazer os elétrons saltarem para fora das órbitas de seus respectivos átomos.

A palavra *quantum* (plural: *quanta*), que em latim significa quantidade, foi usada para designar o nome física quântica. Pela descoberta da quantização de energia, Planck recebeu o prêmio Nobel em 1918. O quantum  $E$  de energia radiante de frequência  $f$  é dado por

$$E = h \cdot f$$

em que  $h$  é uma constante de proporcionalidade denominada constante de Planck. Seu valor é, aproximadamente,

$$6,63 \times 10^{-34} \text{ J} \cdot \text{s}$$

e, desde sua descoberta, passou a ser uma das constantes fundamentais da física moderna.

**ALGO A+**

**O laser**

O laser (*light amplification by stimulated emission of radiation* ou amplificação da luz por emissão estimulada de radiação) é um dispositivo capaz de gerar um feixe de luz monocromático bastante concentrado (figura 2) que, em alguns casos, tem potência e precisão suficientes para cortar aço e realizar cirurgias na retina. A luz do laser é produzida pela excitação dos átomos do meio emissor, que pode ser sólido (por exemplo, cristal de rubi), líquido (por exemplo, corante rodamina 6G) e gasoso (por exemplo, hélio-neônio e dióxido de carbono).

Quando excitados, os átomos do meio emissor liberam fótons de luz que, por sua vez, excitam outros átomos, criando uma reação em cadeia. Essa luz é refletida entre os espelhos localizados nas extremidades do dispositivo, ficando concentrada e em fase, ou seja, forma-se um feixe de luz intenso que apresenta uma trajetória paralela.



Figura 2. Foto mostrando leitura de código de barras, uma das aplicações do laser.

Figura 1. O surgimento da física quântica / Fonte: adaptado de Gonçalves Filho e Toscano (2016).

## MOMENTO 3: APLICAÇÃO DO CONHECIMENTO

Procedimentos/metodologias: aula expositiva e dialogada e resolução de problemas

O professor solicita aos alunos que resolvam a questão em sala de aula e elaborem um relatório a respeito da visita ao laboratório, em que terão contato com a máquina de corte a laser.

Questão do livro didático:



Figura 2. Como funciona o laser  
Fonte: adaptado de Gonçalves Filho e Toscano (2016).

Demais questões: após a observação do corte a laser, os alunos podem ser indagados a responder as seguintes perguntas: 1) quais os principais componentes de uma máquina laser?; 2) onde é gerado o feixe?; 3) como é direcionado o feixe de luz?; 4) qual componente regula o ponto focal?; e 5) como se processa o corte?

A avaliação formal da atividade será via relatório, no qual deve constar: identificação, objetivo, fundamentação teórica (baseada no livro didático), descrição da atividade e conclusão.

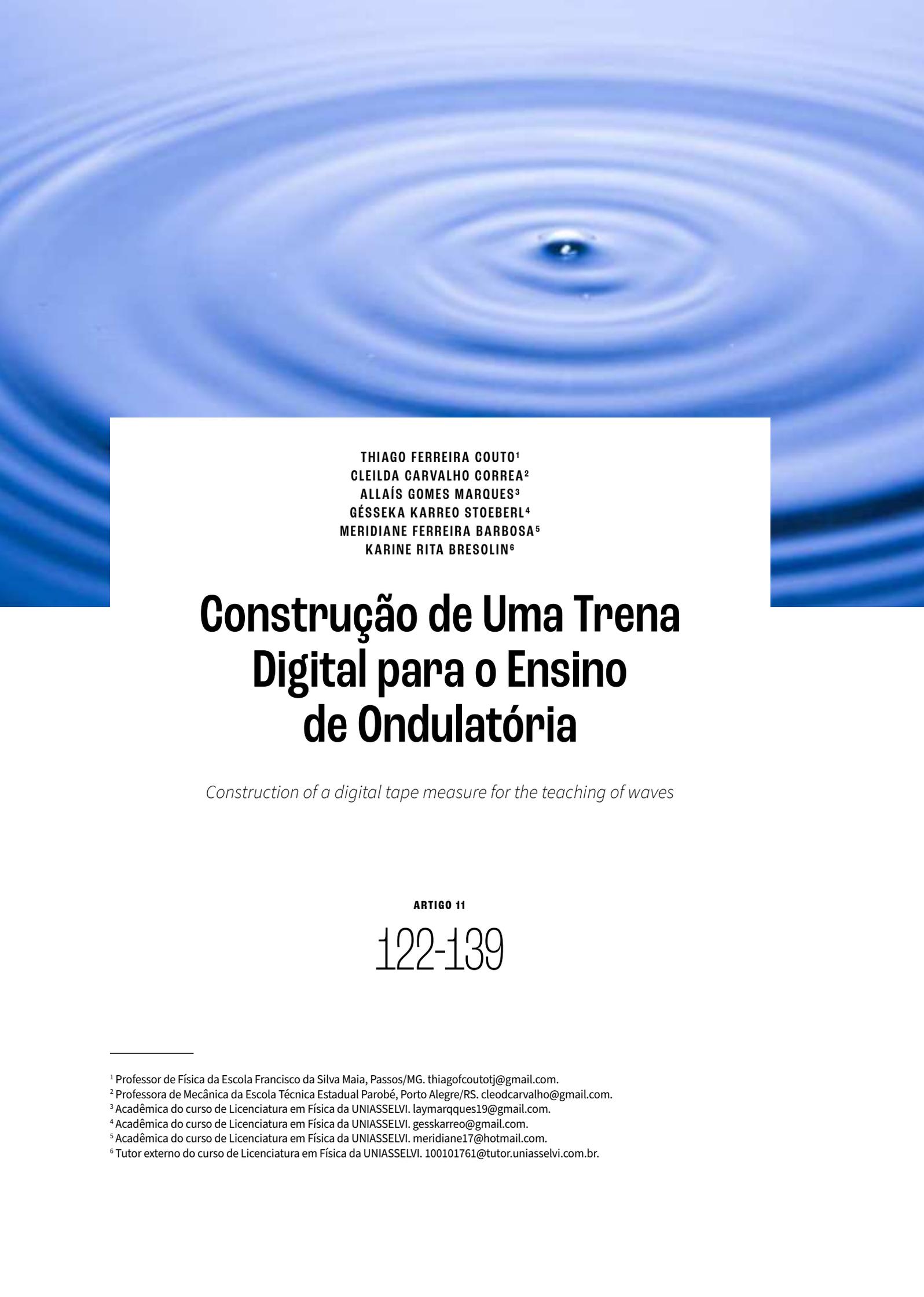
## AVALIAÇÃO

O professor verifica se os objetivos foram atingidos por meio da observação do envolvimento dos alunos durante a aula, com a realização de questionamentos pertinentes e a redação do relatório. O professor deverá fazer anotações de quais alunos apresentaram maiores dificuldades e se o tempo foi adequado para essa quantidade de conteúdos e resolução de problemas.

# REFERÊNCIAS

---

GONÇALVES FILHO, A.; TOSCANO, C. **Física**: interação e tecnologia. 2. ed. São Paulo: Leya, 2016. v. 1.



THIAGO FERREIRA COUTO<sup>1</sup>  
CLEILDA CARVALHO CORREA<sup>2</sup>  
ALLAÍS GOMES MARQUES<sup>3</sup>  
GÉSSEKA KARREO STOEBERL<sup>4</sup>  
MERIDIANE FERREIRA BARBOSA<sup>5</sup>  
KARINE RITA BRESOLIN<sup>6</sup>

# Construção de Uma Trena Digital para o Ensino de Ondulatória

*Construction of a digital tape measure for the teaching of waves*

ARTIGO 11

122-139

---

<sup>1</sup> Professor de Física da Escola Francisco da Silva Maia, Passos/MG. thiagofcouth@gmail.com.

<sup>2</sup> Professora de Mecânica da Escola Técnica Estadual Parobé, Porto Alegre/RS. cleodcarvalho@gmail.com.

<sup>3</sup> Acadêmica do curso de Licenciatura em Física da UNIASSELVI. laymarques19@gmail.com.

<sup>4</sup> Acadêmica do curso de Licenciatura em Física da UNIASSELVI. gesskarreo@gmail.com.

<sup>5</sup> Acadêmica do curso de Licenciatura em Física da UNIASSELVI. meridiane17@hotmail.com.

<sup>6</sup> Tutor externo do curso de Licenciatura em Física da UNIASSELVI. 100101761@tutor.uniasselvi.com.br.

**Resumo:** As ondas desempenham um papel muito importante no nosso cotidiano, por possuírem características que podem auxiliar-nos constantemente. Principalmente, as ondas mecânicas (que diferentemente das eletromagnéticas) não portam matéria e precisam de um meio material para que se propaguem. São classificadas com base no direcionamento de sua propagação, podendo ser transversais ou longitudinais, e sua vibração, podendo ser unidimensionais, bidimensionais ou tridimensionais. Possuem características, assim como quaisquer ondas, que são: velocidade ( $v$ ), comprimento ( $\lambda$ ), amplitude ( $A$ ) e frequência ( $f$ ). Além disso, sofrem fenômenos como: reflexão (onda encontra um obstáculo e volta), interferência (onda encontra outra onda) e refração (onda muda de meio). São aplicadas em diversas áreas, sobretudo nas ultrassonografias por imagens, sondagem da crosta terrestre em busca de petróleo e sondagem para detecção de obstáculos. Diante de inúmeras aplicações no dia a dia, propõe-se, como metodologia deste trabalho, uma revisão da literatura sobre metodologia ativa de aprendizagem e a prática da robótica educacional. Com isso, propôs-se construir uma trena ultrassônica para proporcionar melhor compreensão dos fenômenos ondulatórios e estimular a criatividade. Sendo assim, foi possível alcançar bons resultados com a proposta na montagem de equipamentos tecnológicos, contextualizando os conceitos teóricos tornando tangíveis esses conceitos considerados complexos. A classificação das ondas mecânicas contribuiu para uma melhor compreensão dos fundamentos físicos que possibilitam o funcionamento do ultrassom. A distinção entre ondas longitudinais e transversais, bem como a discussão sobre frequência e amplitude, foi essencial para entender como o ultrassom pode ser manipulado para diferentes propósitos.

**Palavras-chave:** Arduíno. Ondas. Trena Ultrassônica.

**Abstract:** Waves play a very important role in our daily lives due to their characteristics that can constantly assist us. Particularly, mechanical waves (which, unlike electromagnetic waves, do not carry matter and need a material medium to propagate) are classified based on the direction of their propagation, which can be transverse or longitudinal, and their vibration, which can be one-dimensional, two-dimensional, or three-dimensional. They have characteristics, like any waves, which are: speed ( $v$ ), wavelength ( $\lambda$ ), amplitude ( $A$ ), and frequency ( $f$ ). Additionally, they undergo phenomena such as: reflection (wave encounters an obstacle and returns), interference (wave encounters another wave), and refraction (wave changes medium). They are applied in various fields, especially in ultrasound imaging, crustal probing for oil exploration, and sonar for obstacle detection. Given the numerous daily applications, this work proposes a literature review on active learning methodologies and the practice of Educational Robotics. Thus, it was proposed to build an ultrasonic tape measure to provide a better understanding of wave phenomena and stimulate creativity. Consequently, good results were achieved with the proposal in the assembly of technological equipment, contextualizing theoretical concepts and making these considered complex concepts tangible. The classification of mechanical waves contributed to a better understanding of the physical fundamentals that enable the functioning of ultrasound. The distinction between longitudinal and transverse waves, as well as the discussion of frequency and amplitude, was essential to understanding how ultrasound can be manipulated for different purposes.

**Keywords:** Arduino. Waves. Ultrasonic Tape Measure.

## INTRODUÇÃO

**P**or que é importante questionar a eficácia do método tradicional de ensino e propor uma mudança na prática pedagógica? Como podemos inserir recursos inovadores no ensino de Física, especialmente ao ensinar conceitos intangíveis como ondulatória? O uso de tecnologia tem sido cada vez mais utilizado em muitas facetas do cotidiano, e, a cada dia que passa, o mundo se encontra cada vez mais evoluído e informatizado. Com tantos recursos tecnológicos, com tantas mudanças no cenário político-econômico-cultural, tornou-se obsoleta a metodologia pedagógica tradicional em que o professor é o detentor do conhecimento e o educando é um agente passivo no processo de ensino-aprendizagem. De acordo com Lovato *et al.* (2018), é imperativo que esse processo siga a tendência das metodologias ativas de aprendizagem, em que o aluno é o protagonista na construção do saber, e o professor, um mediador e facilitador no processo educativo.

Em conformidade com os Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio (2006), a Física é um conhecimento que permite elaborar modelos de evolução cósmica, investigar os mistérios do mundo submicroscópico, das partículas que compõem a matéria, ao mesmo tempo que permite desenvolver novas fontes de energia e criar novos materiais, produtos e tecnologias.

Ao propiciar esses conhecimentos, o aprendizado da Física promove a articulação de toda uma visão de mundo, de uma compreensão dinâmica do universo, mais ampla do que nosso entorno material imediato, capaz portanto de transcender nossos limites temporais e espaciais. Assim, ao lado de um caráter mais prático, a Física revela também uma dimensão filosófica, com uma beleza e importância que não devem ser subestimadas no processo educativo (Brasil, 2006).

Criar meios de motivar o aluno a se interessar e construir o aprendizado e gostar do que aprende é o papel do professor mediador, e não mais a figura do detentor do conhecimento, o centro do processo de ensino-aprendizagem. Cabe ao professor utilizar de instrumentos e técnicas que consigam alcançar esse objetivo. Nos dias atuais, existem muitos recursos tecnológicos que auxiliam o professor, como, por exemplo, a robótica educacional.

O conceito de ondulatória converge em um dos temas mais complexos para se atingir a compreensão plena por parte dos alunos, e apenas resolver uma lista exaustiva de exercícios envolvendo as várias partes das ondas não é suficiente. É necessário contextualizar e demonstrar aplicações práticas das ondas.

O presente trabalho de pesquisa se encontra estruturado em quatro partes: iniciar com uma introdução; na sequência, apresentar a definição de ondas e aprofundar em ondas mecânicas, especialmente ondas de ultrassom; em seguida, trazer uma sugestão de metodologia ativa de aprendizagem – a robótica educacional; construir uma trena digital ultrassônica como ferramenta para o ensino de ondas mecânicas; e, por último, analisar os resultados de se usar esse método.

## BIOMIMÉTICA E APLICAÇÕES DE ULTRASSOM

Ondas são fenômenos físicos cujo estudo e compreensão é de grande interesse em muitas áreas, como tecnologia, medicina, localização etc. Um tipo de onda muito importante quanto a sua natureza e propagação são as ondas mecânicas, que, por definição, consistem numa “perturbação de um meio material elástico, a qual se propaga, através desse meio, transportando energia e quantidade de movimento” (Calçada; Sampaio, 2006, p. 307). É digno de nota que ondas mecânicas precisam de um meio físico para se propagar, ou seja, não se propagam no vácuo.

Dentre as ondas mecânicas, temos as ondas sonoras. O que são ondas sonoras? Vejamos uma definição:

as ondas sonoras são ondas de pressão, determinadas pela propagação através do meio de variações de pressão das moléculas. Por isso, numa onda sonora em propagação, alternam-se regiões de compressão (em que as moléculas estão bem próximas umas das outras) e regiões de rarefação (em que as moléculas estão afastadas entre si). Como a direção de vibração das moléculas do meio coincide com a direção de propagação, as ondas sonoras são *ondas longitudinais* (Calçada; Sampaio, 2006, p. 449).

De acordo com Alvarenga e Máximo (1986), ondas sonoras são assimiladas pela audição humana se estiverem na faixa de frequência entre 20Hz e 20.000Hz, ou seja, ondas sonoras abaixo dessa faixa são consideradas infrassom e, acima, são chamadas de ultrassom – portanto, inaudíveis para humanos. Analisaremos, no escopo deste trabalho de pesquisa, ondas sonoras de ultrassom, sua natureza, propagação, propriedades e aplicações.

É importante destacar que, embora ondas de ultrassom não sejam perceptíveis à audição humana, alguns animais conseguem discernir essas frequências de onda e até as utilizam para sua locomoção. Em 1794, Lázaro Spallanzani (1729-1799) demonstrou que os morcegos, embora cegos, possuem a capacidade de voar sem colidir com obstáculos, já que emitem ultrassons, que são captados por seus ouvidos, após se refletirem em tais obstáculos (Kaiut; Nastri; Martins, 2009, p. 212; Alvarenga; Máximo, 1986, p. 589).

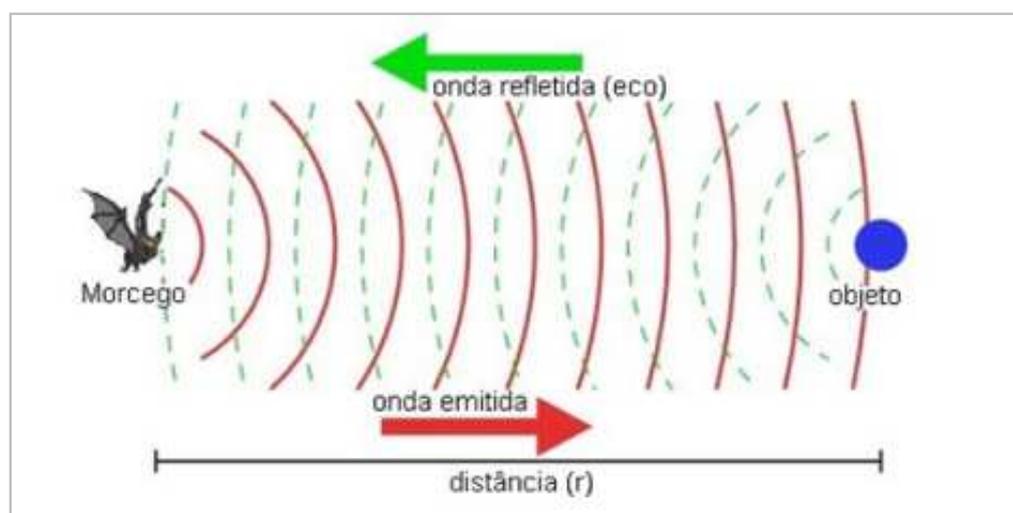


Figura 1. Esquema da ecolocalização em morcegos

Fonte: <https://animais.culturamix.com/blog/wp-content/gallery/O-Surpreendente-Radar-Dos-Morcegos-5/O-Surpreendente-Radar-Dos-Morcegos>. Acesso em: 11 mar. 2023.

Conforme podemos notar na Figura 1, os morcegos emitem ondas de ultrassom, que, por sua vez, são refletidas ao chocar com obstáculos e retornam aos ouvidos dos morcegos, sendo, então, traduzidas em uma imagem compreendida pelo animal, e a distância ( $r$ ) do obstáculo é discernida. Esse fenômeno de reflexão da onda sonora é conhecido como eco. Essa propriedade inerentemente instintiva nos morcegos foi estudada pelo campo da biomimética e reproduzida amplamente para muitas finalidades.

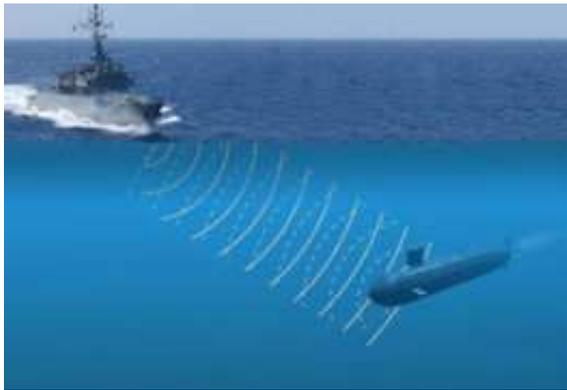


Figura 2. Sonar utilizado para localizar um submarino  
Fonte: Galante (2018).

Dentre as aplicações das ondas de ultrassom, temos as equipes de prospecção que usam essas ondas para sondar a crosta terrestre em busca de petróleo. Os navios possuem equipamentos de localização por meio do som (sonar) para detectar obstáculos ou inimigos submersos (conforme Figura 2). Os submarinos usam ondas sonoras para emboscar outros submarinos ouvindo os ruídos produzidos pelo sistema de propulsão (Halliday; Resnick, 2016, p. 154).

A história de uso do fenômeno acústico na área naval remonta de 1490, quando Leonardo Da Vinci (1452-1519) disse que, “se você fizer seu barco parar e colocar a cabeça de um longo tubo na água e a outra extremidade no seu ouvido, você ouvirá barcos a uma grande distância de você” (Li, 2012, p. 48). Essa propriedade do som descrita por Leonardo Da Vinci é o princípio utilizado nos sonares passivos, ou seja, recepção de ondas sonoras emitidas pela fonte. Segundo Li (2012), após o naufrágio do navio Titanic em 1912, Lewis Fry Richardson (1881-1953) patenteou a aplicação de recepção de eco para localizar obstáculos tanto no ar como em meio submarino, que por sua vez, é o princípio usado em sonares ativos que implica na emissão de ondas de ultrassom e a recepção do eco (reflexão da onda).

Entre os anos de 1948 e 1950, o uso de ondas de ultrassom foi estudado na área médica, em especial para diagnóstico por imagem. De acordo com Miller (2008), o médico americano Douglas Howry, junto com W. Roderic Bliss, construiu o

primeiro sistema de ultrassonografia conseguindo produzir a primeira imagem seccional em 1950. Após a década de 1980, houve grande impulso tecnológico que difundiu o uso do ultrassom como método diagnóstico.

O mecanismo de funcionamento da ultrassonografia por imagem pode ser descrito da seguinte forma:

em geral, o aparelho é constituído por um monitor, onde a imagem é observada, e um ou mais transdutores onde os pulsos de ultrassom são emitidos e captados. Nos monitores existem controles para regular a intensidade das ondas de som captadas pelo transdutor, alterar a amplificação dos ecos de retorno e determinar a profundidade da imagem visualizada na tela. A maioria dos modelos também apresenta um teclado para anotação de dados e tem funções para obtenção de medidas (Green, 1996, p. 5).

Conforme explicam Augusto e Pachaly (2000), no monitor, os ecos de retorno são representados por pontos cuja profundidade depende do tempo de retorno desses ecos.



Figura 3. Feto em ultrassonografia obstétrica  
Fonte: Tomocenter (2021).

Existe uma escala de cor cinza para cada ponto correspondendo à amplitude ou à força do eco de retorno (conforme a Figura 3): “os ecos de pouca intensidade são representados como imagens de cor negra, os de média intensidade em tons de cinza e os de alta intensidade em branco” (Augusto; Pachaly, 2000, p. 62).

Um fenômeno ligado às variações de frequência de ondas sonoras relacionadas ao movimento que aumenta durante a aproximação e diminui com o distanciamento foi proposto em 1842 pelo físico austríaco Johann Christian Doppler (1803-1853) mas não perfeitamente analisado. Em 1845 esse fenômeno foi estudado experimentalmente por Buys Ballot, na Holanda, usando uma locomotiva que puxava um vagão aberto com vários trompetistas. Esse fenômeno recebeu o nome de Efeito Doppler (Halliday; Resnick, 2016; Kawakama; Cerri; Rocha, 1993). Esse efeito pode ser descrito da seguinte forma:

Quando um observador e uma fonte sonora permanecem em repouso em relação a um meio homogêneo, vemos que a frequência do movimento ondulatório permanece constante. Suponha que o observador esteja parado em relação ao meio, mas que a fonte se mova em relação a este meio, ou que o observador se mova em relação ao meio, ou então que ambos estejam em movimento em relação ao meio. Neste caso, a frequência medida pelo observador não é igual a frequência medida por um observador que se move no mesmo sistema da fonte. A variação de frequência produzida pelo movimento relativo entre observador e a fonte constitui o chamado *efeito Doppler* (Luiz, 2007, p. 80).

A aplicação do efeito Doppler associado à ultrassonografia revolucionou esses exames de diagnóstico por imagem, pois, de acordo com Carvalho, Chammas e Cerri (2008), essa ferramenta fornece informações em tempo real sobre a arquitetura vascular e os aspectos hemodinâmicos dos vasos em diversos órgãos, visto que, na vasculatura, o tecido sanguíneo se encontra em movimento em relação ao observador. Sem utilizar o efeito Doppler, as imagens ficariam distorcidas ou imprecisas.

Embora sejam muitos exemplos de aplicações das ondas de ultrassom que poderíamos utilizar na prática pedagógica para tornar mais palpável esses fenômenos e, assim, aumentar a eficácia de compreensão por parte dos alunos, é digno de nota que, ainda assim, muitas lacunas permanecem. Em vez de simplesmente apresentar uma lista exaustiva de exercícios de aplicação, poderíamos, ainda, propor o uso uma metodologia ativa muito prática – a robótica educacional.

Sobre o benefício de se utilizar robótica educacional na prática pedagógica, Stoppa (2012, p. 124) descreve:

a utilização de novas ferramentas tecnológicas acaba por motivar o aprendizado de teorias tradicionais, como matemática, química, física, dentre outras, consideradas “difíceis” por parte dos estudantes. Neste contexto, a manipulação de kits de robótica se apresenta como um atrativo recurso didático adicional. Observa-se que a experimentação é uma aliada indispensável na construção do aprendizado e novas alternativas para tal devem ser testadas.

Segundo Coutinho (2009), a aprendizagem se torna um processo ativo de construção. A Robótica Educacional, ao reproduzir os problemas do cotidiano, promove um contexto mais significativo e motivador, testando na prática a montagem dos robôs e verificando as suas percepções.

Uma tecnologia que facilmente pode ser utilizada no contexto escolar é o Arduino, que consiste em “uma plataforma de hardware *open source*, projetada sobre o microcontrolador Atmel AVR, que pode ser programado através de uma linguagem de programação similar a C/C++” (Oliveira; Zanetti, 2016, p. 17). Essa plataforma, por ser *open source*, não tem direitos autorais ou de patente reservados e permite a elaboração de projetos com um conhecimento mínimo ou mesmo nenhum de eletrônica.

Conforme acrescentam Oliveira e Zanetti (2016), a computação Física é uma área da Computação na qual o software se comunica diretamente com o hardware, controlando componentes eletrônicos como sensores e atuadores e permitindo construir sistemas que consigam perceber e interagir com ambientes reais.

## METODOLOGIA

A partir do referencial tematizado, construção de uma trena digital para o ensino de ondulatória, inicia-se o procedimento de elaboração deste trabalho. Para se alcançar os objetivos propostos, foi estabelecida uma estratégia que considera a essencialidade de apresentar como primeiro passo uma breve abordagem conceitual e classificativa das ondas mecânicas. Para tanto, faz-se uma pesquisa qualitativa, com uma análise bibliográfica. Conforme Minayo (2001), a pesquisa qualitativa é adequada para compreender fenômenos complexos em suas relações sociais, culturais e históricas. Além disso, Gil (2002) destaca que a análise bibliográfica permite a construção de um conhecimento sólido a partir de fontes já publicadas, sendo essencial para fundamentar teoricamente o estudo.

Assim, no primeiro momento, são selecionados das leituras os aspectos conceituais sobre ondas mecânicas sonoras de alta frequência, visando elencar as funções, características e aplicabilidades do ultrassom. Em seguida, coleta-se exemplos que estimulam a compreensão das ondas imperceptíveis ao ouvido humano e que dão ênfase à viabilidade e abrangência do uso de sensores ultrassônicos para projetos de robótica.

Posteriormente, utiliza-se de uma metodologia ativa, em que se propõe como recurso pedagógico, para o ensino e aprendizagem da Física, a montagem de uma ferramenta de medição automatizada: a trena digital.

Através do experimento criado, busca-se demonstrar na prática os conceitos teóricos da ondulatória que são fundamentais para entender o comportamento das ondas e suas propriedades, conceitos esses como:

- Definição de onda: uma onda é uma perturbação que se propaga em um meio, transportando energia de um ponto para outro sem transportar matéria.
- Comprimento de onda ( $\lambda$ ): a distância entre dois pontos consecutivos em fase, como dois picos ou dois vales.
- Frequência ( $f$ ): o número de ciclos ou oscilações que passam por um ponto fixo em um segundo. Medido em Hertz (Hz).
- Amplitude ( $A$ ): a altura máxima da onda a partir da posição de equilíbrio. Representa a energia transportada pela onda.
- Velocidade ( $v$ ): a rapidez com que a onda se propaga através do meio. Pode ser calculada como:  $v = \lambda \cdot f$ .
- Ondas mecânicas: precisam de um meio material para se propagar (por exemplo, ondas sonoras, ondas em uma corda).

Pelo decurso da associação da Física com a tecnologia, pretende-se, com esse método, incentivar a curiosidade, ou seja, a procura pelo conhecimento em um contexto multidisciplinar, de modo a facilitar a compreensão de conteúdos complexos e o desenvolvimento de uma aprendizagem significativa. Portanto, tem-se, como etapa final, a observação da aplicação desse projeto no âmbito escolar.

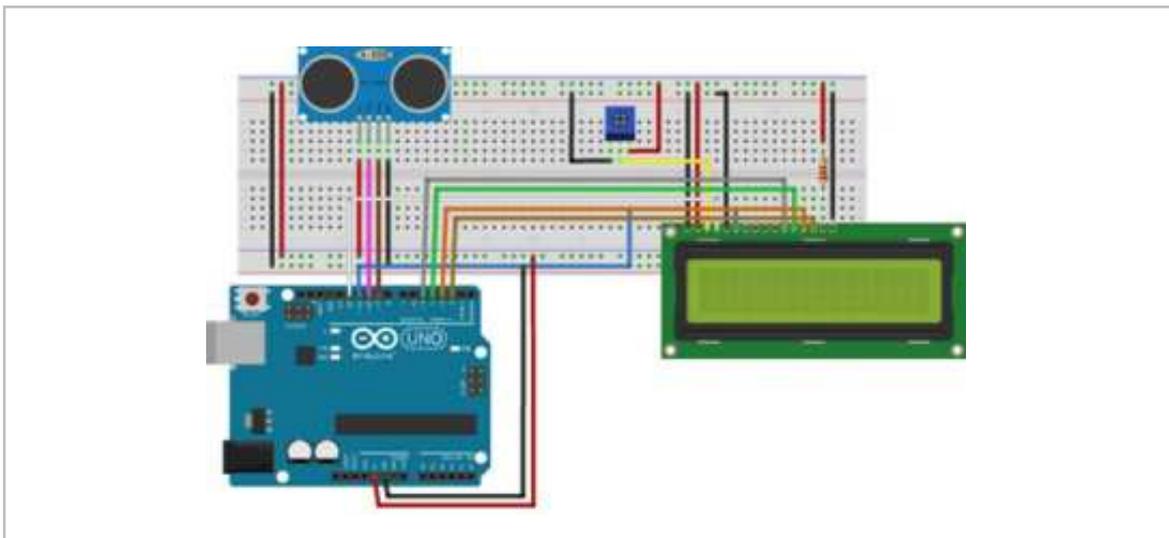


Figura 4. Esquema eletrônico da trena digital ultrassônica / Fonte: Oliveira e Zanetti (2015, p. 151).

Para construir uma trena ultrassônica digital usando o sensor HC-SR04 e o Arduino Uno, são trilhados alguns passos básicos para conectar o hardware (conforme a Figura 4), escrever o código e calibrar o dispositivo. Para isso, propõe-se a criação de um roteiro passo a passo para a Montagem e configuração do experimento (de acordo com o roteiro em anexo).

Conforme Stevan Jr. e Silva (2015), o sensor de ultrassom HC-SR04 é amplamente utilizado em projetos de Arduino para medições de distância. Ele é um sensor de distância baseado em ultrassom que pode medir a distância de um objeto refletor com precisão e é muito popular devido ao seu baixo custo e facilidade de uso. As características do sensor HC-SR04 que permitem seu uso para o experimento em questão são:

## ESTRUTURA E FUNCIONAMENTO

### 1. Componentes principais:

- Transdutor emissor: emite pulsos de ultrassom em alta frequência (geralmente em torno de 40 kHz).
- Transdutor receptor: captura os pulsos refletidos que retornam após baterem em um objeto.
- Circuito de controle: processa os sinais enviados e recebidos, e calcula a distância com base no tempo de voo do sinal.

### 2. Pinos de conexão:

- VCC: pino de alimentação. Conecta-se ao pino de 5V do Arduino.
- GND: pino de Terra. Conecta-se ao pino GND do Arduino.

De acordo com a Figura 5, as ondas emitidas e recebidas ocorrem conforme configuração a seguir:

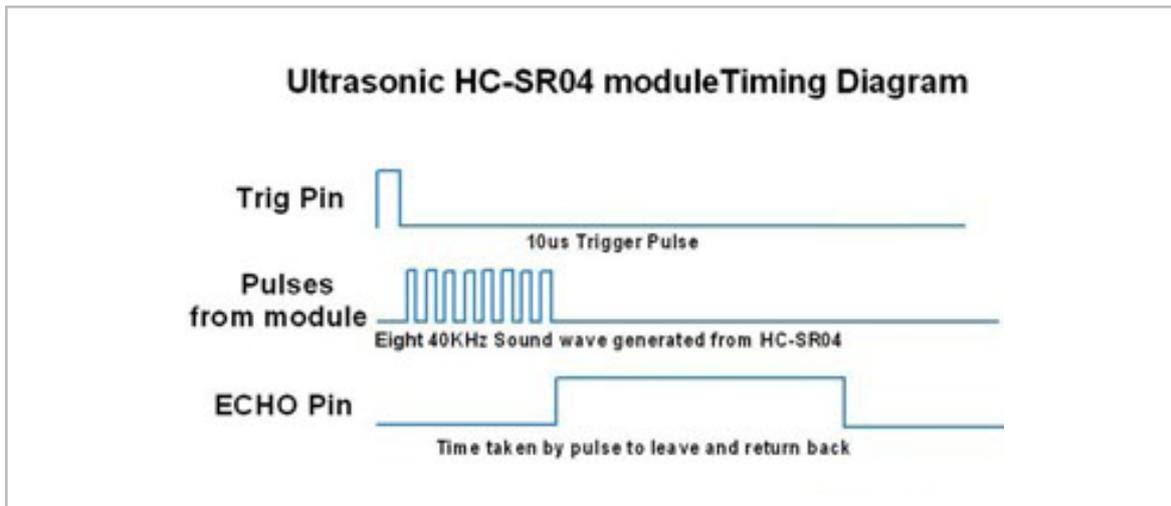


Figura 5. Ondas geradas e recebidas pelo sensor HC-SR04

Fonte: <https://manikantsavadatti.blogspot.com/2020/11/ultrasonicsensor.html>>. Acesso em: 22 jul. 2024.

- Trig: pino de Trigger. Recebe um pulso de 10 microssegundos do Arduino para iniciar a medição. Quando um pulso é enviado para esse pino, o sensor emite um pulso ultrassônico. Isso enviará uma explosão sônica de 8 ciclos que viajará na velocidade do som e será recebida no pino de eco.
- Echo: pino de Echo. Envia um sinal de alta frequência de volta ao Arduino, que indica o tempo que o sinal leva para retornar após a reflexão. O tempo é medido em microssegundos. O Echo Pin irá gerar o tempo em microssegundos que a onda de som viajou.

3. Funcionamento:

- O sensor emite um pulso ultrassônico através do transdutor emissor.
- O pulso viaja pelo ar e bate em um objeto, sendo refletido de volta para o sensor.
- O transdutor receptor captura o pulso refletido.
- O tempo decorrido entre a emissão do pulso e a recepção é usado para calcular a distância do objeto. A fórmula para calcular a distância é:

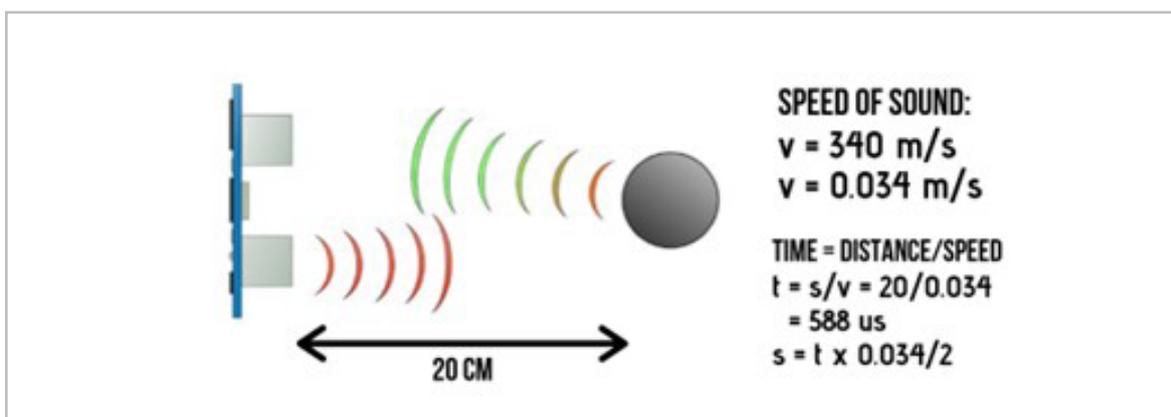


Figura 6. Diagrama de cálculo de onda

Fonte: <https://manikantsavadatti.blogspot.com/2020/11/ultrasonicsensor.html>>. Acesso em: 22 jul. 2024.

Conforme a Figura 6, como exemplo, se o objeto está a 20 cm do sensor, sendo a velocidade do som 340 m/s ou 0,034 cm/ $\mu$ s, a onda sonora precisará viajar cerca de 588 microssegundos. Contudo, o que se obtém do pino de eco será o dobro desse número, porque a onda sonora deve viajar para frente e retornar. Portanto, para obter a distância em cm, precisa-se multiplicar o valor do tempo de viagem recebido do pino de eco por 0,034 e dividi-lo por 2. Esse cálculo é realizado pelo circuito integrado IDE Arduino Uno, modelo usado neste experimento.

Após a construção do dispositivo, serão feitos os testes de funcionamento para conclusão do experimento, seguindo os passos a seguir:

1. Teste a precisão: coloca-se um objeto a uma distância conhecida e verifica-se se a trena ultrassônica fornece uma medição precisa. Pode ser usado um instrumento graduado como régua, trena ou fita métrica para comparação do resultado.
2. Ajuste do código: se necessário, ajustar a fórmula no código para melhorar a precisão de acordo com as condições do ambiente.
3. Considerar o ambiente: a precisão do sensor pode ser afetada por fatores como a temperatura e a presença de materiais absorventes de som. Sendo assim, é importante realizar o experimento em ambientes diferentes e anotar os resultados.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Neste trabalho de pesquisa, a proposta foi a utilização de uma metodologia ativa, robótica educacional, para construir uma trena ultrassônica com Arduino, com o intuito de ensinar conceitos de ondas mecânicas a alunos de Física.

Os materiais utilizados são de custo acessível e de fácil montagem, conforme o roteiro em anexo.

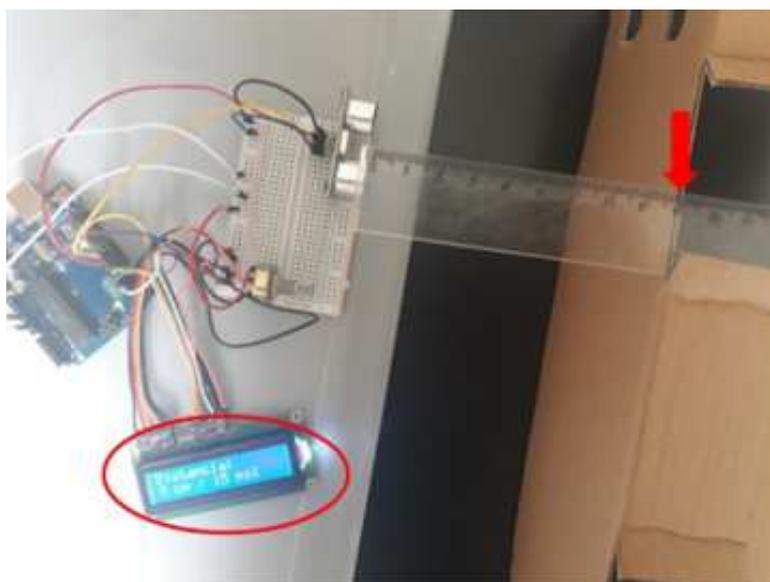


Figura 7. Medição feita com a trena e confirmada com a régua / Fonte: os autores.

Depois de construir a trena digital ultrassônica, foram realizadas medições de distância de 9 cm (conforme Figura 7), 15 cm e 30 cm, e os resultados lidos no display LCD do dispositivo foram comparados com distâncias medidas com uma régua, para verificar a precisão e a funcionalidade do dispositivo. Esse experimento foi repetido em ambientes com acústica, dimensões e formas diferentes.

A proposta pedagógica para a utilização desse experimento é ensinar conceitos de ondas mecânicas, como propagação, velocidade, comprimento de onda, amplitude e frequência, além de fenômenos como reflexão, interferência e refração.

As estratégias de ensino que podem ser exploradas são:

1. Introdução aos conceitos teóricos:

- Começar explicando os conceitos básicos de ondas mecânicas, destacando a diferença entre ondas longitudinais e transversais.
- Discutir as propriedades das ondas, como velocidade ( $v$ ), comprimento de onda ( $\lambda$ ), amplitude ( $A$ ) e frequência ( $f$ ).

2. Demonstração prática:

- Utilizar a trena ultrassônica para demonstrar a propagação das ondas sonoras no ar.
- Mostrar como a distância medida pelo sensor está relacionada ao tempo de voo do sinal ultrassônico e à velocidade do som.

3. Experimentos e atividades práticas:

- Realizar experimentos para medir a distância de diferentes objetos e comparar os resultados.
- Encorajar os alunos a modificar o código do Arduino para explorar diferentes aspectos das ondas, como a frequência de pulsos ou a resposta a diferentes materiais.

4. Discussão de fenômenos de ondas:

- Utilizar a trena ultrassônica para explicar fenômenos como a reflexão do ultrassom em diferentes superfícies.
- Discutir como as ondas podem interferir e como isso pode ser observado em diferentes cenários de medição.

5. Aplicações tecnológicas:

- Explicar como o ultrassom é utilizado em diversas aplicações tecnológicas, como ultrassonografia médica, sonar e detecção de obstáculos.
- Mostrar vídeos ou exemplos práticos dessas aplicações para contextualizar o aprendizado.

Os resultados obtidos na utilização desta ferramenta – trena ultrassônica digital – são a melhoria na compreensão dos conceitos, pois a aplicação prática facilita a visualização de um fenômeno invisível e inaudível. No âmbito pedagógico, evidencia-se a importância de apresentar aos alunos todas essas aplicabilidades, tendo em vista a dificuldade dos alunos em relacionar os fenômenos que aprendem na escola com os que vivenciam fora dela. Muitas vezes, isso se dá à falta de motivação, quando o ensino se concentra na tradicionalidade, focado na memorização e repetição de informações retiradas de livros didáticos sem conectá-las ao mundo real: “os professores narram o que aprenderam e os alunos os seguem nesta prática de repetição. O conteúdo trabalhado desta maneira torna-se algo supérfluo, vazio na vida do estudante que desconhece a função daquele assunto no seu cotidiano” (Carneiro, 2012, p. 3).

Além disso, promove o desenvolvimento de habilidades práticas como eletrônica e programação, além de aprender a resolver problemas técnicos. Também promove o engajamento e motivação para aprender Física.

No decorrer deste trabalho de pesquisa, foi possível perceber que as tecnologias ultrassônicas têm um grande potencial para serem utilizadas em diversas áreas, devido às propriedades do ultrassom. Ao longo da história, ele tem se aprimorado e se tornado um meio essencial para o setor industrial, locomotivo, de pesquisa científica, concessão de medidas precisas e, inclusive, de sobrevivência, ao auxiliar em tratamentos médicos e diagnóstico.

A necessidade de construir conhecimento voltado a compreensão da utilidade dele para a vida real pode ser atendida por aulas construtivistas, que apresentam contextos realísticos e valorizam a experiência do aluno, pois selecionam metodologias eficazes, trazendo para sala exemplificações da forma mais tangível possível. Assim, uma relação com os acontecimentos da vida real do estudante pode ser percebida e aplicada com mais facilidade.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

O experimento realizado teve como foco a criação de uma trena digital para o ensino de ondulatória. A proposta principal deste trabalho é aplicar a metodologia ativa de robótica educacional na construção de uma trena ultrassônica, visando facilitar o ensino e a compreensão dos conceitos de ondas mecânicas pelos alunos.

A construção de uma trena ultrassônica com o uso de Arduino representa uma contribuição importante para o ambiente acadêmico, especialmente no ensino de Física. Este projeto não só oferece uma ferramenta prática e acessível para demonstrar conceitos teóricos, mas também une tecnologia e educação de maneira inovadora. Ao participarem ativamente do processo de construção e experimentação, os alunos desenvolvem habilidades práticas em robótica e programação, além de aprofundarem sua compreensão dos fenômenos ondulatórios. Esse tipo de abordagem prática é essencial para consolidar o aprendizado, promovendo um engajamento mais significativo e duradouro.

O objetivo de aplicar a metodologia ativa de robótica educacional para construir uma trena ultrassônica com Arduino foi plenamente atingido. A execução do projeto mostrou que, através da construção e uso deste dispositivo, é possível ensinar de maneira eficaz os conceitos de ondas mecânicas, como velocidade, frequência, comprimento de onda e amplitude. A interação direta com o equipamento permitiu que os alunos visualizassem e manipulassem os fenômenos ondulatórios, facilitando a compreensão de conceitos que, tradicionalmente, podem ser abstratos e difíceis de entender apenas teoricamente.

# REFERÊNCIAS

---

- ALVARENGA, B.; MÁXIMO, A. **Curso de Física**. 2. ed. São Paulo: Harper, 1986.
- AUGUSTO, A. Q.; PACHALY, J. R. Princípios físicos da ultrassonografia: revisão bibliográfica. **Arq. Ciên. Vet. Zool.**, Umuarama, v. 3, n. 1, p. 61-65, jan.-jul. 2000.
- BRASIL. Ministério da Educação. **Parâmetros Curriculares Nacionais**. Brasília: Ministério da Educação, 2006.
- CALÇADA, C. S.; SAMPAIO, J. L. **Física clássica**. v. 4. São Paulo: Atual, 2007.
- CARNEIRO, R. P. Reflexões acerca do processo ensino aprendizagem na perspectiva freireana e biocêntrica. **Thema**, [S. l.], v. 9, n. 2, p. 1-8, 2012.
- CARVALHO, C. F.; CHAMMAS, M. C.; CERRI, G. G. Princípios físicos do Doppler em ultrassonografia. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 38, n. 3. p. 872-879, maio-jun. 2008.
- COUTINHO, L. M. **Aprendizagem, tecnologia e educação a distância**. Brasília: Faculdade de Educação, 2009.
- GALANTE, A. **Como funciona o sonar ativo?**. 2018. Disponível em: <https://www.naval.com.br/blog/2018/01/17/como-funciona-o-sonar-ativo/>. Acesso em: 23 fev. 2024.
- GREEN, R. W. **The veterinarian and ultrasound: small animal ultrasound**. Filadélfia: Lippincott-Raven, 1996.
- GIL, A. C. **Métodos e técnicas de pesquisa social**. São Paulo: Atlas, 2002.
- HALLIDAY, D.; RESNICK, R. **Fundamentos da Física**. 10. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2016.
- MANITESLA Arduino Institute. **How to measure distance using ultrasonic sensor: how to find distance using soundwaves?**. 2020. Disponível em: <https://manikantsavadatti.blogspot.com/2020/11/ultrasonicsensor.html>. Acesso em: 22 jul. 2024.
- KAIUT, I. P.; NASTRI, C. O.; MARTINS, W. P. Segurança no uso da ultrassonografia obstétrica. **Experts in Ultrasound: Reviews and Perspectives**, Ribeirão Preto, v. 1, n. 4, p. 211-215, 2009.
- KAWAKAMA, J.; CERRI, G. G.; ROCHA, D. C. **Ultra-sonografia abdominal**. São Paulo: Sarvier, 1993.
- LI, Q. **Digital sonar design in underwater acoustics: principles and applications**. Heidelberg: Springer Science & Business Media, 2012.

LOVATO, F. L. *et al.* Metodologias ativas de aprendizagem: uma breve revisão. **Acta Scientiae**, Canoas, v. 20, n. 2, p. 154-171, 2018.

LUIZ, A. M. **Coleção Física**. 2. ed. São Paulo: Livraria da Física, 2007.

MILLER, D. L. Safety assurance in obstetrical ultrasound. **Semin Ultrasound CT MR**, Bethesda, v. 29, n. 2, p. 156-164, 2009.

MINAYO, M. C. S. **O desafio do conhecimento**: pesquisa qualitativa em saúde. 9. ed. São Paulo: Hucitec, 2006.

OLIVEIRA, C. L. V.; ZANETTI, H. A. P. **Arduino descomplicado**. 1. ed. São Paulo: Saraiva, 2015.

CULTURA Mix. **O surpreendente radar dos morcegos**. 2012. Disponível em:

<https://animais.culturamix.com/curiosidades/o-surpreendente-radar-dos-morcegos>. Acesso em: 23 fev. 2024.

STEVAN JR., S. L.; SILVA, R. A. **Automação e instrumentação industrial com Arduino**: teoria e projetos. São Paulo: Erica, 2015.

STOPPA, M. H. A robótica educacional em experimentos elementares de Física. **Instrumento**, Juiz de Fora, v. 14, n. 1, 2012.

TOMOCENTER. **Ultrassom obstétrico**: conheça os benefícios para a gestante e o bebê. c2021. Disponível em: <https://tomocenter.com.br/ultrassom-obstetrico/amp/>. Acesso em: 23 fev. 2024.

## ANEXO - PROJETO TRENA DIGITAL EM ARDUINO: ENSINO DE ONDAS MECÂNICAS COM ROBÓTICA EDUCACIONAL

Materiais necessários:

- 1 IDE Arduino UNO;
- 1 Sensor Ultrassônico HC-SR04;
- 1 LCD 16x2;
- 1 Resistor de 220 ohms ou 330 ohms;
- 1 Potenciômetro;
- 1 Push button;
- 1 Protoboard;
- Jumper cables.

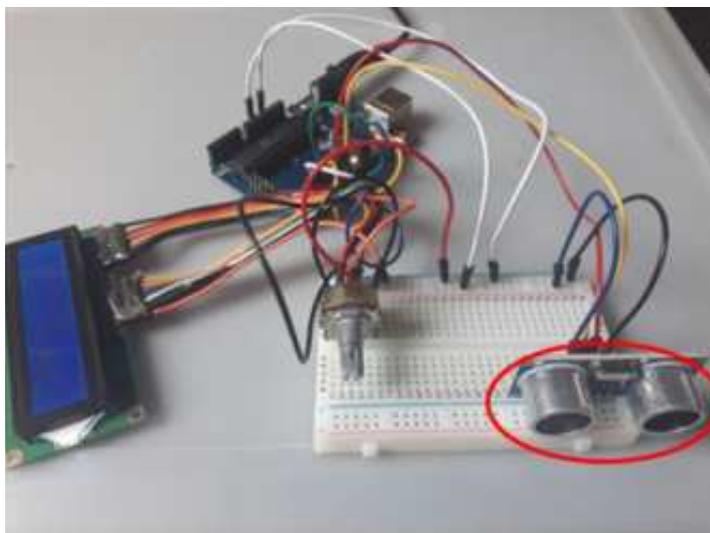


Figura 1. Montagem do projeto (em destaque, o sensor ultrassônico)  
Fonte: os autores.

Montagem do circuito:

- a) Conectar o pino 1 do LCD ligado à linha de alimentação negativa da *protoboard*.
- b) Pino 2 do LCD ligado à linha de alimentação positiva (5V) da *protoboard*.
- c) Pino 3 do LCD ligado ao pino central do potenciômetro (para controlar o contraste do *display*).
- d) Pino 4 do LCD ligado ao pino digital 12 do Arduino.
- e) Pino 5 do LCD ligado à linha de alimentação negativa da *protoboard*.
- f) Pino 6 do LCD ligado ao pino digital 11 do Arduino.
- g) Pino 11 do LCD ligado ao pino digital 5 do Arduino.
- h) Pino 12 do LCD ligado ao pino digital 4 do Arduino.
- i) Pino 13 do LCD ligado ao pino digital 3 do Arduino.
- j) Pino 14 do LCD ligado ao pino digital 2 do Arduino.
- k) Pino 15 do LCD ligado à linha de alimentação positiva da *protoboard* por meio de um resistor de 220 ohms (ou 330 ohms).

- l) Pino 16 do LCD à linha de alimentação negativa da *protoboard*.
- m) Conectar o pino GND do HC-SR04 ligado à linha de alimentação negativa da *protoboard*.
- n) Conectar o pino VCC do HC-SR04 ligado à linha de alimentação positiva da *protoboard*.
- o) Conectar o pino TRIG do HC-SR04 ligado ao pino 8 do Arduino.
- p) Conectar o pino ECHO do HC-SR04 ligado ao pino 7 do Arduino.
- q) Conectar o pino de alimentação positiva (5V) do Arduino à linha de alimentação positiva da *protoboard*.
- r) Conectar o pino de alimentação negativa (GND) do Arduino à linha de alimentação negativa da *protoboard*.



Figura 2. Montagem do projeto (em destaque, *display LCD*) / Fonte: os autores.

Programa (*sketch*):

Após realizar a montagem do projeto, implementar o *sketch* a seguir através da plataforma de conexão do Arduino UNO com o PC.

```
#include <LiquidCrystal.h>

#define TEMPO_ATUALIZACAO 1000
#define ECHO 7
#define TRIG 8
int maximo = 200; // Distância máxima: 200 cm
int minimo = 0; // Distância mínima: 0 cm
long duracao, distCm, distPol;

// LCD
LiquidCrystal lcd (12, 11, 5, 4, 3, 2);

void setup () {
  pinMode (12, OUTPUT);
  pinMode(11, OUTPUT);
  lcd.begin (16, 2);

  pinMode(TRIG, OUTPUT);
  pinMode(ECHO, INPUT);
}

void loop () {
  // Enviar um pulso
  digitalWrite(TRIG, LOW);
  delayMicroseconds(2);
  digitalWrite(TRIG, HIGH);
  delayMicroseconds(10);
  digitalWrite(TRIG, LOW);

  // Obter o tempo que o pulso levou para retornar
  Duração = pulseIn(ECHO, HIGH);

  // Calcular a distância em centímetros
  distCM = duração / 58;

  // Calcular a distância em polegadas
  distPol = duração / 37;
  lcd.clear();
  if (distCm >= máximo || distCm <= mínimo) {
    lcd.print("Fora de faixa!");
  }
  Else {
    lcd.print("Distância: ");
    lcd.setCursor(0, 1); // Coluna, Linha
    lcd.print(distCm);
    lcd.print(" cm / ");
    lcd.print(distPol);
    lcd.print(" pol");
  }
  delay(TEMPO_ATUALIZACAO);
}
```

## REFERÊNCIA

OLIVEIRA, C. L. V.; ZANETTI, H. A. P. **Arduino descomplicado**. 1. ed. São Paulo: Saraiva, 2015.



ADRIANA ARAÚJO DE SOUZA LASKOWSKI<sup>1</sup>  
RAFAEL AMORIM DE ALCANTARA<sup>2</sup>  
FERNANDA CRISTINA BORGATTO<sup>3</sup>  
ALINE FERNANDA BILESKI DE LISBOA<sup>4</sup>  
TAÍSE CEOLIN<sup>5</sup>

# O FATO CIENTÍFICO NATUREZA DUAL DA LUZ E O USO DE PRESSUPOSTOS METODOLÓGICOS NA SUA CONSTRUÇÃO HISTÓRICA SOB A EPISTEMOLOGIA DE LUDWIK FLECK

*The scientific fact dual nature of light and the use of methodological assumptions  
in its historical construction under the epistemology of Ludwik Fleck*

ARTIGO 12

140-158

---

<sup>1</sup> Professora de Física do Ensino Médio da Educação Básica do Colégio Túlio de França, União da Vitória/PR. E-mail: adrianalaskowski@gmail.com.

<sup>2</sup> Engenheiro Eletricista, Formosa/GO. E-mail: rafaelamorimalc97@gmail.com.

<sup>3</sup> Tutora Externa do Curso de Licenciatura em Física– Polo Porto União (SC); E-mail: fernandaborgatto@uniasselvi.com.br.

<sup>4</sup> Mestra em Ensino de Ciência, Matemática e Tecnologias. Licenciada em Ciências da Natureza – Habilitação em Física. Docente do Curso de Licenciatura em Física no Centro Universitário Leonardo da Vinci - UNIASSELVI, Indaial, SC. E-mail: aline.lisboa@uniasselvi.com.br

<sup>5</sup> Doutora em Educação Científica e Tecnológica, Mestra em Educação nas Ciências, Licenciada em Física e Pedagogia. Docente nos cursos de Licenciatura em Física e Matemática da UNIASSELVI. E-mail: thai.ceolin@gmail.com / taise.ceolin@uniasselvi.com.br

**Resumo:** os estudos envolvendo a interação da matéria desencadearam uma série de conhecimentos que levaram os cientistas a desenvolverem a ciência e a tecnologia do mundo contemporâneo por meio de teorias e experimentos, resultando na teoria quântica moderna. Busca-se, neste projeto de ensino, desenvolver uma proposta metodológica de abordagem a alunos do 3º ano do ensino médio do estudo do fato científico natureza dual da luz, com base nos pressupostos epistemológicos de Fleck. Nessa proposta, contextualiza-se a história que envolve as contribuições científicas dos físicos Isaac Newton, Maxwell, Heinrich Hertz, Max Planck, Albert Einstein e Niels Bohr para a construção da teoria quântica moderna, a qual resultou em um conjunto de conhecimentos com conceitos científicos específicos, agrupados na área da Física Moderna. Para isso, serão utilizados textos científicos analisados nas categorias fleckianas. Ao finalizar esta proposta, evidencia-se a importância de uma abordagem com contextualização histórica para a compreensão dos conceitos que permeiam o fato científico natureza dual da luz no desenvolvimento da teoria quântica moderna pelos alunos da educação básica.

**Palavras-chave:** Fato científico. Natureza dual da luz. Teoria quântica. Epistemologia de Ludwik Fleck.

**Abstract:** studies involving the interaction of matter triggered a series of knowledge that led scientists to develop the science and technology of the contemporary world through theories and experiments that resulted in Modern Quantum Theory. This Teaching Project seeks to develop a methodological proposal for approaching 3rd year high school students to study the scientific fact of the dual nature of light, based on Fleck's epistemological assumptions, contextualizing in this proposal the history that involves the scientific contributions of physicists Isaac Newton, Maxwell, Heinrich Hertz, Max Planck, Albert Einstein and Niels Bohr for the construction of the Modern Quantum Theory, which resulted in a set of knowledge with specific scientific concepts, which were grouped in the Modern Physics area, using for this purpose scientific texts to be analyzed using Fleckian categories. At the end of this proposal, the importance of an approach with historical contextualization for understanding the concepts that permeate the scientific fact of the dual nature of light in the development of Modern Quantum Theory by Basic Education students becomes evident.

**Keywords:** Scientific fact. Dual nature of light. Quantum theory. Epistemology by Ludwik Fleck.

## INTRODUÇÃO

Neste projeto de ensino, relata-se um estudo acerca dos pressupostos metodológicos que se desenvolveram nos conhecimentos a respeito do fato científico da natureza dual da luz, relacionado ao ramo da Física Moderna<sup>1</sup>, denominado de teoria quântica, o qual está presente na matriz curricular do componente de Física para o 3º ano do ensino médio. O objetivo é ajudar na aprendizagem dos alunos dessa modalidade da educação básica por meio de uma proposta de abordagem contextualizada historicamente do referido fato científico, considerando as categorias epistemológicas de Ludwik Fleck.

Em seu livro *Gênese e desenvolvimento de um fato científico* (1935)<sup>2</sup>, o médico judeu-polonês Ludwik Fleck apresenta as seguintes categorias epistemológicas: **círculo exotérico e esotérico, circulação intracoletiva e intercoletiva, coletivo de pensamento, estilo de pensamento, fato científico, protoideias, acloparmentos ativos e pacíficos**<sup>3</sup>, as quais ajudarão a organizar os pressupostos que envolvem a história e a epistemologia da Física, os quais permeiam a elaboração das explicações para o comportamento dual da luz.

O fato científico da natureza dual da luz consiste numa importante área de estudo e investigação que compõe os conceitos da teoria quântica, o que pode ser verificado ao se considerar a construção e a transformação do seu conhecimento científico pelos físicos que desenvolveram o estudo desse fenômeno. A chamada **quebra de paradigma**<sup>4</sup> ocor-

re quando eles afirmam que “somente se poderia ter noção da totalidade dos fenômenos da natureza utilizando-se conjuntamente os conceitos de partícula e de onda” (Bail, 2019, p. 11).

Assim, a necessidade de se estudar o fato científico da natureza dual da luz surge da preocupação dos cientistas em desvendar os detalhes microscópicos da matéria, a fim de compreender, descrever e discutir como se dão as manifestações dos fenômenos da natureza, de modo que seus modelos expressem não apenas os fenômenos cientificamente observados, mas também contribuam para a evolução do conhecimento científico (Meggiolaro, 2012).

Os estudos e os conhecimentos relacionados à dualidade da luz estão cada vez mais presentes no desenvolvimento de diferentes tecnologias que revolucionam o mundo contemporâneo, uma vez que sua teoria tornou-se fundamental para o estudo e a compreensão da estrutura da matéria. Ela permite que os cientistas investiguem os átomos, o Big Bang e a genética molecular, o que evidencia a dimensão que norteia o seu conhecimento (Brockington, 2005).

Dessa forma, faz-se necessário que o professor de Física busque desenvolver o ensino da natureza dual da luz na educação básica, de modo que, a partir da sua abordagem, os alunos sejam capazes de realizar discussões acerca dos apontamentos que desencadearam o seu desenvolvimento científico, bem como analisar as possíveis implicações sociocientíficas decorrentes dos conhecimentos que envolvem a temática em estudo.

É diante dessas importantes considerações que este projeto de ensino é desenvolvido, buscando usar a epistemologia de Ludwik Fleck como um pressuposto metodológico, sugerindo-se desenvolver a abordagem dos conhecimentos relacionados ao fato científico da natureza dual da luz por meio da sua ligação com o contexto histórico, visando mostrar aos alunos a relevância dos conhecimentos presentes para o desenvolvimento da teoria quântica moderna.

<sup>1</sup> Alguns livros de Física para o ensino médio trazem esta temática com a denominação de Física Contemporânea.

<sup>2</sup> De acordo com a sua tradução da primeira edição brasileira (2010).

<sup>3</sup> Grifo nosso.

<sup>4</sup> Grifo nosso.

O estudo da teoria quântica moderna faz parte da temática Física Moderna, do componente Física, para o 3º ano do ensino médio na educação básica. Sua abordagem é necessária, uma vez que contempla a importância da investigação científica do mundo microscópico por diferentes cientistas na busca da elaboração de um modelo que possa explicar como a matéria se comporta e, especificamente, como ocorre o fenômeno dual da luz. Assim, a partir dessa relevância, elaborase a seguinte problemática norteadora: “como organizar os pressupostos metodológicos presentes no estudo do fato científico da natureza dual da luz, utilizando a epistemologia de Ludwik Fleck, para uma abordagem em que os alunos do 3º ano do ensino médio da educação básica possam aprender e compreender a relação e a importância desse estudo para o desenvolvimento da teoria quântica moderna?”.

Ao final, discorre-se acerca da relevância do estudo natureza da dual da luz e das contribuições da epistemologia fleckiana na construção de uma proposta metodológica de abordagem para os alunos do 3º ano do ensino médio da educação básica. Observa-se, durante esta construção, que os objetivos propostos foram alcançados, bem como as dificuldades e as possibilidades encontradas durante a elaboração da proposta que contribuíram significativamente para a articulação dos saberes científicos presentes no estudo histórico e científico da natureza dual da luz para a construção da teoria quântica moderna.

## **CONSTRUINDO A COMPREENSÃO DA NATUREZA DUAL DA LUZ POR MEIO DA HISTORICIDADE NA EPISTEMOLOGIA FLECKIANA**

Para Fleck, a história é muito importante na construção do conhecimento, sendo essa uma característica presente na sua epistemologia. Segundo ele, trata-se de uma abordagem histórica que leva a um conceito, tornando possível descobrir

qual a consequência para a construção da ciência dos fatores (Chicória; Aires; Camargo, 2018). Assim, é diante dessa importância da abordagem histórica para a compreensão dos fatos científicos que se inicia este estudo.

Ao resgatar um pouco da história da década de 1950, encontra-se na literatura relatos de que o fato de essa década já ter sido muitas vezes rotulada como a década dos “anos dourados” deve-se à valorização dos aspectos positivos da ciência e da indústria, os quais, unidos, possibilitaram a produção de novos produtos e aparatos tecnológicos em diferentes partes do mundo. Foi nesse contexto que os setores da ciência e da indústria apresentaram inovações que impulsionaram a economia pós-Segunda Guerra Mundial e modificaram os hábitos culturais das pessoas, que passaram a vivenciar novos padrões de consumo.

Intrínseco a esse desenvolvimento do mundo moderno, estão os conhecimentos acerca da natureza da luz, tais como a sua detecção, manipulação, produção e transmissão. O surgimento de novos instrumentos de laboratório permite o avanço da ciência e da tecnologia, conduzindo, por meio da espectroscopia, ao conhecimento teórico e experimental a respeito da estrutura dos átomos e das moléculas, de modo que a sua interação com a matéria levou os cientistas a desenvolverem a teoria quântica moderna.

## **A NATUREZA DUAL DA LUZ E SUAS CONCEPÇÕES CIENTÍFICAS AO LONGO DO DESENVOLVIMENTO DA TEORIA QUÂNTICA MODERNA**

As concepções acerca da natureza da luz envolvem muitos cientistas e diferentes eventos ao longo dos séculos. Diante da complexidade que permeia esta temática, busca-se agregar neste estudo os cientistas mais citados nos livros de Física do 3º ano do ensino médio: Isaac Newton, Maxwell, Heinrich Hertz, Max Planck, Albert Einstein e Niels Bohr, de modo a seguir uma ordem cronoló-

gica que possibilite refletir e discutir os conceitos mais relevantes elaborados por esses cientistas.

Em 1666, em pleno século XVII, Isaac Newton buscou explicar, por meio de uma descrição corpuscular, os fenômenos óticos envolvendo o estudo da luz. Para tanto, utilizou um prisma, no qual observou a sua refração e dispersão, demonstrando que a decomposição da luz branca apresenta diferentes cores, lembrando um arco-íris. Em seu livro *Ótica*, Newton escreveu que as “partículas” de luz eram análogas a pequenas esferas massivas ou glóbulos de luz que se moviam em meio ao éter, de forma muito rápida, o que fornecia explicações satisfatórias acerca da decomposição espectral da luz branca, sua polarização e o comportamento de interferência da luz (Martins; Silva, 2015).

No entanto, Newton tinha dúvidas quanto à sua teoria corpuscular da luz estar correta. Enquanto Newton sugeria um modelo que defendia e favorecia o comportamento corpuscular da luz, havia outro modelo no qual os cientistas Christiaan Huygens, Robert Hooke, René Descartes e Thomas Young concordavam, o qual relatava que o comportamento da luz era ondulatório (Martins; Silva, 2015).

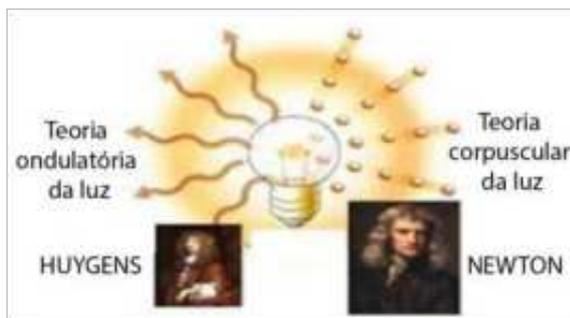


Figura 1. Natureza da luz

Fonte: <https://zdocs.hu/doc/a-luz-mpvy48rvmqp3>. Acesso em: 10 ago. 2022.

A teoria da quântica clássica compreende as ideias formuladas por Newton (causa e efeito da natureza da luz), as quais ainda eram usadas pelos cientistas no final do século XIX. Ao estudar a teoria apresentada por Maxwell, alguns cientistas haviam apontado uma incoerência teórica, a qual, ao desenvolver suas equações matemáticas, foi denominada por Maxwell como não invariância. Essa não invariância foi solucionada com o advento dos estudos envolvendo a teoria da relatividade, os quais não eram suficientes para que os cientistas explicassem a radiação de cavidade, os espectros de raios e o efeito fotoelétrico.

Nesse momento da história da construção da teoria quântica clássica (mecânica newtoniana e o eletromagnetismo de Maxwell) envolvendo o estudo da natureza da luz, tem-se o que Fleck chama de estilo de pensamento, o qual, segundo Chicória, Aires e Camargo (2018, p. 10):

compreende o conhecimento de uma comunidade ou grupo em uma determinada época, sendo construído a partir das várias atividades sociais desenvolvidas por essa comunidade. O estilo de pensamento direciona o modo de pensar e agir de uma comunidade, assim, podemos considerar o coletivo de pensamento como um elo na relação de construção de um determinado conceito ou conhecimento.

Assim, diante desse estilo de pensamento, pode-se comparar, no contexto histórico, a construção dos conhecimentos a respeito da natureza dual da luz com outra categoria epistemológica estudada por Fleck: o coletivo de pensamento, o qual está “em conformidade com uma estrutura de pensamento predominante na sociedade em cada momento histórico”, sendo esse coletivo esotérico, ou seja, é constituído por especialistas que o estruturam. (Lorenzetti, Muechen; Slongo, 2018, p. 375).

Segundo Ludwik Fleck, “a categoria epistemológica do estilo de pensamento relaciona-se aos pressupostos sob os quais o coletivo de pensamento é constituído” (Guilhermette; Aires, 2020, p. 6).

## A EXPERIMENTAÇÃO ALIADA À PESQUISA NA EVOLUÇÃO DA TEORIA QUÂNTICA: BUSCANDO RESPOSTAS PARA A GÊNESE DO FATO CIENTÍFICO DA LUZ DUAL

Se outrora a teoria quântica clássica valia-se da mecânica newtoniana e do eletromagnetismo de Maxwell como teorias capazes de explicar todos os fenômenos que envolvem a natureza da luz, algumas observações experimentais não conseguiam ser explicadas por ela. Era o caso da forma apresentada pelo espectro do filamento de lâmpada ao ser aquecido, chamado de **espectro do corpo negro**<sup>5</sup>, uma vez que esses corpos são capazes de emitir raios luminosos com frequências que vão do infravermelho ao ultravioleta, passando pelo espectro visível (Vasconcelos; Daibert, 2018).

Assim, a fim de obter um maior conhecimento a respeito da luz emitida por esses sólidos, os físicos da época decidiram estudar esse fenômeno a partir de uma cavidade feita no objeto, e não por suas paredes externas, especificando neste estudo não a cor, mas a frequência das ondas luminosas emitidas. A partir deste estudo, surgiram não apenas os termos **radiação de cavidade, radiação do corpo negro ou espectro do corpo negro**<sup>6</sup>, mas também a teoria quântica moderna e a teoria da relatividade, respectivamente (Vasconcelos; Daibert, 2018; Queiroz; Ferreira, 2019).

<sup>5</sup> Grifo nosso. Diz-se do corpo ideal ou teórico que emitisse e absorvesse igualmente bem todas as radiações ou espectro, que não depende da sua composição, apenas da sua temperatura.

<sup>6</sup> Grifo nosso.

Um dos cientistas que se empenharam neste estudo foi Max Karl Ernest Ludwing Planck, em 1900, o qual apresentou o artigo “Sobre a Teoria da Lei de Distribuição de Energia do Espectro Normal”<sup>7</sup>, em que afirmava que a ocorrência da troca de energia no interior da cavidade do corpo negro<sup>8</sup> ocorria devido aos elétrons presentes na parede da sua cavidade trocarem energia de forma quantizada. Assim, essa troca energética ocorre por meio da interação de múltiplos inteiros de um “quantum”<sup>9</sup> de energia, sendo responsáveis pela emissão e absorção de radiação eletromagnética, tendo que sua energia total era distribuída de modo descontínua, para a qual Planck apresentou a fórmula matemática ( $\epsilon = h \cdot \nu$ )<sup>10</sup> (Oliveira Neto, 2019; Griebeler, 2012; Vasconcelos; Daibert, 2018; Ramos, Silva; Silva, 2015).

Desse modo, essa proposta apresentada por Planck era inteiramente incompatível com os conceitos da Física Clássica, uma vez que apresentava que a energia deve ser pensada em uma escala atômica contendo pequenos “pacotes”. Esses eram indivisíveis e responsáveis pela distribuição do espectro nos experimentos com a radiação térmica, criando um novo conceito: a quantização de energia. Segundo ela, a energia não é emitida de maneira contínua, mas em pacotes chamados de quanta (Griebeler, 2012; Studart, 2001).

<sup>7</sup> Grifo nosso.

<sup>8</sup> Na Física, qualquer objeto que absorve toda a radiação eletromagnética que nele incide: nenhuma luz o atravessa nem é refletida.

<sup>9</sup> Cada “quantum” de energia foi definido como  $E = hf$ , em que  $f$  é a frequência da radiação e  $h$  é uma constante universal, que ficou conhecida como constante de Planck, e vale  $6,63 \times 10^{-34}$  J.s.

<sup>10</sup> Em que  $\epsilon$  corresponde aos valores dos elementos da energia distribuída entre os osciladores;  $h$  é uma constante universal, posteriormente denominada constante de Planck; e  $\nu$  é a frequência natural de um dado oscilador.

## O SURGIMENTO DE NOVOS CONCEITOS CIENTÍFICOS DECORRENTES DOS ESTUDOS ENVOLVENDO A NATUREZA DUAL DA LUZ: A LINGUAGEM DA TEORIA QUÂNTICA

Com o novo conceito de quantização da luz trazida por Planck, surgia a necessidade de um novo estilo de pensamento, uma vez que a ideia que se tinha do eletromagnetismo — de que a quantização ocorreria apenas nos osciladores eletrônicos atômicos, e não na energia irradiada, a qual propaga-se na forma de ondas eletromagnéticas — levou os cientistas a buscarem na história estudos que possibilitassem não apenas analisar, mas principalmente solucionar essa questão (Bail, 2019).

Nessa busca por respostas na história, tem-se o que Fleck chama de teoria comparada do conhecimento (Guilhermette; Aires, 2020). Foi a partir desse olhar — que visava compreender os fatos científicos que surgiam na história — que o físico alemão Albert Einstein, em 1905, abordava em seu segundo artigo o fenômeno da matéria, conhecido como o efeito fotoelétrico. Ele já havia sido anteriormente detectado por Heinrich Hertz, sendo que tanto esse efeito quanto a sua emissão de elétrons e a incidência de radiação ainda não haviam sido explicados satisfatoriamente, uma vez que a energia cinética dos elétrons que eram expulsos dependia da frequência da radiação incidente, e não da sua intensidade, o que contrariava a previsão trazida pelos estudos da teoria quântica clássica (Bail, 2019).

No seu experimento, Einstein utilizou um aparelho, o qual é ilustrado na Figura 2.

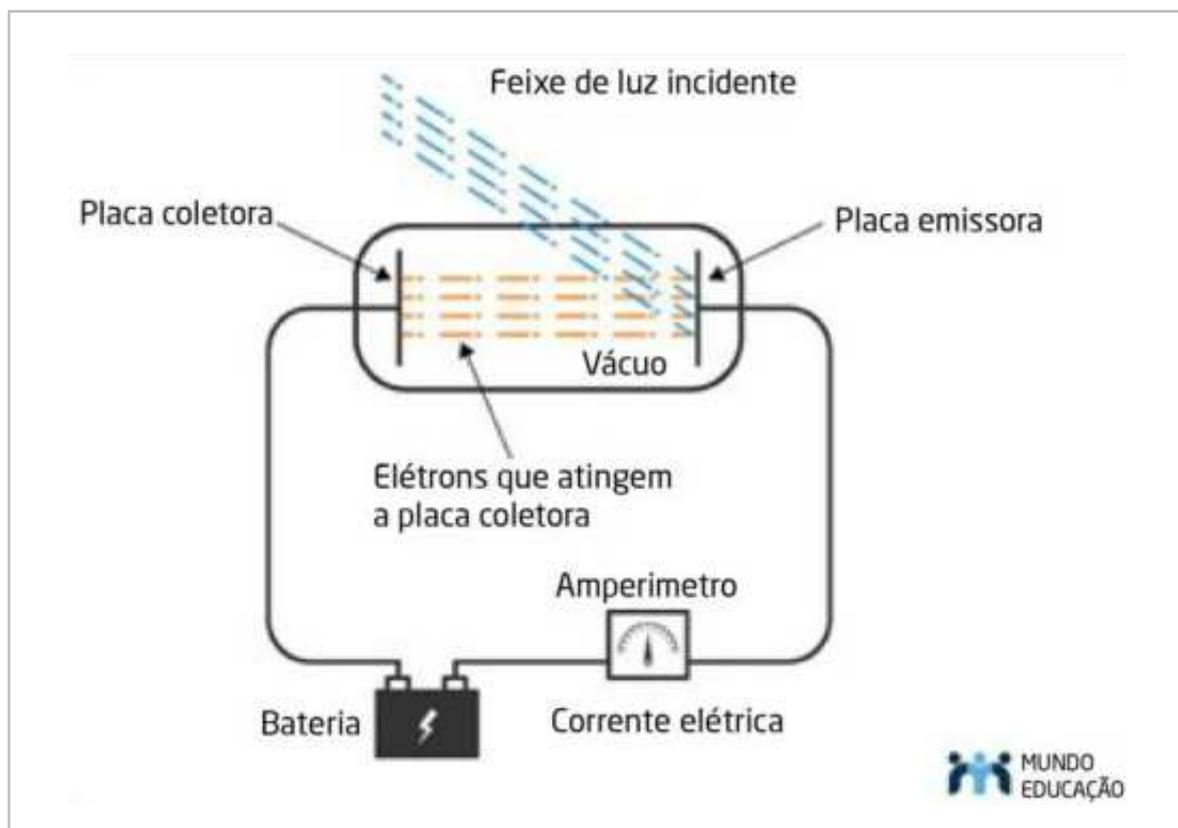


Figura 2. Radiação eletromagnética e o efeito fotoelétrico

Fonte: <https://mundoeducacao.uol.com.br/fisica/o-efeito-fotoeletrico.htm>. Acesso em: 9 ago. 2022.

Assim, Einstein argumentou acerca de experiências óticas conhecidas na época, as quais envolviam interferência e difração da luz, descartando que elas deveriam envolver um grande número de fótons, sendo seus resultados médias do comportamento de fótons individuais.

Com intuito de resolver esse problema, Einstein sugeriu que a quantização da energia proposta por Planck estendia-se à radiação eletromagnética livre, utilizando inclusive uma relação matemática análoga à de Planck. Assim, para Einstein, a matéria somente poderia emitir ou absorver por meio de quantidades bem definidas de energia, sendo a luz um exemplo de radiação eletromagnética, uma vez que ela seria constituída por esses quanta de energia (Bail, 2019).

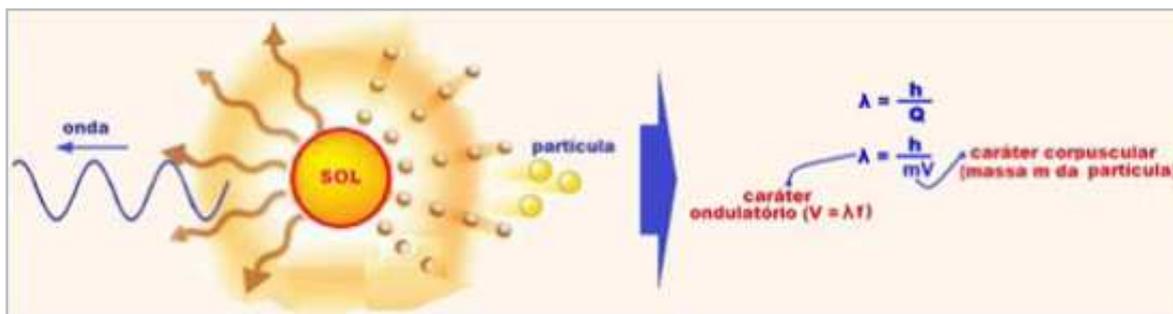


Figura 6. Efeito fotoelétrico e o caráter dual da luz

Fonte: <https://fisicaestibular.com.br/novo/fisica-moderna/efeito-fotoeletrico-2/>. Acesso em: 10 ago. 2022.

Os diferentes trabalhos abordando a natureza da luz que foram usados na Fundamentação Teórica deste Projeto de Ensino apresentam diferentes nomenclaturas para designar o mesmo aspecto científico, sendo que essa é uma consequência relacionada ao desenvolvimento da pesquisa em torno desta temática ao longo da história. Afinal, ela foi realizada por diferentes grupos de pesquisadores, os quais tiveram que retomar estudos anteriores, ou seja, fazer um resgate histórico. Essa situação pode ser explicada segundo a observação de Fleck quanto ao ato de “conhecer”, o qual, segundo ele, está condicionado a fatores tanto sociais quanto culturais dos sujeitos (Camelo, 2011).

Observa-se, nessa parte da história dos conhecimentos acerca da natureza dual da luz, um aumento do que Fleck chama de “elementos ativos do saber”, pois os cientistas (indivíduos pertencentes aos círculos esotéricos) estavam tentando estabilizar a ideia lançada anteriormente de que a radiação da luz seria composta de uma dualidade. Ela foi lançada para os indivíduos pertencentes aos círculos exotéricos (consumidores), buscando uma forma objetiva e permanente diante do fato científico da natureza dual da luz (Fleck, 2010; Camelo, 2011).

Portanto, pode-se afirmar que a teoria quântica clássica, que tinha como seu principal cientista Newton, foi desenvolvida principalmente ao longo da história por Maxwell, Hertz, Planck, Einstein e Bohr, por meio de experimentos e observações que formularam a teoria quântica moderna, a qual engloba a teoria da radiação de Planck, a teoria do efeito fotoelétrico de Einstein e as séries espectrais dos elementos químicos de Bohr. Na sua teoria da quantização das órbitas para o átomo, ele justifica as razões pelas quais o elétron não orbitaria a qualquer distância do núcleo

Segundo Ferreira (2015), foi a partir dos seus estudos a respeito do átomo e da sua observação relacionada à emissão da radiação eletromagnéticas que Bohr apresentou o primeiro número quântico  $n$  (o número quântico principal) para o átomo, além de propor quatro postulados, que explicavam o porquê de o elétron não realizar um movimento elíptico até sua colisão com o núcleo do átomo.

Fleck, ao referenciar Bohr, pressupõe que o postulado quântico se aplicaria a todas as observações de qualquer fenômeno, ainda que essa relação (observação x fenômeno) seja negligenciada na maioria das vezes. Isso o levou a refletir na possibilidade de que se os métodos com que os fenômenos fossem observados não mudassem com o passar dos séculos, ainda que os instrumentos nessa observação sejam variados, o efeito porventura não se tornaria significativa. Para Fleck, experimentar significa observar e conhecer, o que leva o pesquisador a literalmente modificar o objeto que está sendo investigado.

Desse modo, pode-se dizer que, para Fleck, o que existe são as interações que ocorrem entre os estilos de pensamento (histórica e socialmente situados) e os seus objetos de estudo, indo além das interações unicamente relacionadas à Física e das intenções iniciais de Bohr. Assim, Fleck reafirma, por meio da elucidação dos fenômenos quânticos segundo Bohr, as suas próprias concepções em relação ao desenvolvimento do conhecimento, enfatizando o papel da história quanto à modificação do ponto de vista dos pesquisadores — tanto na es-

colha dos problemas de pesquisa, na forma de sua abordagem, quanto em relação ao papel desses na mudança da ciência e da própria realidade epistemológica conhecida até então. Segundo Fleck, essa modificação nada mais é do que uma **crise**<sup>11</sup> relacionada à necessidade do surgimento de um novo estilo de pensamento, que, nesse caso, seria uma crise na **concepção ideal oficial da ciência moderna**<sup>12</sup>, ou melhor dizendo, na teoria da física quântica moderna, consequência de uma construção histórica que não resulta em uma realidade única, uma vez que é suscetível de mudança.

Assim, é importante organizar as nomenclaturas referentes ao espectro eletromagnético da luz que surgiram no decorrer do estudo da natureza da luz, de modo a estabelecer uma clareza quanto às suas relações e aos seus respectivos significados, por meio da sistematização da Figura 3.

Diante da sistematização em torno dos “elementos ativos do saber” que caracterizam e legitimam o estudo do fato científico da natureza dual da luz, pode-se afirmar que — analogamente à categoria epistemológica dos acoplamentos de Fleck, na história do estudo da natureza dual da luz sob a ótica da teoria quântica moderna — a união de todos os conceitos que surgiram em torno desse fenômeno representa um acoplamento ativo, enquanto a ideia inicial de que a luz era corpuscular na teoria newtoniana representa um acoplamento passivo (Fleck, 2010).

Percebe-se que a abordagem da temática natureza dual da luz aliada à história da teoria quântica moderna desencadeia um entendimento mais amplo e significativo dos aspectos que envolvem essa temática, uma vez que conduzem ao estudo a nível molecular. Foi necessário que essa descoberta viesse acompanhada de uma nova linguagem, em que se pode compreender que as palavras adquiriram significado contextual nessa área do conhecimento (Massoni; Moreira, 2015).

<sup>11</sup> Grifo nosso.

<sup>12</sup> Grifo nosso.

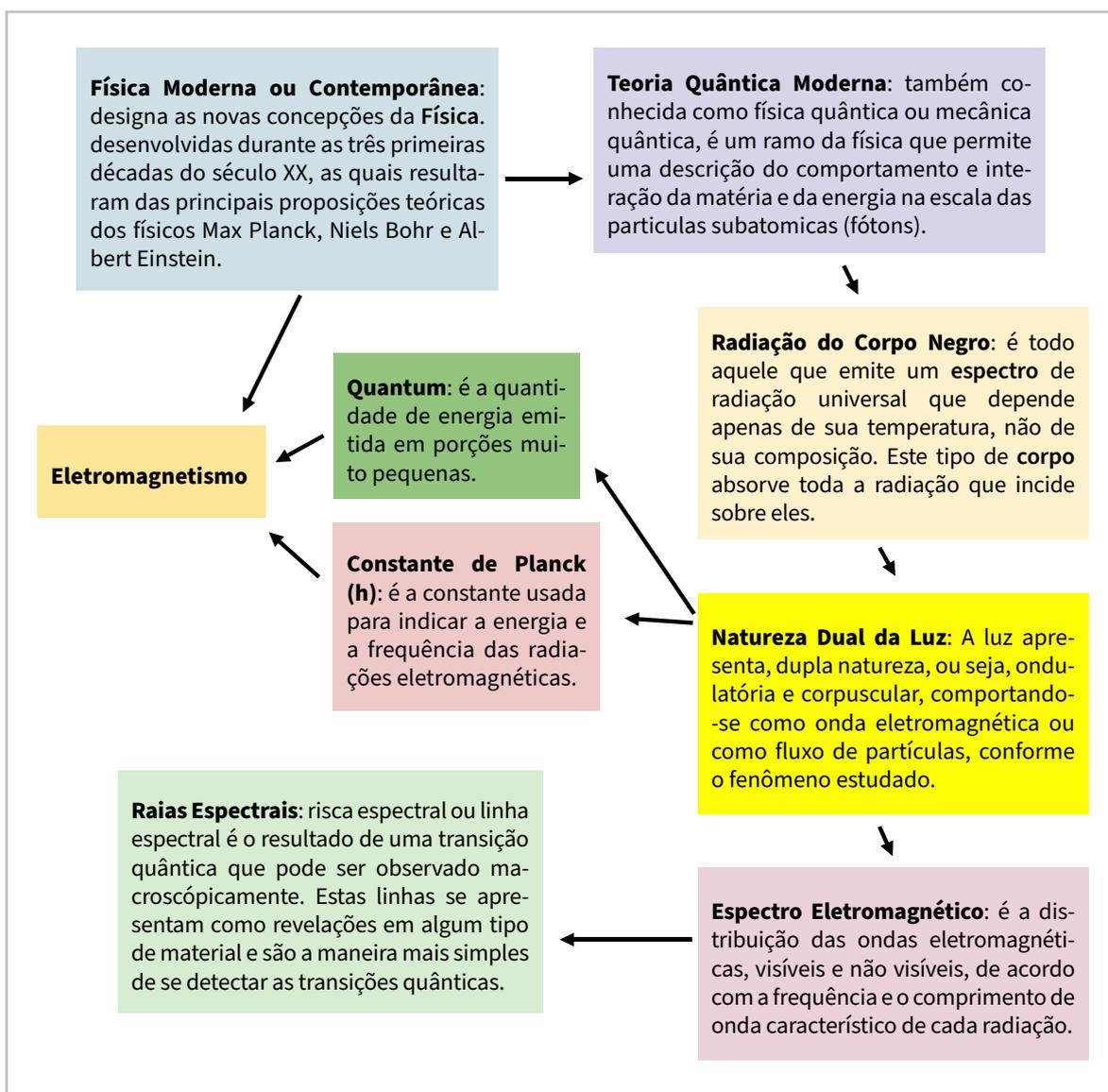


Figura 3. Esquema organizando as produções científicas que norteiam o estudo da natureza dual da luz / Fonte: os autores.

## A ASSIMILAÇÃO DA CULTURA CIENTÍFICA PRESENTE NO ESTUDO DA NATUREZA DUAL DA LUZ NA EDUCAÇÃO BÁSICA

O estudo do fato científico da natureza dual da luz traz consigo um estilo de pensamento cheio de pontos de vista históricos. Assim, a natureza dual da luz pode ser estudada tanto olhando o contexto atual que envolve a teoria quântica moderna, uma vez que existe uma série de aplicações em equipamentos tecnológicos, quanto no contexto histórico relacionado ao modelo atômico de Bohr, o qual representou um marco para a compreensão da emissão de radiação eletromagnética pelos diferentes elementos químicos.

Observa-se, nessa forma de abordagem histórica, uma condição social do saber, em que a evolução da ciência está associada à estrutura da comunidade de pesquisadores, que são detentores de um estilo de pensamento influenciado à medida que há um desenvolvimento histórico das ideias e conceitos (Massoni; Moreira, 2015).

Considerando que a comunidade de pesquisadores pode estabelecer uma circulação intracoletiva de ideias, pode-se colocar a opinião de Delizoicov *et al.* (2002, p. 64) a respeito da possibilidade da proposta epistemológica de Fleck poder ser “empregada para uma compreensão gnosiológica da produção de conhecimentos por comunidades leigas do ponto de vista científico e a interação destas com as comunidades que produzem conhecimento científico”.

Delizoicov *et al.* (2002, p. 64) ainda destacam o potencial do modelo epistemológico de Fleck para ser usado:

como uma referência na investigação de problemas relacionados ao ensino de ciências, não só por que suas categorias analíticas poderiam ser aplicadas tanto para o caso do conhecimento do senso comum, como para o científico, e as possíveis inferências que daí tiraríamos para a busca de soluções dos problemas de pesquisa, como também para agrupamentos de outros profissionais, como, por exemplo, professores das ciências dos vários níveis de ensino.

Diante da possibilidade colocada por Delizoicov *et al.* (2002) de agregar a epistemologia de Fleck às situações em que nos deparamos com o senso comum nos diferentes níveis de ensino, tomamos como base a apresentação da evolução científica que norteia o estudo da história do fato científico da natureza dual da luz relacionada à história do desenvolvimento da teoria quântica moderna e como os seus conceitos são assimilados pelos alunos do 3º ano do ensino médio da educação básica. Afinal, há, nesse espaço, a presença do senso comum (círculo exotérico), sendo também um lugar onde existe a possibilidade de interação dos alunos com a comunidade científica — professores (círculo esotérico) — por meio da comparação dos modos de pensamentos, ou seja, a circulação intracoletiva de ideias.

## MATERIAIS E MÉTODOS/METODOLOGIA

Para o desenvolvimento desta pesquisa, utilizou-se como procedimento técnico um estudo de caráter bibliográfico que, segundo Fonseca (2002 *apud* Silveira e Córdova, 2009, p. 37) é realizado:

[...] a partir do levantamento de referências teóricas já analisadas, e publicadas por meios escritos e eletrônicos, como livros, artigos científicos, páginas de web sites. Qualquer trabalho científico inicia-se com uma pesquisa bibliográfica, que permite ao pesquisador conhecer o que já se estudou sobre o assunto [...]. (Fonseca, 2002 *apud* Silveira; Córdova, 2009, p. 37)

Com relação à natureza, a presente pesquisa pode ser categorizada como aplicada, pois “objetiva gerar conhecimentos para aplicação prática, dirigidos à solução de problemas específicos. Envolve verdades e interesses locais” (Silveira; Córdova, 2009, p. 35). Tal aplicação delinea-se de modo concreto na proposição de uma sequência metodológica para a abordagem do estudo da teoria quântica moderna no ensino médio.

Nesse sentido, a abordagem do problema é qualitativa, pois seu objeto está em compreender e descrever o fenômeno pesquisado. De acordo com Silveira e Córdova (2009, p. 32), “A pesquisa qualitativa preocupa-se, portanto, com aspectos da realidade que não podem ser quantificados, centrando-se na compreensão e explicação da dinâmica das relações sociais.”

Já a realização dos objetivos se dá de modo exploratório e descritivo, por meio do levantamento bibliográfico exploratório, no intuito de compreender as referências e pesquisas atuais acerca do tema e descrevendo as percepções e conclusões comuns. Nesse sentido, Silveira e Córdova (2009, p. 35) afirmam que a pesquisa exploratória “tem como objetivo proporcionar maior familiaridade com o problema, com vistas a torná-lo mais explícito ou a construir hipóteses.”

Nesse sentido, a partir de um estudo aprofundado acerca da epistemologia de Ludwig Fleck, busca-se propor a abordagem das categorias fleckianas (círculo exotérico e esotérico, circulação intracoletiva e intercoletiva, coletivo de pensamento, estilo de pensamento, fato científico, protoideias e acomplamentos ativos e pacíficos) como base para a análise e compreensão de textos acerca da teoria quântica moderna com estudantes do 3º ano do ensino médio, de modo a promover o estudo dos conceitos científicos e a percepção acerca das relações e contextos da construção desses conceitos.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Neste Projeto de Ensino, busca-se organizar uma proposta metodológica do fato científico da natureza dual da luz a partir da sua relação histórica com a teoria quântica moderna, tendo a epistemologia de Ludwik Fleck como metodologia que norteia este ensino a alunos do 3º ano do ensino médio da educação básica. O objetivo é que esta proposta possibilite aos professores de Física fazerem uma abordagem para que os alunos percebam a importância deste estudo para a construção da teoria quântica moderna. Para tal, faz-se necessário que o professor tenha abordado os conteúdos que envolvem teoria quântica moderna, presente no tópico de Física Moderna.

A escrita deste Projeto de Ensino teve início com a escolha da área de concentração do curso de licenciatura em Física da UNIasselvi — História e Epistemologia da Física, a qual já havia sido desenvolvida em nossos Estágios Curriculares Obrigatórios<sup>13</sup> do referido curso. Após a escolha, buscamos delimitar o tema, também considerando nossas experiências acadêmicas vivenciadas tanto nos estágios quanto nas disciplinas de Práticas Interdisciplinares, nas quais pudemos apresentar

propostas de intervenção pedagógica. A partir desse conjunto de conhecimentos adquiridos, decidimos elaborar uma proposta de abordagem que envolvesse os saberes científicos presentes no estudo histórico e científico da natureza dual da luz, de modo a evidenciar a sua importância na construção e consolidação da teoria quântica moderna no mundo contemporâneo.

Partindo dessas primeiras escolhas, procuramos refletir acerca de uma abordagem metodológica em que a importância da aprendizagem deste conteúdo ficasse evidente não apenas para a vida estudantil dos alunos, mas principalmente para que eles pudessem — por meio da apropriação dos conhecimentos que envolvem o fato científico da natureza dual da luz — perceber o quanto esses conhecimentos estabelecem uma relação direta com os estudos do mundo microscópico que constroem a teoria quântica moderna, além de se sentirem cidadãos pertencentes a esse mundo contemporâneo.

Assim, diante da crescente presença da teoria quântica moderna nos diferentes setores sociais e desses anseios didáticos, precisávamos encontrar um aporte tanto para a escrita da parte científica deste Projeto quanto para o desenvolvimento da metodologia. A partir dessas necessidades e compreendendo que o fato científico da natureza dual da luz envolve estudos e conceitos complexos do mundo microscópico da Física, recorreremos à revisão de literatura dos livros didáticos do 3º ano do ensino médio da educação básica e nos artigos científicos para construir uma articulação dos estudos científicos que embasam a pesquisa bibliográfica deste Projeto de Ensino, o que com certeza contribuiu significativamente para a sua qualidade.

Já para o tópico referente à metodologia, encontramos na epistemologia de Ludwik Fleck o apoio necessário para desenvolvermos uma sequência didática aliada aos conceitos e aos conhecimentos histórica e socialmente construídos no estudo do fato científico da natureza dual da luz.

<sup>13</sup> O acadêmico Rafael desenvolveu em seu Estágio Curricular Obrigatório II e a acadêmica Adriana no seu Estágio Curricular Obrigatório III.

Desse modo, a partir do estudo realizado, apresenta-se uma proposta metodológica que visa contribuir para a abordagem das temáticas relacionadas à teoria quântica moderna, organizada em quatro etapas descritas a seguir.

**1ª etapa:** apresentação do pensamento de Fleck aos alunos utilizando o Texto 1: “Linhas gerais do pensamento de Fleck” (Pfuetzenreiter, 2007, p. 2-4) (em anexo). Para esse momento, sugere-se que o professor de Física organize os alunos na sala de aula, dispondo as carteiras em um círculo, e entregue uma cópia do texto. Em seguida, pode-se organizar a leitura coletiva do texto (cada aluno lerá um parágrafo em voz alta, e o professor auxiliará na compreensão desse texto fazendo explicações sempre que julgar necessário ou que for solicitado pelos alunos).

**2ª etapa:** entregar para cada aluno o Quadro 1 a seguir, que apresenta um compilado das categorias epistemológicas de Fleck, as quais serão utilizadas como base para interpretação do texto 2.

CATEGORIAS	CONCEPÇÕES
<i>Círculo Exotérico</i>	Círculo maior, composto por indivíduos principiantes ou leigos a respeito de um determinado fenômeno.
<i>Círculo Esotérico</i>	Círculo menor, composto por indivíduos que possuem conhecimentos a respeito de um determinado fenômeno, sendo considerados especialistas.
<i>Circulação Intracoletiva</i>	Tráfego de ideias do círculo esotérico para o exotérico.
<i>Circulação Intercoletiva</i>	Tráfego de ideias que ocorre ao passo que indivíduos de distintos coletivos de pensamento, com estilos de pensamento similares, estabelecem comunicação.
<i>Coletivo de Pensamento</i>	Comunidade de indivíduos que compartilham pensamentos, práticas e concepções.
<i>Estilo de Pensamento</i>	Conhecimento que são resultantes de um produto social, uma vez que decorrem de relações estabelecidas em um determinado estilo de pensamento.
<i>Fato Científico</i>	Conhecimento que são resultantes de um produto social, uma vez que decorrem de relações estabelecidas em um determinado estilo de pensamento.
<i>Protoideia</i>	São pré-ideias, ideias pré-científicas de origem remota e histórica e que são reinterpretadas em função dos distintos estilos de pensamento de cada época.
<i>Acloparmentos Ativos</i>	Conexões resultantes das observações iniciais realizadas pelo sujeito sobre o objeto.
<i>Acloparmentos Passivos</i>	Pressupostos que surgem a partir da interação entre estilo de pensamento, isto é, o sujeito juntamente com o coletivo de pensamento elabora uma interpretação a respeito do objeto.

Quadro 1. Categorias epistemológicas de Ludwik Fleck e suas concepções / Fonte: os autores.

**3ª etapa:** entregar uma cópia do texto 2: “A trilogia Bohr. 100 Anos do modelo que levou a Física Quântica ao interior do átomo” (Vieira; Videira, 2019, p. 36-45) (em anexo) para os alunos, juntamente com uma cópia do Quadro 2, e orientar que se reúnam em duplas e utilizem as categorias da epistemologia Fleckiana para analisar o Texto 2 e preencher o quadro com as informações que identificaram a correlação.

CATEGORIAS	TEXTO A TRILOGIA BOHR
<i>Círculo Exotérico</i>	
<i>Círculo Esotérico</i>	
<i>Circulação Intracoletiva</i>	
<i>Circulação Intercoletiva</i>	
<i>Coletivo de Pensamento</i>	
<i>Estilo de Pensamento</i>	
<i>Fato Científico</i>	
<i>Protoideia</i>	
<i>Aclopamentos Ativos</i>	
<i>Aclopamentos Passivos</i>	

Quadro 2. Categorias epistemológicas de Ludwik Fleck relacionadas ao texto “A trilogia Bohr. 100 anos do modelo que levou a Física Quântica ao interior do átomo” / Fonte: os autores.

**4ª Etapa:** finalização. Solicitar que as duplas socializem o que registraram como correlação entre os aspectos apresentados no texto 2 e as categorias fleckianas, conforme preencheram no Quadro 2.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

A possibilidade de abordar a teoria quântica moderna a partir da articulação do estudo do fato científico da natureza dual da luz, por meio da elaboração de uma sequência didática apoiada na concepção epistemológica fleckiana, que traz no seu esboço a importância da construção coletiva na história da evolução científica que permeia o estudo da teoria quântica moderna, traz como proposta a possibilidade de os jovens cientistas (que, neste caso, referimo-nos aos alunos do 3º ano do ensino médio da educação Básica) compreenderem este estudo sob a ótica das estruturas e das interações socioculturais que formam a comunidade científica. Além disso, permite que entendam a sua importância e a visão dos cientistas diante de um fato científico, uma vez que essa proposta de abordagem proporciona estudar o surgimento de novos conceitos científicos ao mesmo tempo que proporciona discussões acerca do caráter social da ciência para a produção e a disseminação do conhecimento científico.

Durante a elaboração deste Projeto de Ensino, sentimos que os referenciais acadêmicos — artigos, teses e dissertações — nos quais buscamos apoio trazem uma sequência satisfatória dos fatos científicos aqui elencados, sendo que esses são mais consultados para o estudo a nível superior do que no ensino médio. A maioria dos livros didáticos de Física para essa modalidade de ensino<sup>14</sup> não proporciona aos professores — e, conseqüentemente, aos alunos — uma aprendizagem sequencial da construção coletiva na história dos fatos que envolvem o estudo aqui proposto, o que nos levou a buscar desenvolver uma proposta metodológica com base em um melhor detalhamento na busca e categorização dos fatos científicos que envolveram o estudo da natureza dual da luz e sua presença no mundo contemporâneo.

Assim, avaliando o desenvolvimento deste trabalho, conclui-se que a proposta metodológica de abordagem usando as categorias fleckianas contemplam todo o referencial contextual, histórico e epistemológico do fato científico da natureza dual da luz necessários à aprendizagem desta temática. Essa abordagem colabora para uma construção e compreensão do conhecimento científico que permeia a teoria quântica moderna, ou seja, da sua natureza e da sua linguagem pelos estudantes do 3º ano do ensino médio da educação básica, pois é nesse espaço que ocorre a compreensão da disseminação do processo de construção do conhecimento científico por meio da circulação intercoletiva entre os alunos e a comunidade científica, a qual é mediada pelo professor de Física.

---

<sup>14</sup> Referimo-nos principalmente ao livro que veio para as escolas: GODOY, L. P. de; AGNOLO, R. M. D.; MELO, W. C. de. *Multiversos: Ciência, Tecnologia e Cidadania. Ensino Médio*. São Paulo: FTD, 2020. Disponível em: <https://pnld.ftd.com.br/ensino-medio/ciencias-da-natureza-e-suas-tecnologias/multiversos-ciencias-da-natureza/>. Acesso em: 14 jul. 2022.

# REFERÊNCIAS

---

BAIL, L. C. **Da natureza dual da matéria:** proposta de material temático como forma de mediação de conceitos filosóficos para a graduação em Física. 2019. 73 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Licenciatura em Física) –Departamento Acadêmico de Física, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Curitiba, 2019.

BROCKINGTON, G. **A realidade escondida:** a dualidade onda-partícula para estudantes do ensino médio. 2005. 268 f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências) – Faculdade de Educação da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2005.

CAMELO, A. P. A ciência condicionada pelo fato histórico e social: a construção de um fato científico na obra de Ludwik Fleck. **Revista Eletrônica de Comunicação, Informação e Inovação em Saúde**, Rio de Janeiro, v. 5, n. 3, p. 1-6, set. 2011.

CHICÓRA, T.; AIRES, J. A.; CAMARGO, S. A epistemologia de Ludwik Fleck: análise das produções do encontro nacional de pesquisa em educação em ciências entre os anos 1997 e 2015. **ACTIO: Docência em Ciências**, v. 3, n. 3, p. 6-25, 2018.

DELIZOICOV, D. *et al.* Sociogênese do conhecimento e pesquisa em ensino: contribuições

a partir do referencial fleckiano. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 19, p. 52-69, 2002.

FERREIRA, D. C. **Elaboração de um material didático aplicado ao ensino de Física para utilização do experimento virtual da dupla fenda.** 2015. 143 f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Física) – Faculdade de Ciências e Tecnologias, Universidade Estadual Paulista, Presidente Prudente, 2015.

FLECK, L. **Gênese e Desenvolvimento de um Fato Científico.** Belo Horizonte:

Fabrefactum Editora, 2010.

GUILHERMETTE, A. M. ; AIRES, J. A. A apropriação da Epistemologia de Thomas Kuhn e Ludwik Fleck nas pesquisas científicas brasileiras. *In:* CONGRESSO NACIONAL DE PESQUISA E ENSINO EM CIÊNCIAS, 5., Campina Grande, 2020. **Anais [...].** Campina Grande: Editora Realize, 2020.

GRIEBELER, A. **Inserção de tópicos de física quântica no ensino médio através de uma unidade de ensino potencialmente significativa.** 2012. 135 f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Física) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2012.

LORENZETTI, L.; MUENCHEN, C.; SLONGO, I. I. P. A crescente presença da epistemologia de Ludwik Fleck na pesquisa em educação em ciências no Brasil. **Revista Brasileira de Ensino de Ciência e Tecnologia**, Ponta Grossa, v. 11, n. 1, p. 373-404, jan./abr. 2018.

MARTINS, R. A.; SILVA, C. C. As pesquisas de Newton sobre a luz: uma visão histórica. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 37, p. 4202-1-4202-32, 2015.

MEGGIOLARO, G. P. **A abordagem da dualidade onda-partícula em livros didáticos de Física do ensino médio.** 2012. 198 f. Dissertação (Mestrado em Educação nas Ciências - área de Física) – Universidade Regional do Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul, Ijuí, 2012.

OLIVEIRA NETO, J. V. de. **As aplicações da física quântica no cotidiano**: uma análise dos livros de Física do ensino médio. 2019. 72 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Licenciatura em Física) – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte, Santa Cruz, 2019.

PFUETZENREITER, M. R. A utilização do referencial fleckiano como eixo orientador para o ensino de Ciências e Tecnologia. *In*: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS, 6., 2007, Florianópolis. **Anais** [...]. Florianópolis: Abrapec, 2007. Disponível em: [https://abrapec.com/atas\\_enpec/vienpec/CR2/p18.pdf](https://abrapec.com/atas_enpec/vienpec/CR2/p18.pdf). Acesso em: 20 ago. 2024

QUEIROZ, F. A.; FERREIRA, F. R. M. o desenvolvimento da teoria quântica no contexto da cultura de Weimar e o debate em torno das “teses de Forman”. **Khronos, Revista de História da Ciência**, n. 8, p. 50-63, 2019.

RAMOS, L. C.; SILVA, J. C. da; SILVA, J. L. P. B. Modelo atômico quântico em coleções de química aprovadas no PNL D 2015. Parte I: Quantum de Energia, Dualidade Onda-Partícula e Números Quânticos. *In*: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS, 10., 2015, Águas de Lindóia. **Anais** [...]. Águas de Lindóia: Abrapec, 2015.

SILVEIRA, D. T.; CORDOVA, F. P. **A pesquisa científica**. Métodos de pesquisa. Porto Alegre: Editora: UFRGS, 2009.

STUDART, N. Caetano, o quantum de Planck e a expansão do universo. **Física na Escola**, v. 1, n. 2, p. 23-24, 2001.

VASCONCELOS, D. P.; DAIBERT, B. I. R. S. O Encontro de Guimarães Rosa com Niels Bohr na Terceira Margem do Rio. **Revista Terceira Margem**, v. 22, n. 37, p. 123-142. jan./jun. 2018.

VIEIRA, C. L.; VIDEIRA, A. A. P. A trilogia Bohr: 100 anos do modelo que levou a Física Quântica ao interior do átomo. *In*: VIEIRA, C. L.; VIDEIRA, A. A. P. (org.). **História da Física**: artigos, ensaios e resenhas. [S. l.]: Centro Brasileiro de Pesquisas Física, 2019. p. 36-45. Disponível em: [https://www.researchgate.net/profile/Cassio-Vieira/publication/336968194\\_Historia\\_da\\_Fisica\\_Artigos\\_ensaios\\_e\\_resenhas\\_edicao\\_ampliada/links/5dbc980b299bf1a47b0a3c40/Historia-da-Fisica-Artigos-ensaios-e-resenhas-edicao-ampliada.pdf](https://www.researchgate.net/profile/Cassio-Vieira/publication/336968194_Historia_da_Fisica_Artigos_ensaios_e_resenhas_edicao_ampliada/links/5dbc980b299bf1a47b0a3c40/Historia-da-Fisica-Artigos-ensaios-e-resenhas-edicao-ampliada.pdf). Acesso em: 20 ago. 2024.

## ANEXO 1: TEXTOS SUGERIDOS PARA O DESENVOLVIMENTO DA SEQUÊNCIA METODOLÓGICA DE ESTUDO DA TEORIA QUÂNTICA MODERNA

**Texto 1:** PFUETZENREITER, M. R. A utilização do referencial fleckiano como eixo orientador para o ensino de Ciências e Tecnologia. *In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS*, 6., 2007, Florianópolis. **Anais** [...]. Florianópolis: Abrapec, 2007. Disponível em: [https://abrapec.com/atas\\_enpec/vienpec/CR2/p18.pdf](https://abrapec.com/atas_enpec/vienpec/CR2/p18.pdf). Acesso em: 20 ago. 2024

### A UTILIZAÇÃO DO REFERENCIAL FLECKIANO COMO EIXO ORIENTADOR PARA O ENSINO DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA

### THE USE OF FLECK'S THEORETICAL FRAMEWORK AS A GUIDING AXIS FOR THE TEACHING OF SCIENCE AND TECHNOLOGY

Márcia Regina Pfuetzenreiter<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Universidade do Estado de Santa Catarina/Centro de Ciências Agroveterinárias, [marcia@cav.udesc.br](mailto:marcia@cav.udesc.br)

#### Resumo

Por meio de uma incursão histórica, Fleck introduziu elementos de sociologia à epistemologia. Para ele, o fato científico é compreendido dentro da estrutura de um estilo de pensamento em conexão com as concepções de observação e experiência. A teoria proposta pelo autor apresenta-se como uma tentativa de compreender a ciência como uma atividade dotada de um sistema de práticas, e em seus textos é indicada a relação entre a atividade prática e a categoria epistemológica estilo de pensamento. A utilização de aparelhos, instrumentos e linguagem por um grupo identifica um estilo de pensamento e exerce influências sobre as atitudes e atividades desempenhadas pelo coletivo. No presente trabalho, relacionamos essas idéias com o ensino de ciências e tecnologia, nos quais a atividade prática desempenha um papel relevante, com a finalidade de orientar os professores para despertar nos estudantes a compreensão dos avanços que são produzidos pelas atividades científicas.

**Palavras-chave:** Fleck; ensino de ciências; tecnologia; atividade prática

Figura 1. Imagem da primeira página do artigo / Fonte: adaptado de Pfuetzenreiter (2007).

**Texto 2:** VIEIRA, C. L.; VIDEIRA, A. A. P. A trilogia Bohr: 100 anos do modelo que levou a Física Quântica ao interior do átomo. In: VIEIRA, C. L.; VIDEIRA, A. A. P. (org.). **História da Física: artigos, ensaios e resenhas**. [S. l.]: Centro Brasileiro de Pesquisas Física, 2019. p. 36-45. Disponível em: [https://www.researchgate.net/profile/Cassio-Vieira/publication/336968194\\_Historia\\_da\\_Fisica\\_Artigos\\_ensaios\\_e\\_resenhas\\_edicao\\_ampliada/links/5dbc980b299bf1a47b0a3c40/Historia-da-Fisica-Artigos-ensaios-e-resenhas-edicao-ampliada.pdf](https://www.researchgate.net/profile/Cassio-Vieira/publication/336968194_Historia_da_Fisica_Artigos_ensaios_e_resenhas_edicao_ampliada/links/5dbc980b299bf1a47b0a3c40/Historia-da-Fisica-Artigos-ensaios-e-resenhas-edicao-ampliada.pdf). Acesso em: 20 ago. 2024.

## A TRILOGIA BOHR

100 anos do modelo que levou a física quântica ao interior do átomo

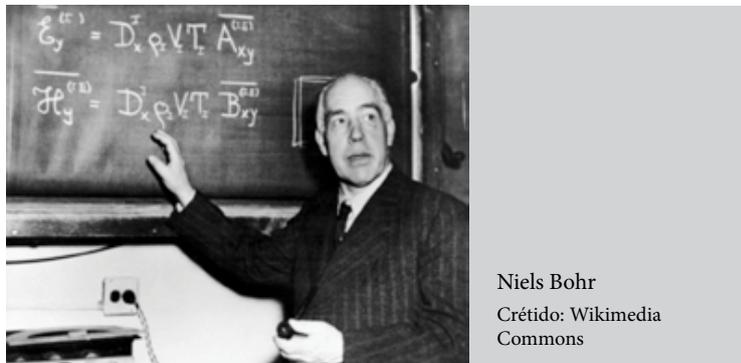
*Cássio Leite Vieira, CBPF*

*Antonio Augusto Passos Videira, UERJ*

### A identidade

Em 19 de junho de 1913, uma carta partiu de Manchester (Inglaterra) para a Dinamarca. Nela, havia a passagem: “Talvez, eu tenha feito uma pequena descoberta sobre a estrutura dos átomos. Não conte isso para ninguém.”

De pequena, a descoberta nada tinha. Marcava o início da conquista do interior do átomo pela teoria quântica. O remetente era o jovem dinamarquês e recém-doutor em física teórica Niels



Niels Bohr  
Crédito: Wikimedia  
Commons

Figura 2. Imagem da primeira página do artigo / Fonte: adaptado de Vieira e Videira (2019).



ADRIANA ARAÚJO DE SOUZA LASKOWSKI<sup>1</sup>  
RAFAEL AMORIM DE ALCANTARA<sup>2</sup>  
FERNANDA CRISTINA BORGATTO<sup>3</sup>

# O Desenvolvimento Histórico do Pensamento Científico Por Meio da Prática Experimental: o Efeito Fotoelétrico Aliado à Concepção Epistemológica Bachelardiana

*The historical development of scientific thought through experimental practice: the photoelectric effect allied to bachelardian epistemological conception*

ARTIGO 13

159-173

---

<sup>1</sup> Professora de Física do Ensino Médio da Educação Básica do Colégio Túlio de França, União da Vitória, PR; E-mail: [adrianalaskowski@gmail.com](mailto:adrianalaskowski@gmail.com).

<sup>2</sup> Engenheiro Eletricista, Formosa, GO; E-mail: [rafaelamorimalc97@gmail.com](mailto:rafaelamorimalc97@gmail.com).

<sup>3</sup> Tutora Externa do Curso de Licenciatura em Física– Polo Porto União (SC); E-mail: [fernandaborgatto@uniasselvi.com.br](mailto:fernandaborgatto@uniasselvi.com.br).

**Resumo:** a partir da temática “elementos de Física moderna”, o presente paper de prática interdisciplinar é pensado e desenvolvido tendo como objetivo propor uma intervenção didática acerca do efeito fotoelétrico, aliando a parte teórica (a construção das teorias e premissas do efeito fotoelétrico) do seu estudo com a sua parte experimental (variação e intensidade da luz). Para tal, propõe-se a integrar essas partes por meio da epistemologia de Bachelard, visando ao desenvolvimento histórico do pensamento científico a alunos do 3º ano do ensino médio da educação básica mediante a sua observação da variação do comprimento de onda e da intensidade da luz sobre alguns metais por meio do simulador virtual PhET. Partindo desses princípios que envolvem o estudo do efeito fotoelétrico, é proposto que seja determinada a frequência limiar e a energia limiar (função trabalho) para o efeito fotoelétrico dos respectivos metais disponíveis no simulador virtual PhET. Nessa proposta, o uso da epistemologia bachelardiana objetiva verificar quais são os obstáculos epistemológicos encontrados pelos alunos durante o estudo da parte teórica e da parte prática, que se mostra promissora para dar significado às expressões matemáticas e para o desenvolvimento do pensamento científico dos alunos.

**Palavras-chave:** Pensamento científico. Efeito fotoelétrico. Epistemologia de Bachelard.

**Abstract:** based on the theme “Elements of Modern Physics”, this Interdisciplinary Practice paper is designed and developed, with the aim of proposing a didactic intervention to approach Physics content, the photoelectric effect, combining its theoretical part (the construction of theories and premises of the photoelectric effect) of its study with its experimental part (variation and intensity of light). To this end, we propose to integrate these parts through Bachelard’s Epistemology, aiming at the historical development of scientific thinking for students in the 3rd year of Basic Education High School through their observation of the variation in wavelength and intensity of light on some metals using the PhET virtual simulator. Based on these principles that involve the study of the photoelectric effect, students are asked to determine the Threshold Frequency and Threshold Energy (Work function) for the photoelectric effect of the respective metals available in the PhET virtual simulator. In this proposal, the use of Bachelardian Epistemology to verify the epistemological obstacles encountered by students during the study of the theoretical and practical parts, shows promise for giving meaning to mathematical expressions and also for the development of students’ scientific thinking.

**Keywords:** Scientific thought. Photoelectric effect. Bachelard’s epistemology.

## INTRODUÇÃO

**N**este artigo de Prática Interdisciplinar, relata-se uma proposta de intervenção didática acerca do desenvolvimento do pensamento científico dos alunos ao estudarem o efeito fotoelétrico, o qual está relacionado ao ramo da Física Moderna (a teoria quântica moderna) e presente na matriz curricular do componente de Física para o 3º ano do ensino médio. O objetivo, nessa intervenção didática, é relacionar as categorias epistemológicas de Gaston Bachelard na contextualização histórica (parte teórica) do referido conteúdo científico para a aprendizagem dos alunos da educação básica, aliando-os à prática experimental.

Em seu livro *O novo espírito científico* (1937), Bachelard apresenta as seguintes categorias epistemológicas, as quais referem-se à necessidade de superar obstáculos epistemológicos na ciência, sendo eles: experiência primeira, conhecimento geral, obstáculo verbal (metáforas), conhecimento unitário e pragmático, obstáculo substancialista (substancialismo), obstáculo animista (animismo) e conhecimento quantitativo. Todos esses conceitos ajudarão a organizar os conhecimentos presentes na área de concentração História e Epistemologia da Física e permeiam a elaboração das explicações para o comportamento dual da luz — o efeito fotoelétrico.

O estudo do fenômeno da matéria conhecido como efeito fotoelétrico consiste numa importante área de estudo e investigação da Física que compõe os conceitos que formam a teoria quântica moderna. Está presente na sociedade moderna por meio da construção e da transformação do seu conhecimento científico pelos físicos na chamada quebra de paradigma, em que os estudiosos afirmam que somente se poderia ter noção da totalidade dos fenômenos da natureza utilizando-se conjuntamente os conceitos de partícula e de onda.

É diante dessas considerações científicas acerca do conhecimento dual da luz que este artigo de Prática Interdisciplinar é desenvolvido, tendo como base um estudo de natureza qualitativa e de caráter bibliográfico acerca do uso da experimentação aliada à epistemologia de Bachelard na abordagem do conteúdo do efeito fotoelétrico para alunos do 3º ano do ensino médio. Por meio dessa intervenção didática (experimentação e teoria), propõe-se desenvolver nos alunos o pensamento científico acerca dos conhecimentos que envolvem este estudo, relacionando-os com o contexto histórico em que esses conhecimentos se desenvolveram e contribuíram para a consolidação da teoria quântica moderna.

Após a revisão bibliográfica da contextualização histórica dos estudos acerca do fenômeno da matéria do efeito fotoelétrico e a apresentação dos principais conceitos epistemológicos de Bachelard articulados na Fundamentação Teórica deste artigo, é proposta, na metodologia, a realização de um experimento de forma virtual por meio do simulador virtual PhET. Esse simulador permite simular a ocorrência do efeito fotoelétrico em diferentes metais, seguido dos resultados e discussões, nos quais é realizada uma reflexão acerca da relação entre os conceitos epistemológicos de Bachelard para uma boa abordagem do ensino de Física e do conteúdo efeito fotoelétrico. Por último, tem-se a conclusão a respeito da intervenção didática aqui sugerida sobre o ensino e a aprendizagem dos conceitos científicos (parte teórica) presentes no conteúdo de efeito fotoelétrico, usando o simulador virtual PhET (parte experimental) no desenvolvimento do pensamento científico dos alunos do 3º ano do ensino médio da educação básica.

## CONCEPÇÕES CIENTÍFICAS NA HISTÓRIA DO ESTUDO ENVOLVENDO O EFEITO FOTOELÉTRICO

Atualmente, os cientistas compreendem que o efeito fotoelétrico é o fenômeno no qual ocorre a emissão de elétrons a partir da incidência de radiação sobre uma placa condutora. Para tal, é necessária uma frequência mínima, denominada frequência de corte, sendo que abaixo dessa frequência não se observa a ocorrência do efeito estudado, independentemente da intensidade da radiação incidente (Santos *et al.*, 2022).

No entanto, para entendermos como os cientistas chegaram a essa compreensão, precisamos voltar na história. Assim, ao estudarmos os acontecimentos científicos, encontramos no final do século XIX o surgimento das primeiras evidências de que uma onda eletromagnética se comportava com características típicas de partículas. Em 1887, Hertz realizou diversos experimentos envolvendo a emissão e a detecção de ondas eletromagnéticas, os quais confirmaram a existência de ondas eletromagnéticas e a teoria de Maxwell. Um desses experimentos consistia em gerar ondas eletromagnéticas por meio da produção de descargas elétricas entre dois eletrodos metálicos e detectá-las em um par de eletrodos idênticos. Maxwell notou que a descarga elétrica entre os eletrodos ocorria mais facilmente quando a luz ultravioleta incidia sobre um dos eletrodos (Santos; Silva, 2022).

A partir desses conhecimentos, Max Karl Ernest Ludwig Planck realizou estudos acerca da ocorrência da troca de energia no interior da cavidade do corpo negro, os quais levaram-no à reunião da Sociedade Alemã de Física, realizada em 14 de dezembro de 1900. Nela, ele publicou o artigo intitulado “Sobre a teoria da lei de distribuição de energia do espectro normal”, no qual discorreu a respeito da sua observação da intensidade energética de cada pacote emitido pelo corpo negro. Segundo ele, a intensidade era proporcional à frequência da luz emitida e múltipla de uma constan-

te  $h$  (a qual ficou conhecida posteriormente como a constante de Planck). Diante dessa observação, Planck propôs que a energia era emitida pelos corpos em pacotes, ou seja, quantum de luz, e não de forma contínua, como era previsto pela teoria clássica vigente (Froehlich, 2018; Neto, 2019; Griebeler, 2012).

Com a síntese do físico escocês James Clerk Maxwell realizada em 1864 — sobre os trabalhos anteriores que abordavam as teorias que explicavam os fenômenos da eletricidade e do magnetismo, desenvolvidas pelos cientistas Ampère, Faraday, Lenz e Gauss, nas quais ele acrescentou a hipótese de que a variação de um campo elétrico poderia produzir um campo magnético induzido —, foi possível uni-las de modo a incorporá-las à óptica, criando, dentro da Física, o eletromagnetismo. Esse campo se consolidou por meio de suas explicações, contribuindo para a compreensão de fenômenos da matéria envolvendo a eletricidade, o magnetismo, bem como da relação existente entre eles, o que permitiu a aplicação desses conceitos em diferentes áreas tecnológicas (Sousa, 2021; Duarte, 2008; Oliveira Neto, 2019; Siqueira, 2021).

No entanto, foi no final do século XIX que surgiram as primeiras evidências de que uma onda eletromagnética se comportava com características típicas de partículas. Em 1887, Henrich Hertz realizou diversos experimentos envolvendo a emissão e a detecção de ondas eletromagnéticas, os quais confirmaram a existência de ondas eletromagnéticas e a teoria de Maxwell. Entre eles, destaca-se o experimento da produção e detecção dos campos eletromagnéticos realizado em 1888, que consistia em gerar ondas eletromagnéticas por meio da produção de descargas elétricas entre dois eletrodos metálicos e detectá-las em um par de eletrodos idênticos. Durante esse experimento, Hertz notou que a descarga elétrica entre os eletrodos ocorria mais facilmente quando a luz ultravioleta incidia sobre um dos eletrodos (Oliveira Neto, 2019; Duarte, 2008; Vieira, 2013; Santos; Silva, 2022).

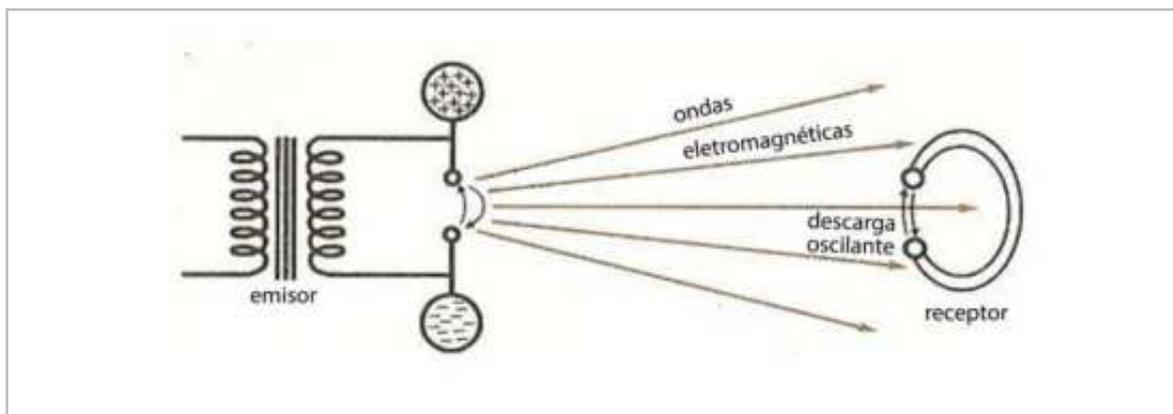


Figura 1. Detecção de ondas eletromagnéticas por Hertz

Fonte: <https://culturacientifica.com/2016/08/09/la-primera-confirmacion-experimental-la-teo>. Acesso em: 20 ago. 2024.

Já no início do século XX, foi a vez de o cientista Philip Leonard dar a sua contribuição aos estudos envolvendo as ondas eletromagnéticas: ao realizar o experimento para estudar a emissão de partículas a um campo magnético, Leonard verificou que a luz facilitava a emissão de elétrons da superfície do eletrodo, fazendo com que a descarga elétrica pudesse ocorrer de modo mais espontâneo. Esse fenômeno observado foi posteriormente chamado de efeito fotoelétrico (Oliveira Neto, 2019; Rezende, 2004).

Em 1905, Einstein usou ideias de quantização, inicialmente propostas por Planck, para explicar o efeito fotoelétrico (Rezende, 2004, p. 42). O modelo quântico de Einstein para a radiação eletromagnética foi posteriormente explicado de forma coerente pela teoria quântica de campos. Um dos resultados mais importantes dessa teoria é que uma onda eletromagnética é quantizada em energia (Rezende, 2004).

A intuição de Einstein o levou à conclusão de que qualquer processo de radiação implicaria na emissão ou absorção de fótons (quanta de luz), que apresentam simultaneamente energia e momento, mas a ideia gerou um dilema pelo caráter irreconciliável com os efeitos de interferência, que só podem ser descritos em termos de uma imagem ondulatória, enfatizado pelo fato de que os efeitos de interferência fornecem o

único meio de definir a frequência e o comprimento de onda, que entram nas expressões de energia e momento do fóton. (Froehlich, 2018, p. 160)

As equações da mecânica quântica governam o comportamento dos elétrons nos sólidos e átomos e são de suma importância para a compreensão de fenômenos eletrônicos que ocorrem nos materiais (Rezende, 2004).

## AS CONCEPÇÕES BACHELARDIANAS ACERCA DAS EXPERIMENTAÇÕES E SUAS POSSIBILIDADES PARA ARTICULAÇÕES DIDÁTICAS NO 3º ANO DO ENSINO MÉDIO DA EDUCAÇÃO BÁSICA

O francês Gaston Bachelard nasceu em 27 de junho de 1884 e veio a falecer em 16 de outubro de 1962. Seus trabalhos foram focados em questões epistemológicas no campo da Física, Matemática e Química, tendo como principal característica o pensamento de caráter dual. No campo da ciência, suas obras concentram-se em livros publicados de 1928 a 1953 (Andrade; Smolka, 2009).

A epistemologia de Bachelard rompe com as evidências cartesianas, propõe uma pedagogia do pensamento complexo e reafirma a necessidade de sempre reler o simples sob o múltiplo e a partir de uma visão de complexidade (Fonseca, 2008).

Em sua epistemologia, Bachelard estabelece subsídios para o questionamento acerca dos dogmatismos e monismos científicos, enfatizando que a aprendizagem se dá por meio da desconstrução do conhecimento anterior. Dessa forma, a partir do descontínuo de Bachelard (1947), o aluno apenas aprenderá quando houver substituição de um saber fechado e estático por um conhecimento aberto e dinâmico. Assim, Bachelard defende a transformação do aluno em professor, recebendo e transmitindo conhecimento. Portanto, há formação de um espírito dinâmico e autocrítico.

Para Bachelard, é preciso superar obstáculos epistemológicos para a formação do espírito científico. O aluno não aprende pelo acúmulo de informações; para aprender, é preciso uma mudança de cultura e de racionalidade, mudança essa que, por sua vez, é consequência inerente do aprendizado científico. Segundo ele:

A formação do espírito científico dá-se a partir de rupturas, ou seja, é preciso superar obstáculos epistemológicos, sendo eles: experiência primeira, conhecimento geral, obstáculo verbal (metáforas), conhecimento unitário e pragmático, obstáculo substancialista (substancialismo), obstáculo animista (animismo), conhecimento quantitativo. (Bachelard, 1996, p. 17)

Assim, de acordo com Bachelard (1996), para que ocorra a formação do espírito científico, seria necessário romper com:

- a experiência primeira - conhecimento do senso comum ou do estágio pré-científico, dos saberes adquiridos nas vivências empíricas (primeiro obstáculo);
- o conhecimento geral - quando se busca alcançar o geral ou o universal, pode-se chegar a generalizações precipitadas (incompreensíveis, indefinidas), a definições prévias, a conclusões utilitárias do conhecimento imediato (segundo obstáculo);

- o verbal, ou seja, o próprio uso da linguagem, em vez de ajudar na compreensão dos objetos, pode prejudicar o seu entendimento, já que muitas vezes os fenômenos são explicados por meio de analogias, metáforas, expressões ou imagens, o que leva à associação de uma palavra concreta a uma palavra abstrata (terceiro obstáculo);
- o conhecimento unitário e pragmático - em que todas as dificuldades se resolvem diante de uma visão geral de mundo, por simples referência a um princípio geral da natureza (quarto obstáculo);
- o substancialista - que confere a uma mesma substância qualidades diversas, muitas vezes até opostas. Para um único substantivo, vários adjetivos (quinto obstáculo);
- o animista - leva para o campo da biologia humana, em “um verdadeiro fetichismo da vida”, no qual o conceito de vida é atribuído ingenuamente aos fenômenos mais diversos (sexto obstáculo);
- o conhecimento quantitativo, chamado também de “matematismo demasiado vago” ou “matematismo demasiado preciso” - a valoração excessiva aos dados quantitativos, o excesso de precisão numérica e de medição, a predição ultraprecisa; todos marcas do espírito não científico (sétimo obstáculo).

Percebe-se que:

Os vários obstáculos epistemológicos estão interligados, um alicerçado em outro(s), em complementaridade. E analisando cada um deles é possível compreender sua dupla função: eles podem funcionar tanto como impossibilitador do ato de conhecer se não forem evocados no processo de aquisição do conhecimento, ou, como possibilitador do acesso a um conhecimento novo e mais elaborado, se incentivarmos a ruptura contra os limites ao conhecimento. (Costa, 2012, p. 3 *apud* Melo, 2021, p. 89)

A ideia de complementaridade é fundamental na concepção de ciência apresentada por Bachelard, pois a sua relação com outras filosofias das ciências mostra que elas podem ser complementares. A originalidade, em suas obras, também abarca a exigência de uma nova filosofia das ciências após a revolução científica do século XX, advindas da teoria da relatividade e da física quântica.

A epistemologia histórica de Bachelard permite compreender como o conhecimento científico passou por rupturas e reconstruções, não se apresentando como dogmático, neutro e universal. A partir das discussões no campo teórico-epistemológico, em Bachelard, é possível restabelecer alguns debates e proporcionar novos “caminhos” para a incorporação da sua epistemologia ao ensino das ciências e, portanto, em Física. Apesar da classificação como “internalista” (abordada anteriormente), sua “psicanálise do conhecimento” incorpora aspectos externalistas na construção do espírito, como as questões sociais que envolvem o sujeito e as comunidades científicas. Sua pedagogia científica valoriza o sujeito, estimula a criatividade e a imaginação, com seus pensamentos passando as áreas da pedagogia educacional e as relações de aprendizagem na didática.

## O USO DE SIMULADOR VIRTUAL PHET NA EXPERIMENTAÇÃO PARA O ENSINO DE FÍSICA NO ENSINO MÉDIO

Após a necessidade de interrupção de atividades presenciais devido à pandemia de covid-19, as atividades experimentais em plataformas virtuais foram essenciais e tiveram uma ótima aceitação entre alunos e professores, ampliaram as ferramentas pedagógicas ao proporcionar novas maneiras de ensinar e aprender, sendo adaptáveis às necessidades e aos contextos diversos dos alunos.

Segundo Neto (2019, p. 18), “uma simulação consiste em uma experimentação que replica um sistema real de forma idealizada, permitindo de-

monstrar diferentes reações deste com relação a modificação das grandezas que o envolvem como sua estrutura, ambiente ou condições de contorno”.

Assim, pode-se afirmar que as simulações “são ferramentas interativas que permitem ao usuário estabelecer conexões entre fenômenos reais e a ciência básica, através da formulação de seus próprios questionamentos” (Zara, 2011, p. 265).

Desse modo, as simulações computacionais oferecem uma forma didática e eficaz de ensino, permitindo uma compreensão mais profunda dos conceitos, maior engajamento dos alunos e um ambiente de aprendizado seguro e flexível. Elas são baseadas em princípios científicos e matemáticos e utilizam algoritmos computacionais para simular comportamentos e fenômenos do mundo real. Dessa forma, representam modelos teóricos de forma prática e interativa.

Com relação ao uso de simuladores no ensino de Física, Santos e Silva (2022, p. 2) comentam que:

Os famosos laboratórios virtuais são um exemplo das tecnologias da informação e comunicação aplicadas no ensino de física. As atividades experimentais, embora aconteçam pouco nas salas de aula, são apontadas como a solução que precisaria ser implementada para a tão esperada melhoria no ensino de Ciências.

Todas essas elaborações que permeiam as simulações virtuais apresentam potencial como ferramenta para o ensino e a aprendizagem de Física, uma vez que auxiliam os alunos na interatividade e, portanto, compreensão dos conceitos que envolvem o fenômeno em estudo. Seu uso é útil para “abordar experiências difíceis de serem realizadas na prática ou até mesmo impossíveis, seja por falta de materiais, custo alto, por serem perigosas, que envolvem fenômenos muito lentos ou muito velozes, entre outras” (Santos; Silva, 2022, p. 8).

Além dessas colocações acerca dos simuladores virtuais, cabe destacar a possibilidade que oferecem na “execução de experimentos que es-

tariam fora do alcance dos alunos como de fenômenos macroscópicos ou microscópicos”, o que vem ao encontro do estudo proposto neste artigo: o efeito fotoelétrico (Oliveira Neto, 2019, p. 20).

Entre os simuladores virtuais, está o PhET (Physics Education Technology), o qual foi fundado em 2002 pela Universidade de Colorado Boulder. Tendo como base pesquisas de educação, são criadas simulações voltadas às áreas do ensino das Ciências da natureza: Física, Matemática, Química e Biologia. Elas são disponibilizadas gratuitamente no site [https://phet.colorado.edu/pt\\_BR/simulations/browse](https://phet.colorado.edu/pt_BR/simulations/browse), em que podem ser acessadas diretamente do navegador. A plataforma também disponibiliza os arquivos dos programas de simulação para download, o que permite o acesso à ferramenta sem a necessidade de estar conectado à internet (Oliveira Neto, 2019; Zara, 2011).

É na plataforma PhET que se encontra o simulador “Efeito Fotoelétrico”, o qual simula, a partir de uma experimentação virtual e interativa, o fenômeno da matéria efeito fotoelétrico, sendo envolto por variáveis manipuláveis pelo usuário de fácil compreensão e qualidade de imagens e uso (Oliveira Neto, 2019; Zara, 2011).

## METODOLOGIA

### DESENVOLVENDO O PENSAMENTO CIENTÍFICO DOS ALUNOS DO 3º ANO POR MEIO DA PRÁTICA EXPERIMENTAL NO SIMULADOR PHET: O EFEITO FOTOELÉTRICO NA EMISSÃO DE LUZ DE ALGUNS METAIS

Para esta proposta de Prática Interdisciplinar do estudo do efeito fotoelétrico, propõe-se o uso da plataforma educacional de simulação virtual PhET (disponível em: [https://phet.colorado.edu/sims/cheerpj/photoelectric/latest/photoelectric.html?simulation=photoelectric&locale=pt\\_BR](https://phet.colorado.edu/sims/cheerpj/photoelectric/latest/photoelectric.html?simulation=photoelectric&locale=pt_BR))

como uma ferramenta de intervenção didática para ajudar os alunos a visualizar e entender o efeito fotoelétrico de alguns metais (sódio, zinco, cobre, platina, cálcio e magnésio) quando esses entram em contato com a luz, interpretando esse fenômeno por meio do conceito de energia da onda de luz, ou do fóton,  $E=hf$ , sabendo que, nesta prática experimental virtual, a luz utilizada varia do infravermelho ao ultravioleta.

A fim de orientar os alunos no estudo do efeito fotoelétrico, a intervenção didática é elaborada tendo como base a simulação computacional “Efeito Fotoelétrico”, desenvolvida pelo projeto Physics Education Technology (PhET), e a epistemologia bachelardiana. Ela é dividida em dois momentos: no primeiro sugere-se um roteiro para desenvolver a aula na qual a simulação virtual deve ser trabalhada, proporcionando aos alunos uma investigação da relação do efeito fotoelétrico dos metais em análise com as propriedades da luz (intensidade, frequência e natureza); para o segundo momento, sugere-se analisar o desenvolvimento do pensamento científico por meio da aplicação da atividade complementar aos alunos, a fim de que esses identifiquem quais foram os obstáculos epistemológicos encontrados no estudo da parte teórica e da parte prática do efeito fotoelétrico.

Assim, apresentamos, para o primeiro momento, a intervenção didática do simulador virtual PhET, a fim de que o efeito fotoelétrico seja abordado, aliando a ele os conceitos que envolvem o seu estudo teórico. O objetivo é mostrar aos alunos o simulador virtual chamando a atenção deles para o arranjo experimental, colocando dentro de um tubo de vácuo uma placa de metal, chamada cátodo, conectada ao polo negativo, que é uma placa chamada ânodo, a qual está conectada a mesma fonte, conforme ilustrado na Figura 2.

Segundo Puebla (2018), a Figura 1 também informa quais são as funções dos aparatos experimentais. Esses desempenham as seguintes funções, que devem ser explicadas aos alunos.

- I. Permite controlar a intensidade luminosa da lâmpada. Quanto maior a intensidade, mais fótons a lâmpada emite, aumentando o número de elétrons que deixam o metal.
- II. Com este *drop-down*, o metal que será iluminado é escolhido.
- III. Aqui é selecionada a “cor” da luz que a lâmpada emitirá. A cor é indicada pelo comprimento de onda em nanômetros. O cursor vai de 3 em 3 nm, mas, quando quiser ir de 1 em 1 nm, pode-se escrever o número de comprimento de onda no visor acima.
- IV. Amperímetro: mostra a intensidade da corrente elétrica que passa pelo circuito.
- V. Esta “pilha” representa uma fonte de potencial variável. O potencial pode variar de 0,20 V em 0,20 V, permitindo medir a energia cinética máxima dos elétrons emitidos. Isso é conseguido aplicando uma diferença de potencial  $V$  entre as placas que retardam o movimento dos fotoelétrons emitidos, impedindo-os de atingir a outra placa. Esse potencial de frenagem corresponderá à energia cinética máxima dos fotoelétrons.

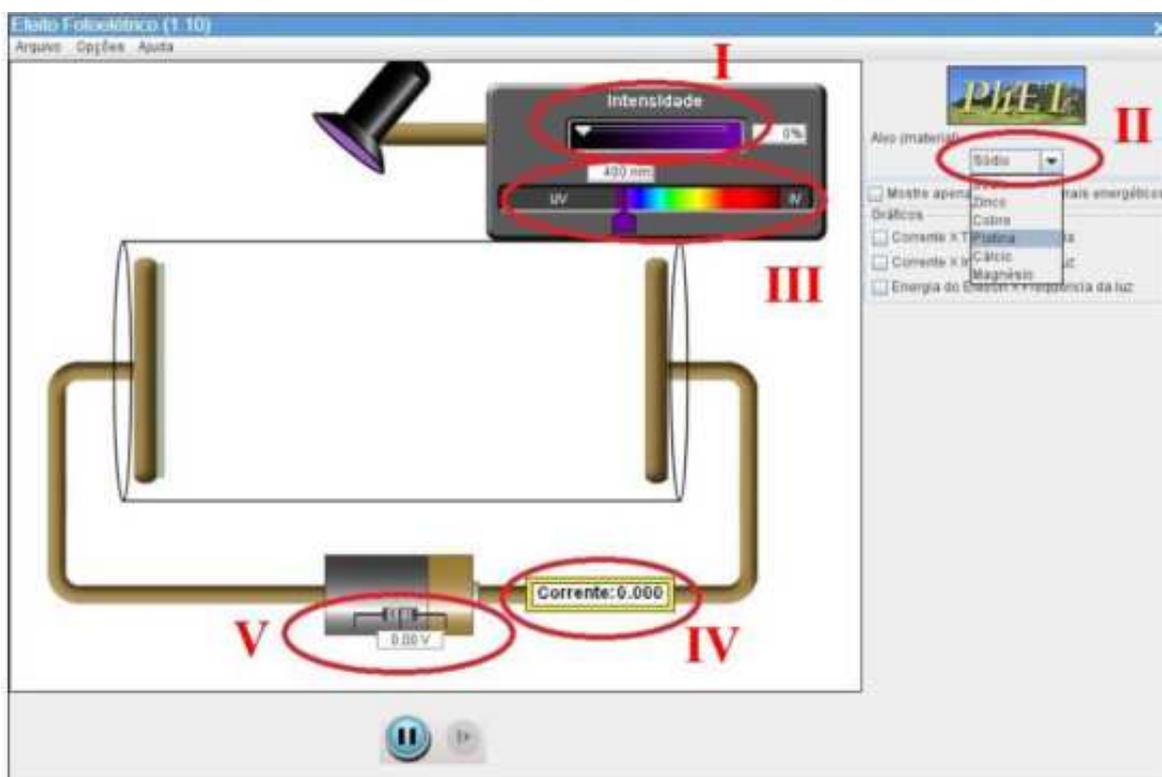


Figura 2. Tela inicial do layout de simulador virtual PhET: simulando o efeito fotoelétrico

Fonte: [https://PhET.colorado.edu/sims/cheerpj/photoelectric/latest/photoelectric.html?simulation=photoelectric&locale=pt\\_BR](https://PhET.colorado.edu/sims/cheerpj/photoelectric/latest/photoelectric.html?simulation=photoelectric&locale=pt_BR). Acesso em: 11 set. 2022.

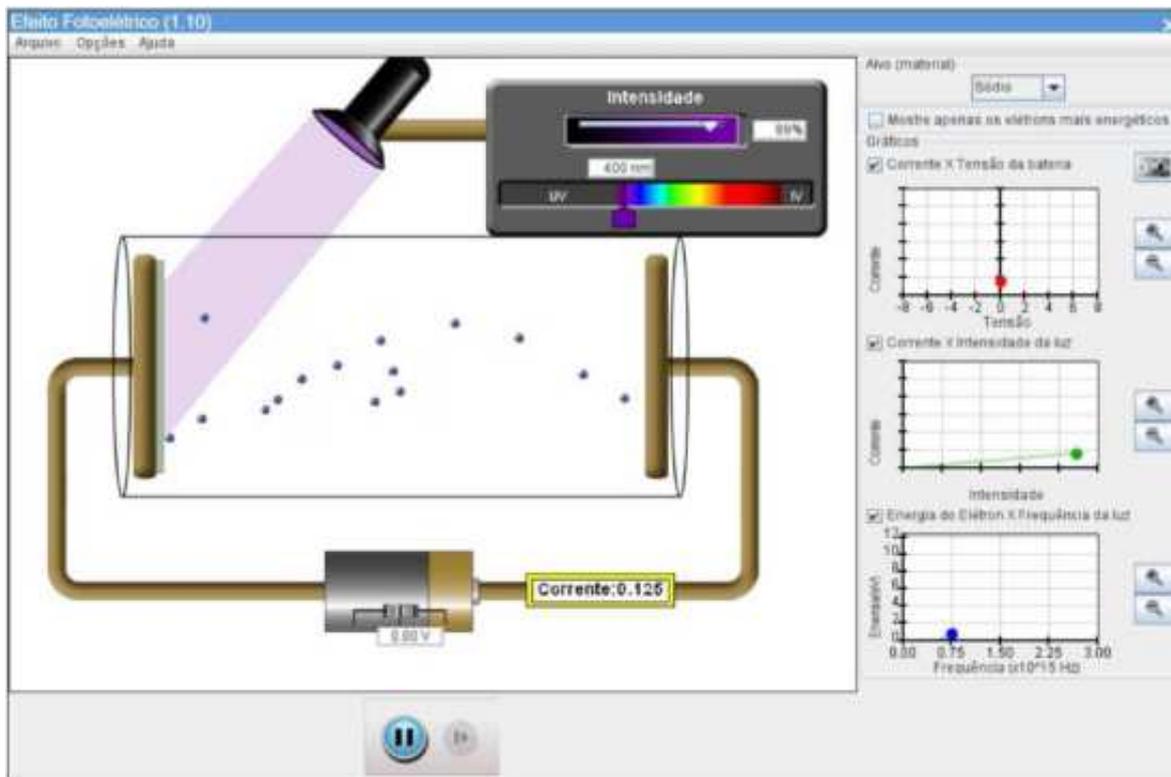


Figura 3. Tela do layout de simulador virtual PhET: simulando o fluxo de elétrons entre as duas placas

Fonte: [https://phet.colorado.edu/sims/cheerpi/photoelectric/latest/photoelectric.html?simulation=photoelectric&locale=pt\\_BR](https://phet.colorado.edu/sims/cheerpi/photoelectric/latest/photoelectric.html?simulation=photoelectric&locale=pt_BR). Acesso em: 11 set. 2022.

Após essas orientações, pede-se aos alunos para ajustarem os valores de intensidade e comprimento de onda, devendo observar que o cátodo é iluminado e um fluxo de elétrons pode aparecer entre as duas placas, como mostra a Figura 3.

O próximo passo, de acordo com as orientações do trabalho de Puebla (2018), é apresentar para os alunos a simulação do efeito fotoelétrico em diferentes metais presentes no simulador PhET, sendo eles: sódio, zinco, cobre, platina e cálcio. Orienta-se que os alunos sigam o procedimento a seguir para a visualização do efeito fotoelétrico e sua compreensão teórica por meio de cálculos para cada um dos metais.

1. Selecionar o metal (II).
2. Colocar a intensidade da lâmpada em 100% (I).
3. Calcular a energia limiar  $E_0$  (também chamada de trabalho de extração ou função de trabalho “ $W_0$ ”). Essa é a energia mínima com a qual o metal deve ser iluminado para arrancar um elétron.

Para que os alunos consigam calcular essa energia, serão executadas as etapas a seguir.

- a) Cálculo do comprimento de onda limiar ( $\lambda_0$ ): a primeira coisa é levar o seletor de comprimento de onda para o maior valor possível (para a zona vermelha), porque aqui a energia é menor. Em seguida, move-se o seletor em direção à zona UV (maior energia) lentamente até que os elétrons comecem a deixar o metal. Quando eles começarem a sair, mova o seletor lentamente para um lado e para o outro, a fim de ver onde a “cor” que produz o efeito fotoelétrico realmente está.

Entretanto, o seletor do PhET é limitado a um intervalo de 3 a 3 nm. Assim, para calcular com mais precisão, quando se tem a área onde ocorre o efeito fotoelétrico, os alunos devem escrever o comprimento de onda. Tem-se, então, o comprimento de onda limiar quando os fotoelétrons saem muito lentamente. Quando o comprimento de onda aumenta 1 nm, o efeito não é dado, pois isso permite variá-lo de 1 a 1 nm. Por exemplo: em 635, não saem elétrons, mas em 636 eles saem, embora lentos. O comprimento de onda limiar será de 636 nm. Essa medição é transformada para o Sistema Internacional (SI) em metros ( $1\text{nm} = 10^{-9}\text{ m}$ ).

$$\lambda = 636\text{nm} = 6,36 \cdot 10^{-7}\text{ m}$$

- b) Tendo essa informação, os alunos devem calcular a relação entre o comprimento de uma onda e sua frequência é dada pela expressão:  $c = \lambda \cdot \nu$ , sendo “c” a velocidade da luz ( $3 \cdot 10^8\text{ m/s}$ ).

Tem-se que a frequência limiar é:

$$\nu = \frac{c}{\lambda}$$

$$\nu = \frac{3 \cdot 10^8}{6,36 \cdot 10^{-7}} = 4,717 \cdot 10^{14}\text{ Hz}$$

- c) A partir do cálculo da energia limiar, percebe-se que a energia está relacionada à frequência pela seguinte expressão (equação de Planck):  $E = h \cdot \nu$ , sendo “h” a constante Planck ( $6,626 \cdot 10^{-34}\text{ J}\cdot\text{s}$ ).

Essa equação de Planck permite que o trabalho de energia ou extração limiar seja calculado:

$$E = h \cdot \nu \rightarrow E = 6,626 \cdot 10^{-34}\text{ J}\cdot\text{s} \cdot 4,717 \cdot 10^{14}\text{ s}^{-1}$$

$$E = 3,125 \cdot 10^{-19}\text{ J}$$

4. Deve-se orientar os alunos a iluminarem o metal com um comprimento de onda menor que o limiar, portanto, com mais energia do que a necessária para iniciar os elétrons. Nessa etapa, os alunos devem observar que os elétrons

rasgados irão mais rápido, carregando essa energia extra que o fóton lhes deu na forma de energia cinética. A energia é conservada e, portanto, a energia transportada pelos fótons é usada em parte para iniciar os elétrons, enquanto o resto da energia é usado para dar velocidade ao elétron. É necessário passar aos alunos a expressão (dada por Einstein), a qual explica este acontecimento entre energia e elétrons: **Efóton = E0 + Elétron Ec**

Nesta etapa, os alunos devem ser orientados da maneira a seguir:

- a) primeiro, deve-se calcular a energia do fóton com a qual foi iluminada, como feito com a frequência limiar: **Efóton = h · νfóton**  
 b) segundo, pode-se obter a Energia Cinética (EC) que carrega o elétron: **ElétronEc = Efóton - E0**  
 c) por praticidade, deve-se orientar os alunos a converterem a energia cinética do elétron para a eV. Para tal, sabe-se que: **1 eV = 1,6 · J**.

5. Para conhecer experimentalmente essa energia cinética dos elétrons, deve-se orientar os alunos a aplicarem um potencial que se opõe ao movimento dos fotoelétrons, de modo que até os elétrons mais rápidos são desacelerados e não alcançam o eletrodo oposto. Esse potencial é chamado de potencial de frenagem e, quando isso ocorre, a energia usada para retardá-los é igual à energia cinética dos elétrons.

A partir dessas informações, pode-se mostrar para os alunos que é possível fazer a confirmação desses cálculos na simulação virtual PhET. É por isso que foi mudada a energia cinética para eV. O valor da energia cinética (em eV) que foi obtido na seção anterior deve ser igual ao potencial de frenagem em volts, mas com sinal oposto (negativo). Para verificar se os cálculos feitos anteriormente estão corretos, retorna-se à simulação virtual

PhET, observando a “pilha” (V) (que representa uma fonte de potencial variável) e colocando nela o valor que foi obtido para a energia cinética dos elétrons (em eV), que deve ser igual ao potencial de frenagem.

Ao seguir essa orientação, os alunos devem observar que os elétrons serão desacelerados e que os mais rápidos alcançarão o eletrodo, mas sofrerão diminuição da velocidade, recuando apenas até um limite, sem atingir o outro eletrodo.

Para auxiliar os alunos nos cálculos desenvolvidos a partir de todo o roteiro aqui proposto no experimento com o simulador virtual PhET, que aborda o conteúdo do efeito fotoelétrico, é possível calcular a frequência limiar e a energia limiar a partir dos comprimentos de onda observados em cada tipo de metal. Assim, trazemos como proposta de intervenção didática o Quadro 1, visando melhor auxiliar os alunos no desenvolvimento dos cálculos e, assim, na sua aprendizagem da parte teórica com a parte experimental.

<b>CÁTODO EM ANÁLISE</b>	<b>Comprimento de onda (nm)</b>	<b>frequência limiar (Hz)</b>	<b>Energia Limiar (J)</b>
<i>Sódio</i>			
<i>Zinco</i>			
<i>Cobre</i>			
<i>Platina</i>			
<i>Cálcio</i>			

Quadro 1. Cálculo da energia limiar cátodo em análise / Fonte: os autores.

A fim de observar se, nesta proposta metodológica que alia a parte teórica à experimental, houve o desenvolvimento do pensamento científico dos alunos, propõe-se desenvolver o segundo momento de intervenção didática: realizar a atividade complementar representada no Quadro 2 abaixo, organizada com base na epistemologia bachelardiana. Entrega-se para cada aluno a atividade, orientando-o para que escreva quais obstáculos epistemológicos encontrou e/ou identificou no seu estudo do efeito fotoelétrico, tanto na parte teórica quanto na experimental.

<b>Obstáculos Epistemológicos</b>	<b>Pensamento Científico no Estudo do Efeito Fotoelétrico-Parte Teórica</b>	<b>Pensamento Científico no Efeito Fotoelétrico-Parte Experimental</b>
<i>Experiência Primeira</i>		
<i>Conhecimento Geral</i>		
<i>Verbal</i>		
<i>Conhecimento Unitário e Pragmático</i>		
<i>Substancialista</i>		
<i>Animista</i>		
<i>Conhecimento Quantitativo</i>		

Quadro 2. Pensamento científico: identificação dos obstáculos epistemológicos no estudo do efeito fotoelétrico / Fonte: os autores.

## RESULTADOS E DISCUSSÕES

A experimentação nas aulas de Física é uma prática pedagógica utilizada muitas vezes para a demonstração empírica dos conteúdos teóricos. Assim, em vez de despertar o interesse dos estudantes ou de ser usada com a finalidade de dar sentido ao conteúdo desenvolvido, a experimentação acaba promovendo e/ou reforçando representações equivocadas acerca da natureza da ciência, do fenômeno em estudo e da produção do conhecimento científico.

Para Bachelard, é preciso, na abordagem da experimentação, superar o conhecimento “comum”, mas não “atrofiando” a imaginação. Além disso, é preciso ter cautela com a formação de imagens pitorescas, pois, uma vez entregue ao reino das imagens contraditórias, a fantasia reúne com facilidade tudo o que há de espantoso.

Assim, este artigo traz uma alternativa de experimentação virtual no simulador PhET, em que os custos são reduzidos para a realização de experimentos quantitativos a respeito do efeito fotoelétrico, bastando que o aluno e/ou a escola disponha de um computador ou smartphone com acesso à internet. Essa é uma solução que vai ao encontro da impossibilidade da quase totalidade das escolas de ensino básico no Brasil de adquirir o aparato experimental necessário para a realização da atividade devido ao alto custo.

O experimento do efeito fotoelétrico no simulador virtual PhET mostra que as medidas realizadas se ajustam bem aos modelos teóricos elaborados pelos cientistas ao longo da história para sua explicação, o que permite discutir com os estudantes a validade desses modelos. Diante dos objetivos aqui apresentados e orientados na metodologia, os alunos podem compreender como é feito o cálculo do comprimento de onda limiar para diferentes metais e usar esse comprimento de onda para desenvolver o cálculo da frequência limiar e do trabalho de energia. Ainda, ao final do experimento, pode

fazer a relação da energia cinética com o potencial de frenagem dos elétrons e verificar, por meio da simulação, que ambos coincidem.

Na atividade complementar a ser desenvolvida pelos alunos, é proposto que eles façam uma relação da parte teórica com a parte experimental do efeito fotoelétrico na perspectiva dos obstáculos epistemológicos apresentados por Bachelard. Desse modo, os alunos podem identificar quais foram as dificuldades enfrentadas por eles na compreensão do fenômeno e desenvolver o seu pensamento científico por meio da cronologia dos passos dados para a formação e consolidação da teoria do efeito fotoelétrico ao longo da história da teoria quântica moderna.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

A abordagem proposta neste artigo de Prática Interdisciplinar envolve as contribuições epistemológicas de Gaston Bachelard na experimentação, trazendo-a junto da proposta metodológica do uso do simulador virtual PhET. O objetivo é ilustrar aos alunos do 3º ano do ensino médio como eles podem utilizar a teoria por meio de uma transposição didática no ensino de Física, em especial dos conteúdos relacionados ao estudo da luz, ou seja, ao efeito fotoelétrico, com vistas a dar significado à utilização das expressões matemáticas e ao desenvolvimento do pensamento científico dos alunos.

Desse modo, compreende-se que as contribuições epistemológicas bachelardianas apresentam-se de suma importância para entender os obstáculos que impedem uma aprendizagem efetiva, pois permitem fazer uma aproximação entre a parte teoria e a prática, apoiando-se na ressignificação entre a razão e o real, o que vem ao encontro das necessidades de abordagem e de compreensão dos conteúdos mais científicos da Física, especificamente da experimentação do fenômeno da matéria, como o efeito fotoelétrico aqui abordado.

# REFERÊNCIAS

---

ANDRADE, B.; ZYLBERSZTAJN, A.; FERRARI, N. **As analogias e metáforas no ensino de ciências à luz da epistemologia de Gaston Bachelard**. Florianópolis: UFSC, 2002.

ANDRADE, J. J.; SMOLKA, A. L. B. **A construção do conhecimento em diferentes perspectivas: contribuições de um diálogo entre Bachelard e Vigotski**. Bauru: Unesp, 2009.

BACHELARD, G. **A formação do espírito científico: contribuição para uma psicanálise do conhecimento**. Rio de Janeiro: Contraponto, 1996.

BACHELARD, G. **La formation de l'esprit scientifique**. Paris: J. Vrin, 1947.

BACHELARD, G. **Le nouvel esprit scientifique**. Paris: Alcan, 1937.

BACHELARD, G. **L'engagement rationaliste**. Paris: Presses Universitaires de France, 1972.

BREITE, R. B. **Physics Laboratory Experiments**. Göttingen-Germany: PHYWE Systeme GmbH & Co. KG, 2008.

CESCHIN, A. M. **Materiais elétricos e magnéticos**. Brasília: Faculdade de Tecnologia da Universidade de Brasília, 2017.

COSTA, C. L. F. O Pensamento Científico em Bachelard. *In: COLÓQUIO INTERNACIONAL – EDUCAÇÃO E CONTEMPORANEIDADE*, 4., 2012, São Cristóvão. **Anais [...]** São Cristóvão, 2012.

DUARTE, M. R. S. **A abordagem da Física Moderna no ensino secundário – as bases da teoria quântica e da estrutura atômica**. 2008. 186 f. Tese (Mestrado em Ensino da Física e da Química) – Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade de Coimbra, Coimbra, 2008.

FONSECA, D. M. **A pedagogia científica de Bachelard: uma reflexão a favor da qualidade da prática e da pesquisa docente**. Brasília: CEUB, 2008.

FROEHLICH, M. L. **Fundamentos e história da Física**. Indaial: UNIASSELVI, 2018.

GRIEBELER, A. **Inserção de tópicos de física quântica no ensino médio através de uma unidade de ensino potencialmente significativa**. 2012. 135 f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Física) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2012.

LOPES, A. R. C. **As Contribuições de Gastón Bachelard ao Ensino de Ciências**. Rio de Janeiro: UFRJ, 1993.

MANOEL NETO, P. **A utilização de simuladores no ensino de Física como ferramenta investigativa: uma aplicação ao efeito fotoelétrico**. 2019. 54 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Física) – Universidade Federal de Pernambuco, Caruaru, 2019.

MELO, R. J. S. Um olhar para a epistemologia de Bachelard, Kuhn e Fourez e uma possível articulação com o ensino de Ciências. **Cadernos da Pedagogia**, v. 15, n. 32, 2021.

OLIVEIRA NETO, J. V. de. **As aplicações da Física Quântica no cotidiano: uma análise dos livros de Física do Ensino Médio**. 2019. 72 f. Trabalho de Conclusão (Licenciatura em Física) – Instituto Federal de Educação do Rio Grande do Norte, Santa Cruz, 2019.

PUEBLA, A. Práctica Virtual Efecto Fotoeléctrico. Ies Peñalba (Chiloeches). **Instituto de Educación Secundaria Peñalba**, [s. l.], 18 jan. 2018. Disponível em: [https://phet.colorado.edu/pt\\_BR/contributions/view/4724](https://phet.colorado.edu/pt_BR/contributions/view/4724). Acesso em: 8 out. 2022.

REZENDE, S. M. **Materiais e dispositivos eletrônicos**. São Paulo: Editora Livraria Física, 2004.

SANTOS, M. F. dos; SILVA, O. da. **Uso das simulações no ensino de Física**: analisando uma simulação à luz das teorias do efeito fotoelétrico. 2022. Trabalho de Conclusão de Curso (Licenciatura em Física) – Instituto Federal de Pernambuco, Pesqueira, 2022.

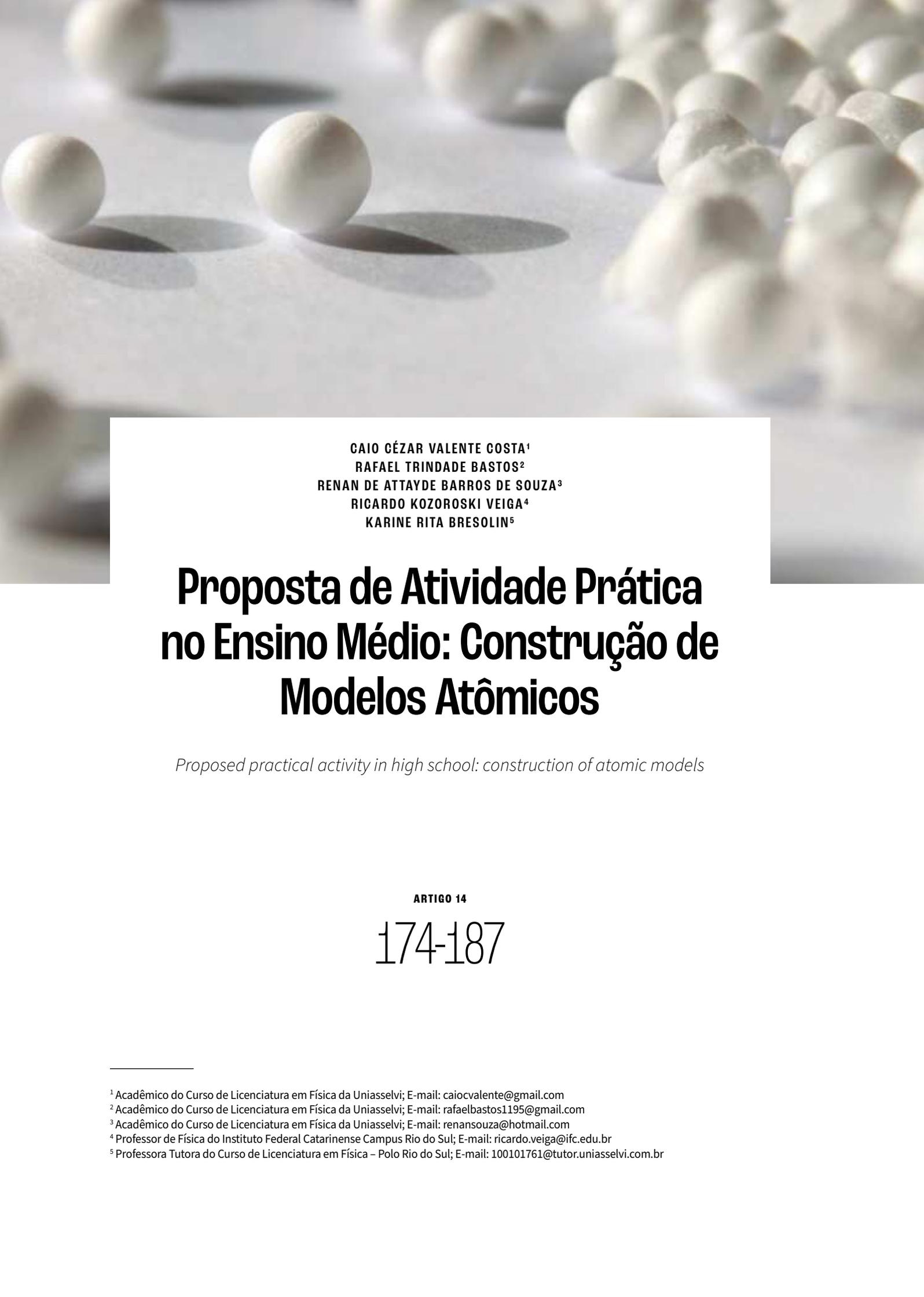
SANTOS, O. R. dos *et al.* O estudo da natureza dual da luz no ensino médio. **Research, Society and Development**, v. 11, n. 6, p. e56911629760-e56911629760, 2022.

SIQUEIRA, F. C. As Equações de Maxwell e as Ondas Eletromagnéticas. **Brazilian Journal of Development**, v. 7, n. 9, p. 93571-93589, 2021.

SOUSA, A. R. *et al.* **Física Quântica, Ciência e Pseudociência**: um olhar analítico sobre o termo quântica na internet. 2021. 105 f. Dissertação (Mestrado Profissional em Ensino de Ciências e Matemática) – Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2021.

VIEIRA, L. **Ondas eletromagnéticas e os fenômenos da luz**: uma proposta de sequência didática para alunos da educação de jovens e adultos ensino médio. 2018. 108 f. Dissertação (Mestrado Profissional de Ciências, Tecnologia e Educação) – Faculdade Vale do Cricaré, São Mateus, 2018.

ZARA, R. A. Reflexão sobre a eficácia do uso de um ambiente virtual no ensino de Física. *In*: ENCONTRO NACIONAL DE INFORMÁTICA E EDUCAÇÃO, 2., 2011, Cascavel/PR. **Anais [...]**. Cascavel, PR: Unioeste, 2011. p. 265-272.



CAIO CÉZAR VALENTE COSTA<sup>1</sup>  
RAFAEL TRINDADE BASTOS<sup>2</sup>  
RENAN DE ATTAYDE BARROS DE SOUZA<sup>3</sup>  
RICARDO KOZOROSKI VEIGA<sup>4</sup>  
KARINE RITA BRESOLIN<sup>5</sup>

# Proposta de Atividade Prática no Ensino Médio: Construção de Modelos Atômicos

*Proposed practical activity in high school: construction of atomic models*

ARTIGO 14

174-187

---

<sup>1</sup> Acadêmico do Curso de Licenciatura em Física da Uniasselvi; E-mail: caiocvalente@gmail.com

<sup>2</sup> Acadêmico do Curso de Licenciatura em Física da Uniasselvi; E-mail: rafaelbastos1195@gmail.com

<sup>3</sup> Acadêmico do Curso de Licenciatura em Física da Uniasselvi; E-mail: renansouza@hotmail.com

<sup>4</sup> Professor de Física do Instituto Federal Catarinense Campus Rio do Sul; E-mail: ricardo.veiga@ifc.edu.br

<sup>5</sup> Professora Tutora do Curso de Licenciatura em Física – Polo Rio do Sul; E-mail: 100101761@tutor.uniasselvi.com.br

**Resumo:** Os modelos atômicos sofreram, ao longo das últimas décadas, atualizações em função das descobertas científicas. Contudo o modelo de Niels Bohr, de 1913 é o mais enraizado na memória dos alunos e difundido em livros de química e física para o ensino médio. Em geral, os professores, ao trabalhar esse tema, apresentam modelos clássicos, mesmo com noções de física moderna. Este trabalho tem por objetivo propor uma sequência didática que apresenta a história dos modelos atômicos, suas principais diferenças e a introdução de conceitos de física moderna, quando apresentado o modelo de Schrödinger. A metodologia da pesquisa foi de cunho exploratório, pela revisão de livros e artigos científicos que tratam dos assuntos abordados. Para melhor assimilação do conteúdo, o plano de aula proposto na metodologia contempla a confecção de cada modelo atômico, pelos alunos. Pode-se observar grande facilidade de construção dos modelos, além do baixo custo dos materiais empregados. O experimento demonstrou ser uma oportunidade de introduzir conceitos de física moderna e despertar o interesse dos alunos pelo conteúdo.

**Palavras-Chave:** Átomo. Experimentação. História.

**Abstract:** Atomic models have undergone updates over the last few decades because of scientific discoveries. However, Niels Bohr's model from 1913 is the most ingrained in students' memory and widespread in chemistry and physics books for high school. In general, teachers, when working with this topic, present classical models, even when they present notions of modern physics. This work proposes a didactic sequence presenting the history of atomic models, their main differences, and the introduction of modern physics concepts, when presented with the Schrödinger model. The research methodology was exploratory in nature, with a review of books and scientific articles dealing with the topics covered. For a better assimilation of the content, the lesson plan proposed in the methodology includes the creation of each atomic model by the students. It can be observed that the models are very easy to construct in addition to the low cost of the materials used. The experiment proved to be an opportunity to introduce modern physics concepts and awaken students' interest in the content.

**Keywords:** Atom. Experimentation. History.

## INTRODUÇÃO

Este artigo, proposto pela disciplina de prática Interdisciplinar do Curso de Física da Uniasselvi, traz como tema principal os Elementos de Física Moderna. Nessa ampla gama de assuntos, adotou-se o subtema História dos modelos atômicos. Dentro da proposta de uma intervenção no campo da prática laboratorial, optou-se por trabalhar uma sequência didática que aborda temas da Física Moderna e Contemporânea (FMC).

Há muitos anos, se discute a incorporação de conceitos de FMC no ensino médio, mas efetivamente pouco se avançou em décadas. Algumas propostas concretas já existem. Contudo, um tema que não tem acompanhado o avanço científico e tecnológico é o dos modelos atômicos.

O senso comum e as concepções espontâneas levam os alunos a reproduzirem o modelo atômico de mais de 110 anos, proposto por Rutherford-Bohr.

Assim, neste trabalho nos propomos a produzir um roteiro experimental sobre a evolução dos modelos atômicos. Para isso, realizamos uma revisão de literatura e a produção de um plano de aula com o conteúdo e o roteiro do experimento.

Na fundamentação teórica, abordaremos o ensino da física moderna no Brasil e a importância do tema deste trabalho. Na metodologia, apresentamos a sequência didática definida pelo grupo, em que o aluno poderá participar ativamente do processo de ensino conquistando, assim, uma aprendizagem significativa.

Finalizamos demonstrando como se deu o processo de produção do experimento, e o potencial positivo da aplicação deste trabalho em sala de aula. Entendemos que nem sempre temos o espaço necessário para aplicação de metodologias ativas em sala de aula, o objetivo do trabalho é demonstrar que, tendo esse espaço, podemos realizar uma aula mais interessante para os alunos e despendendo pouco recurso financeiro para a sua produção.

## REFERENCIAL TEÓRICO

O trabalho trata do ensino de Física Moderna e Contemporânea (FMC) no ensino médio, o tema escolhido foi a História dos Modelos Atômicos. Para compreendermos melhor a importância do tema precisamos entender o contexto do ensino de FMC no Brasil.

Faz parte do ensino médio brasileiro, a cultura de preparação para o vestibular (Assunção, Nascimento, 2019; *et al.*). Logo, se o Enem não cobrar questões de física moderna, elas não serão trabalhadas em sala de aula. Outra questão a ser percebida está relacionada ao atraso curricular da disciplina de Física no Ensino Médio, uma vez que estamos ensinando, em pleno século XXI, a física do século XIX.” (Salomão; Araujo ; Mackedanz, 2020, p. 234).

Não podemos pautar as aulas tendo como única referência os vestibulares. A nossa sociedade tem passado por transformações profundas ao longo dos anos, é perceptível o impacto dos avanços tecnológicos em nosso cotidiano. Portanto é necessário trabalharmos em sala de aula conteúdos que auxiliem o aluno a compreender o mundo que o cerca (Assunção, Nascimento, 2019; Marques *et al.*, 2019; Neto, Nunes, Siqueira, 2019; Busatto *et al.*, 2018; Salomão, Araujo, Mackedanz, 2020).

Diante do fato de a sociedade estar imersa na cultura científica e tecnológica, existe a necessidade de o indivíduo ter um mínimo de conhecimento científico e tecnológico para uma participação autônoma nas decisões democráticas acerca de problemáticas científicas tecnológicas. (Assunção, Nascimento, 2019, p. 9).

Com o rápido avanço da tecnologia, é importante que o aluno entenda a Física Contemporânea. Visto a importância do tema, decidimos trabalhar com a História do Modelo Atômico.

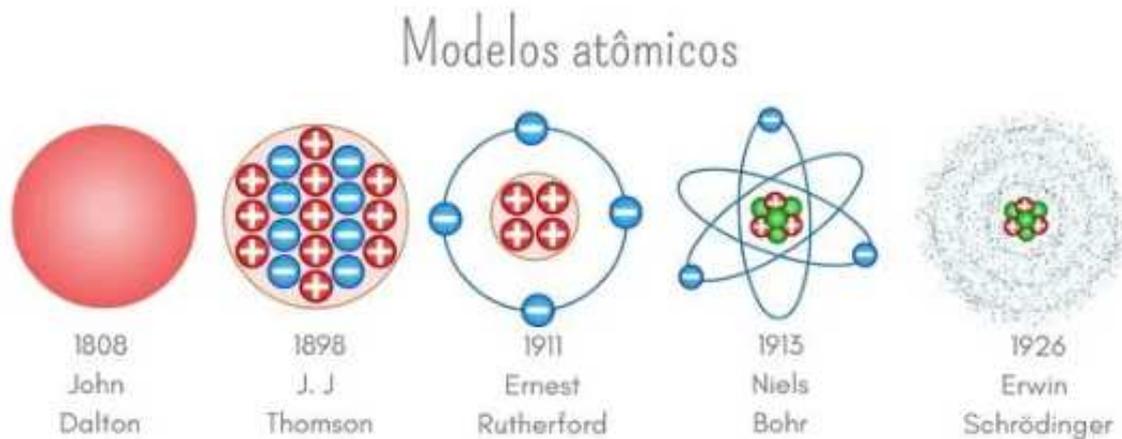


Figura 1. Evolução Modelo Atômico / Fonte: <https://brasilecola.uol.com.br/fisica/modelos-atomicos.htm>. Acesso em: 23 ago. 2024.

De acordo com Silva (2021, p. 2), “atualmente o ensino de física nas escolas de nível médio, limita-se apenas aos conteúdos que se definem como Física Clássica, deixando de lado uma discussão pertinente sobre a Física Contemporânea [...]”. Por esse motivo, começaremos com o modelo atômico, para que o aluno tenha um primeiro contato com os tópicos de física contemporânea e comece a entender a importância do tema para seu futuro.

Outro fator importante é que a física de partícula está intrinsicamente ligada ao desenvolvimento tecnológico, com isso fica mais fácil criar uma sequência didática que relacione esses conceitos com o meio tecnológico que os discentes estão inseridos. Isso mostra a importância de o professor de física estar em constante atualização na sua prática de ensino. Sabemos que as partículas elementares são apenas um pontapé inicial para a evolução conceitual desse campo de pesquisa. Além disso, o professor tem a difícil tarefa da alfabetização científica (Silva, 2021, p. 15-16).

Dessa maneira, conseguiremos trabalhar com um conteúdo que introduzirá o aluno a uma abordagem histórico-filosófica, em que poderá compreender que a Física é o resultado de anos de estudo, com a participação de várias figuras e não uma verdade absoluta (Silva, 2021).

Sabemos dos obstáculos enfrentados ao introduzir conteúdos que fogem do que é cobrado em vestibulares, Silva e Moraes (2015) trazem um exemplo de uma sequência didática bem-sucedida

sobre o tema trabalhado nesse artigo. Entretanto, destaca que no processo foi necessário convencer a coordenação, o outro professor de física e os discentes de terceiro (ano) que estavam focados no vestibular. É necessário abordar os conteúdos de física moderna durante o ensino médio, apesar das dificuldades, dada a importância do tema para o desenvolvimento dos alunos.

## METODOLOGIA

O referencial teórico foi construído baseado em publicações relacionadas aos temas de Física moderna e contemporânea. Foram utilizadas as bases Google Acadêmico e Periódicos Capes (entre agosto e outubro de 2023). As buscas foram realizadas por artigos em língua portuguesa e restritas, inicialmente, aos últimos 10 anos, o que, pela baixa ocorrência de localização, foi ampliada para ‘qualquer data’.

Quanto aos objetivos, este estudo é definido como pesquisa exploratória, a qual, de acordo com Selltiz, Wrightsman e Cook (2007), são aquelas que buscam descobrir ideias e intuições para uma maior familiaridade com o fenômeno em análise. Já quanto aos meios, trata-se de uma pesquisa bibliográfica, ou seja, é desenvolvida a partir de material já elaborado, principalmente, de livros e artigos científicos, muito importante para o levantamento de informações sobre aspectos ligados à nossa temática (Vergara, 2000).

Com base na literatura, foi proposto um plano de aula com um roteiro do experimento denominado *Fabricação dos modelos atômicos*, organizado com base nos três momentos pedagógicos (Delizoicov; Angotti; Pernambuco, 2002). O plano de Aula completo se encontra em Anexo. A seguir será discutido como a experimentação deve contribuir para o melhor entendimento do conteúdo introduzido.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

O aluno receberá a visão de momentos científicos que percorrem 118 anos. Assim poderá, via comparação, entender como a ciência avançou, descoberta após descoberta, apoiando-se em conhecimentos anteriores, seja para aprimorá-los ou para refutá-los. O quadro a seguir apresenta um comparativo que deve ser assimilado pelo aluno:

Cientista	Modelo	Característica	Evolução
Dalton	Bola de bilhar	Esférico. Indivisível, indestrutível. Sem carga.	Visão científica, inovadora para a época.
Thomson	Pudim	Divisível. Partículas positivas e negativas unidas.	Característica elétrica do átomo.
Rutherford	Planetário	Semelhança com o sistema solar, em que as cargas positivas ficam no núcleo e as negativas na eletrosfera.	Região central de grande massa positiva e ao seu redor orbitariam elétrons, com carga negativa e massa desprezível.
Bohr	Camada de energia	Conhecido como 'Rutherford-Bohr', em que os elétrons ocupam camadas. Estas são menos energéticas quanto mais próximas do núcleo, representadas pelas letras K, L, M, N, O, P e Q.	Empregou os conceitos da Mecânica Quântica. As camadas com valores predefinidos de energia.
Schrödinger	Nuvem	Baseou-se na teoria de Sommerfeld (órbitas elípticas) e de Louis de Broglie (dualidade onda-partícula). Eletrosfera como uma nuvem sem trajetória determinada. A probabilidade de encontrar elétrons se dá por meio de equação matemática.	Introduz a probabilidade, função de onda e outros conceitos relacionados à física moderna.

Quadro 1. Resumo comparativo entre os cinco modelos atômicos / Fonte: os autores.

Na problematização inicial do plano de ensino, são trazidas as seguintes questões: 1) O que ocorre quando dividimos uma porção de matéria (ex.: uma pedra) em pedaços cada vez menores?; 2) O átomo é indivisível?; 3) Como você representaria graficamente (desenho) um átomo? e 4) Podemos ver o átomo em sua trajetória?

A apresentação dos modelos deverá permitir aos alunos o seguinte raciocínio para as Questões 1 e 2: pelo modelo de Dalton o átomo seria a menor porção de matéria e realmente indivisível, mas as descobertas científicas posteriores demonstraram que existem partículas subatômicas, como os prótons, elétrons e nêutrons. O fato de terem manuseado as esferas deve tornar mais concreta a existência dessas partículas.

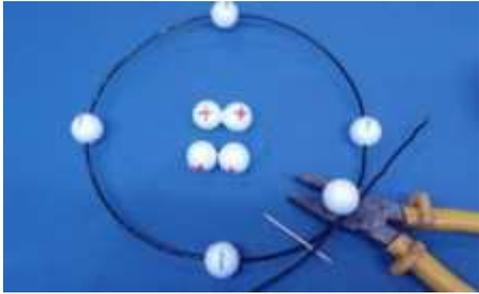
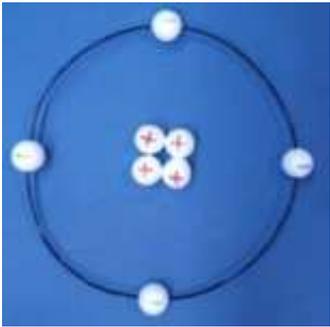
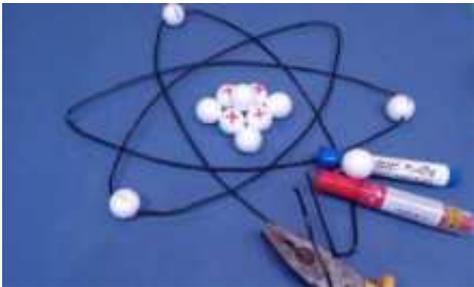
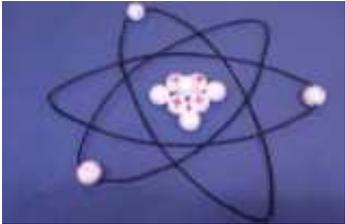
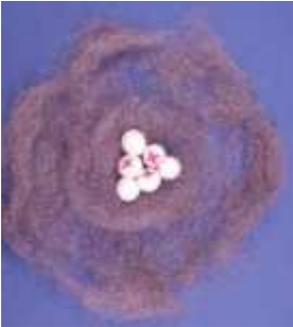
Na Questão 3 presume-se que o modelo planetário seja o mais representativo antes de iniciar a atividade. Espera-se que após a apresentação do modelo de Schrödinger, com a introdução dos conceitos de incerteza e probabilidade, haja uma mudança nesta concepção prévia. Presume-se que terão como resposta ao final da atividade que o modelo de nuvem de probabilidade e função de onda seja descrita por eles.

De modo similar, na Questão 4, espera-se como resposta que não podemos visualizar o átomo em uma trajetória bem definida, mas sim, temos uma probabilidade de encontrá-lo pela função de onda que executa.

Como forma de fixação do conteúdo, o aluno, após a problematização e a apresentação do conteúdo programado, executará a montagem dos modelos, seguindo os roteiros e sob supervisão do professor. Este fará questionamentos já no intuito de realizar a avaliação do aprendizado.

Espera-se a confecção dos seguintes modelos, seguidos do material a ser utilizado:

Cientista	Material/montagem	Resultado Esperado
Dalton	<p>Esfera (bola de isopor ou similar), papel alumínio (para dar caráter de densidade grande) e tesoura.</p> 	
Thomson	<p>Bolas de isopor e canetas coloridas</p> 	

<p>Rutherford</p>	<p>Bolas de isopor, canetas coloridas, arame, palitos e alicate.</p> 	
<p>Bohr</p>	<p>Bolas de isopor, canetas coloridas, arame, palitos e alicate.</p> 	
<p>Schrödinger</p>	<p>Bolas de isopor, canetas coloridas e palha de aço.</p> 	

Quadro 2. Resumo dos roteiros para montagem dos modelos atômicos / Fonte: os autores.

A proposta de trabalho apresentou-se de fácil execução e baixo custo. Foram necessários entre 5 e 10 minutos para cada montagem. O valor, considerando a produção de quatro montagens de cada modelos (totalizando 20), aproxima-se de R\$ 30,00.

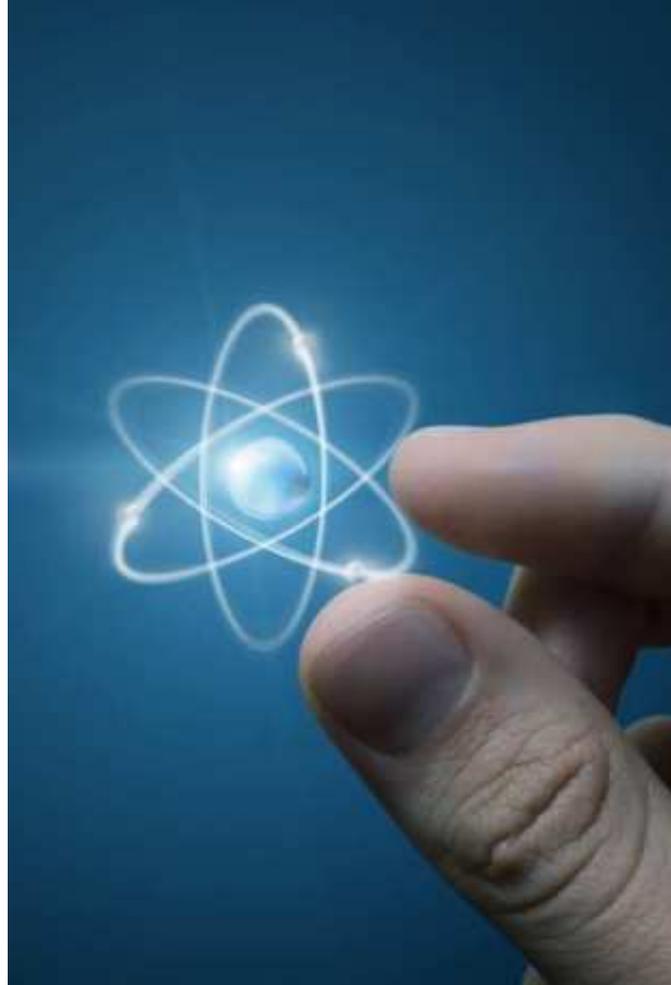
Ao manusear os materiais e discutir cada modelo antes e durante a montagem, percebe-se que a fixação-aprendizagem da teoria se dá de modo facilitado. A diferença ao introduzir o modelo mais aceito atualmente, ou seja, o de Schrödinger, é notável, pois o uso da palha de aço, sem formas pré-definidas, faz uma interessante analogia com a dita ‘forma de nuvem’ do modelo que adentra na física moderna, trazendo o questionamento: onde está efetivamente o elétron?

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

O experimento exigiu pouco tempo de preparação, sem necessidade de cuidados especiais relacionados à segurança ou utilização de equipamentos complexos, bastando um alicate para manuseio do arame. Quanto aos materiais empregados, todos de uso doméstico, podem ser obtidos a baixo custo e até mesmo doados pelos alunos ou professor para esta atividade.

Quanto à assimilação do conteúdo, apresenta-se como uma oportunidade de introduzir conceitos da física moderna de forma simples, interagindo com materiais, o que torna mais significativo o aprendizado. São exploradas, do aluno, habilidades extras, como o espírito investigativo, cooperativo e a autonomia do sujeito. Assim, constitui-se valiosa oportunidade para transposição didática no ensino de física.

Analisando os resultados desta proposta metodológica, acredita-se que há possibilidade de ganhos significativos em termos de aprendizado quando comparada à metodologia tradicional. Para trabalhos futuros, sugere-se a aplicação da atividade em sala de aula para confirmar os benefícios dessa metodologia ativa.



**QUANTO À ASSIMILAÇÃO DO CONTEÚDO, APRESENTA-SE COMO UMA OPORTUNIDADE DE INTRODUIR CONCEITOS DA FÍSICA MODERNA DE FORMA SIMPLES, INTERAGINDO COM MATERIAIS, O QUE TORNA MAIS SIGNIFICATIVO O APRENDIZADO.**

# REFERÊNCIAS

---

ASSUNÇÃO, T. V. DE; NASCIMENTO, R. R. DO. Alfabetização científica e a academia: um olhar sobre o ensino de Física Moderna e Contemporânea na Educação Básica. **Revista de Ensino de Ciências e Matemática**, v. 10, n. 3, p. 1–17, 2019.

BUSATTO, C. Z. *et al.* O ensino de Física Moderna e Contemporânea na Educação Básica: conteúdos trabalhados pelos docentes. **Revista CIATEC-UPF**, v. 10, n. 1, p. 104–115, 2018.

DELIZOICOV, D.; ANGOTTI, J. A.; PERNAMBUCO, M. M. C. A. **Ensino de Ciências: fundamentos e métodos**. São Paulo: Cortez, 2002.

MARQUES, T. C. DE F. *et al.*. Ensino de Física Moderna e Contemporânea na última década: revisão sistemática de literatura. **Scientia plena**, v. 15, n. 7, 2019.

NETO, J. G. P.; OLIVEIRA, A. N. D.; SIQUEIRA, M. C. A. Ensino de Física Moderna e Contemporânea no Ensino Médio – o que pensam os envolvidos. **Revista de Educação, Ciência e Tecnologia do IFRS**, p. 65–89, 2019.

SALOMÃO, J. P. Q. C.; DE ARAUJO, R. R.; MACKEDANZ, L. F. Um estudo bibliográfico sobre metodologias no ensino de Física Moderna e Contemporânea. **Arquivos do Museu Dinâmico Interdisciplinar**, v. 24, n. 3, p. 233–243, 2020.

SELLTIZ, C.; WRIGHTSMAN, L. S.; COOK, S. W. **Métodos de pesquisa das relações sociais**. São Paulo: EPU, 2007.

SILVA, H. R. A.; MORAES, A. G. O estudo da espectroscopia no ensino médio através de uma abordagem histórico-filosófica: possibilidade de interseção entre as disciplinas de Química e Física. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 32, n. 2, p. 378, 2015.

SILVA, K. M. de O. **Dos atomistas ao átomo moderno: um resgate histórico da evolução dos modelos atômicos**. Instituto Federal de Pernambuco, 2021.

VERGARA, S. C. **Projetos e relatórios de pesquisa em administração**. 3. ed. Rio de Janeiro: Atlas, 2000.

# ANEXO 1. PLANO DE AULA SOBRE MODELOS ATÔMICOS

## SEQUÊNCIA DIDÁTICA

Identificação:

Nome da escola:

Diretor/Coordenador:

Professor regente:

Turma:

Período:

Nome do Professor:

**Conteúdo:** Modelos Atômicos

### Objetivos:

- Compreender a evolução dos modelos e teorias do átomo.
- Diferenciar os diversos modelos.
- Conhecer conceitos de física moderna relacionada ao átomo.
- Aprender a reproduzir os modelos com materiais do cotidiano.

### Recursos:

Materiais/recursos: livro didático, quadro branco, tesoura, bolas de isopor, canetas coloridas, fio de cobre ou arame, palitos, alicate e palha de aço.

### Execução:

#### Momento 1 – problematização inicial

Procedimentos/metodologias: aula expositiva e dialogada com o uso do livro didático. Será apresentado o seguinte questionamento:

- 1) O que ocorre quando dividimos uma porção de matéria (ex.: uma pedra) em pedaços cada vez menores?
- 2) O átomo é indivisível?
- 3) Como você representaria graficamente (desenho) um átomo?
- 4) Podemos ver o átomo em sua trajetória?

#### Momento 2 – organização do conhecimento

Procedimentos/metodologias: aula expositiva e dialogada com o uso do livro didático e experimento coletivo.

Após as respostas dos alunos (e uma breve discussão) será apresentado o conteúdo a seguir:

- A história do átomo (falar de Tales de Mileto a Leucipo e seus sucessores na atomística).
- Descobertas científicas do século XVIII e XIX no campo do átomo.
- Os cinco modelos atômicos de 1800 até 1926 (dar ênfase).

### 1) Modelo Atômico de Dalton

Foi o modelo baseado na teoria pioneira a buscar explicação da matéria. Criado por John Dalton, datada de 1808. O tenta explicar o átomo como se fosse uma esfera maciça. Teria uma composição homogênea e, além de indivisível, seria impossível sua destruição. Ficou conhecido como modelo 'bola de bilhar'. A Figura 1 demonstra graficamente o modelo:



Figura 1. Modelo atômico de Dalton / Fonte: <https://brasilecola.uol.com.br/fisica/modelos-atomicos.htm>. Acesso em: 23 ago. 2024.

**Roteiro do experimento 1:** após a apresentação do conteúdo, os alunos serão provocados a construir um protótipo com uma bola (isopor, pingue-pongue ou tênis) e recobri-la com papel laminado.

### 2) Modelo Atômico de Thomson

Joseph Thomson propôs, em 1898, um modelo de natureza elétrica, sendo formado por partículas ainda menores. As partículas com carga negativas seriam os elétrons. Dessa forma, ele concluiu que o átomo era sim divisível. Nessa teoria haveria a existência de cargas elétricas negativas unidas ao núcleo, junto a cargas positivas. Por isso, foi apelidado de 'pudim de passas'. A Figura 2 demonstra graficamente o modelo:

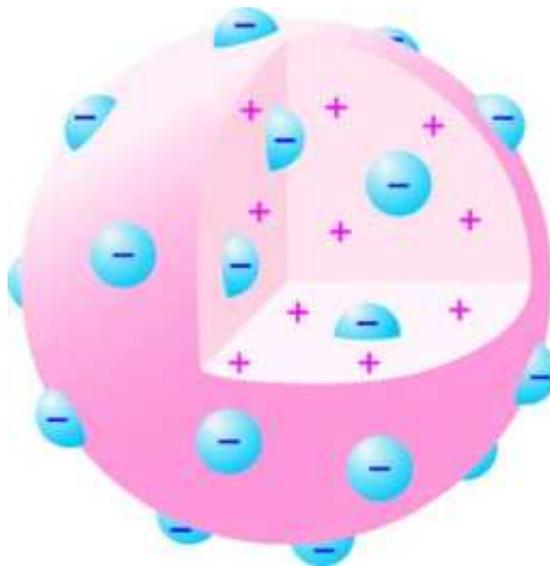


Figura 2. Modelo atômico de Thomson / Fonte: <https://brasilecola.uol.com.br/fisica/modelos-atomicos.htm>. Acesso em: 23 ago. 2024.

**Roteiro do experimento 2:** após a apresentação do conteúdo, os alunos serão provocados a construir um protótipo com bolas (isopor ou pingue-pongue), pintando sobre suas superfícies os sinais (+), representando cargas positivas, e (-), representando cargas negativas. Após isso, eles devem agrupá-la de forma aleatória.

### 3) Modelo Atômico de Rutherford

Em 1911, Ernest Rutherford propôs um modelo comparável ao sistema solar. Nesse modelo, o átomo teria uma região central de grande massa positiva e ao seu redor orbitariam elétrons, com carga negativa e massa desprezível. Ficou conhecido como o modelo do 'sistema planetário'. A Figura 3 demonstra graficamente o modelo:

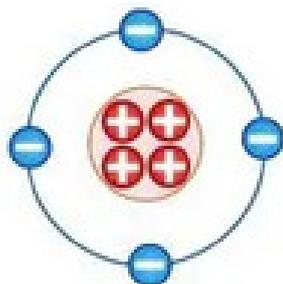


Figura 3. Modelo atômico de Thomson / Fonte: <https://brasilescola.uol.com.br/fisica/modelos-atomicos.htm>. Acesso em: 23 ago. 2024.

**Roteiro do experimento 3:** após a apresentação do conteúdo, os alunos serão provocados a construir um protótipo com bolas (isopor ou pingue-pongue), pintando sobre suas superfícies os sinais (+), representando cargas positivas, e (-), representando cargas negativas. Após, unirão no núcleo, com palitos, bolas positivas. Com auxílio de um alicate, cortarão 40 cm de fio (ou arame) o qual curvarão em forma de círculo e fixarão nele bola negativas, distanciando-as de modo uniforme.

### 4) Modelo Atômico de Bohr

Em 1913, Niels Bohr apresenta a teoria das camadas de energia. Nelas estariam distribuídos os elétrons. Por ter se baseado no modelo de Rutherford, ficou conhecido como 'Rutherford-Bohr'. Bohr empregou os conceitos da Mecânica Quântica e afirmou que os elétrons ocupam camadas com valores pré-definidos de energia, sendo que as camadas eletrônicas são menos energéticas quanto mais próximas do núcleo. Ele apresenta a sequência de letras K, L, M, N, O, P e Q, representando as camadas. A Figura 4 demonstra graficamente o modelo:



Figura 4. Modelo atômico de Thomson / Fonte: <https://brasilescola.uol.com.br/fisica/modelos-atomicos.htm>. Acesso em: 23 ago. 2024.

**Roteiro do experimento 4:** após a apresentação do conteúdo, os alunos serão provocados a construir um protótipo com bolas (isopor ou pingue-pongue), pintando sobre suas superfícies os sinais (+), representando cargas positivas, e (-), representando cargas negativas. Após, eles unirão no núcleo, com palitos, bolas positivas e neutras (sem marcação). Com auxílio de um alicate, cortarão três pedaços de 30 cm de fio (ou arame), o qual curvarão em forma de elipse e fixarão em cada bola negativa. Cada elipse terá seu centro no núcleo e terão afastamento de 120 graus entre si.

#### 5) Modelo Atômico de Schrödinger

Este modelo foi proposto por Schrödinger, em 1926. Ele baseou-se na teoria de Arnold Sommerfeld (dizia que as órbitas não eram circulares, mas elípticas) e nas contribuições de Louis de Broglie (sobre a dualidade onda-partícula). Schrödinger propôs que a eletrosfera se parece com uma nuvem e não possui trajetória determinada, orbitando o núcleo. A probabilidade de encontrar elétrons nessa nuvem, por meio de equação matemática é chamada de função de onda. A Figura 5 demonstra graficamente o modelo:

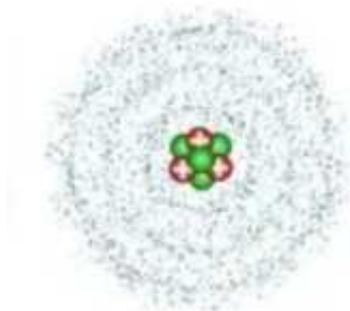


Figura 5 – Modelo atômico de Thomson / Fonte: <https://brasilecola.uol.com.br/fisica/modelos-atomicos.htm>. Acesso em: 23 ago. 2024.

**Roteiro do experimento 5:** após a apresentação do conteúdo os alunos serão provocados a construir um protótipo com 6 bolas (isopor), pintando sobre três delas o sinal (+), representando cargas positivas. Nas outras três, não farão marcação alguma. Após, eles disporão palha de aço sobre uma superfície, de modo que haja locais com mais palha e outros com menor concentração dela. Então colocarão no núcleo, bolas positivas e neutras.

#### Momento 3 - aplicação do conhecimento

Procedimentos/metodologias: aula expositiva e dialogada e resolução de problemas. O professor, então, solicita aos alunos que refaçam as perguntas inicialmente propostas, mas agora com base na teoria e experimentação apresentadas.

#### Avaliação:

O professor averiguará se os objetivos foram atingidos, por meio da observação e análise do envolvimento dos alunos durante a apresentação e experimentos, com questionamentos pertinentes e resolução das perguntas propostas. O professor deverá fazer anotações de quais alunos apresentaram maiores dificuldades e se o tempo foi adequado para essa quantidade de conteúdo e resolução de problemas.

# REFERÊNCIAS

---

FILHO, A. G.; TOSCANO, C. **Física**: interação e tecnologia. 2. ed. São Paulo: Editora Leya, 2016. v. 1.



CAMILA DO ESPÍRITO SANTO<sup>1</sup>  
CRISTINA APARECIDA FOSSA DA SILVEIRA<sup>2</sup>  
JOSÉ MARCONDES JESUS DE OLIVEIRA<sup>3</sup>  
JOSIANI HENDLER DA CUNHA<sup>4</sup>  
RAFAEL SAN FERREIRA SAMPAIO<sup>5</sup>  
ELIANE AZEVEDO MAZUREK<sup>6</sup>

# O MMC e o MDC Aplicado ao Processo Têxtil

*LCM and GCD applied to the textile process*

ARTIGO 15

188-200

---

<sup>1</sup> Acadêmico do curso de Licenciatura em Matemática Uniasselvi, Pitanga, PR, camila.espirito.santo@escola.pr.gov.br.

<sup>2</sup> Acadêmico do curso de Licenciatura em Matemática Uniasselvi, Blumenau, SC, cristinaloyara@gmail.com

<sup>3</sup> Acadêmico do curso de Licenciatura em Matemática Uniasselvi, Fátima, BA, sednocram1985@gmail.com

<sup>4</sup> Acadêmico do curso de Licenciatura em Matemática Uniasselvi, Joinville, SC, josiani.hcunha@gmail.com

<sup>5</sup> Acadêmico do curso de Licenciatura em Matemática Uniasselvi, Santa Isabel do Pará, PA, rafael123san25@gmail.com

<sup>6</sup> Tutora Externa da Uniasselvi. Orientadora na elaboração deste artigo.

**Resumo:** O Máximo Divisor Comum (MDC) e o Mínimo Múltiplo Comum (MMC) são conceitos matemáticos utilizados para encontrar divisores e múltiplos comuns de números, sendo fundamentais para resolver problemas de divisibilidade e simplificação de frações. Considerando sua importância, observa-se que esses conceitos têm uma vasta história e suas aplicações vêm se aprimorando com o passar do tempo. Objetivo desta pesquisa é relacionar o levantamento bibliográfico dos principais conceitos que envolvem o MMC e o MDC, trazendo como proposta a observação dos conceitos da Etnomatemática e a sua aplicabilidade no contexto social. Neste sentido, procura-se enfatizar que, assim como muitas outras ferramentas de cálculo, passaram por processos de aprimoramento e modernização com o passar do tempo. A pesquisa foi fundamentada em obras literárias e pesquisas de arquivo. Além disso, a prática desenvolvida baseou-se em uma visita técnica a uma empresa do ramo têxtil, com o principal objetivo analisar a utilização do MMC e do MDC no desenvolvimento do produto. Os resultados da observação bibliográfica e de campo, são de extrema relevância, pois mostram a vasta história da temática sua importância para os mais diversos ramos. Enfatizam também a evolução e utilização desses conceitos, especialmente no que diz respeito à sua aplicabilidade e auxílio no andamento do sistema produtivo da indústria têxtil. Salienta-se ainda o uso da Etnomatemática como ferramenta no desenvolvimento do ensino da matemática no contexto natural da sociedade.

**Palavras-chave:** Mínimo Múltiplo Comum. Máximo Divisor Comum. Indústria Têxtil. Etnomatemática.

**Abstract:** The Greatest Common Divisor (GCD) and the Least Common Multiple (LCM) are mathematical concepts used to find common divisors and multiples of numbers, which are essential for solving problems related to divisibility and fraction simplification. Considering their importance, it is observed that these concepts have a long history, and their applications have been refined over time. The objective of this research is to relate a bibliographic survey of the main concepts involving the GCD and LCM, proposing an observation of Ethnomathematics concepts and their applicability in the social context. In this regard, the research seeks to emphasize that, like many other calculation tools, these concepts have undergone processes of improvement and modernization over time. The research was grounded in literary works and archival research. Additionally, the developed practice was based on a technical visit to a textile company, with the primary objective of analyzing the use of GCD and LCM in product development. The results from the bibliographic and field observations are of extreme relevance, as they highlight the extensive history of the topic and its importance across various fields. They also emphasize the evolution and application of these concepts, particularly concerning their applicability and support in the progress of the productive system of the textile industry. Furthermore, the use of Ethnomathematics as a tool in the development of mathematics education within the natural context of society is highlighted.

**Keywords:** Least Common Multiple. Greatest Common Divisor. Textile industry. Ethnomathematics.

## INTRODUÇÃO

Quando falamos em Mínimo Múltiplo Comum (MMC) e Máximo Divisor Comum (MDC) remetemo-nos à cálculos e números primos. No entanto, esses conceitos vão muito além, buscando a igualdade na divisão ou na multiplicação, visando cálculos precisos e justos. Desde a antiguidade, a aritmética é utilizada para diversos tipos de cálculos, seja para determinar a área a ser cultivada, terras a serem vendidas, quantidades relacionadas ao plantio ou qualquer outra necessidade de cálculo.

Para tanto com o MMC e MDC não foi diferente. Nos primórdios da humanidade, esses cálculos eram utilizados para o cálculo de insumos no plantio, assim como na divisão de terras, de caça, de água e entre outros. Neste sentido Abreu (2022); Andrini (1989); Dias (20114); Freitas (2017) contribuem com pesquisa destes aspectos históricos. No entanto questiona-se onde esses conceitos são utilizados na atualidade, qual a importância deles e quais mudanças e ferramentas são utilizadas para a sua aplicação na economia, na área de serviços e, principalmente, na indústria.

Deste modo, este trabalho é dividido em temas que buscam responder estes questionamentos. Inicialmente apresenta um pouco sobre o conceito e a história do MMC e do MDC; o seguinte aborda o sobre os princípios e a aplicabilidade do Mínimo Múltiplo Comum, assim como a resolução dos problemas utilizando-se desta ferramenta, por conseguinte, explana-se o Máximo Divisor Comum e a sua aplicabilidade. Ao final, é apresentada uma visita técnica a uma empresa do ramo têxtil, visando mostrar como esses conceitos são utilizados no desenvolvimento do produto.

A integração da temática busca mostrar a importância do MMC e do MDC no desenvolvimento das mais diversas atividades econômicas e operacionais, como no desenvolvimento de um novo produto, divisão correta de insumos ou ainda nos mais diversos âmbitos, seja no desenvolvimento produtivo ou social.

## REFERENCIAL TEÓRICO

Falar sobre a importância da matemática nos remonta às mais primitivas das necessidades humanas: o alimento e a água. Para obter esses recursos, o homem primitivo tinha que ter a noção da distância para buscar água e da divisão da caça entre o grupo. Dessa forma, os povos nômades calculavam se a quantidade de recursos de um determinado local era suficiente e por quanto tempo até sair para outro local. Desta maneira, através de pinturas e artefatos, descobriu-se que os números, a contagem, portanto, a matemática, se iniciaram na pré-história.

Homens e mulheres primitivos sentiam a necessidade de contar o que caçavam e pescavam. Para isso, desenhavam ou faziam marcações em paredes, objetos, pedras, galhos e ossos (um dos exemplos mais antigo é o osso de Ishango, que data entre 20.000 a.C. e 18.000 a.C.). Com o passar do tempo, foram se formando tribos e desenvolvendo modos de contar. Observou-se que carregar objetos para contagens maiores poderia ser complicado, e para facilitar atribuíram a contagem a grupos de dez, associando-os aos dedos das mãos.

Um dos exemplos mais antigos dos primitivos ideais do homem sobre números é o Osso de Ishango. Foi descoberto pelo antropólogo belga Jean de Heinzelin de Braucourt (1920-1998). Este artefato arqueológico foi encontrado na região de Ishango que se localiza na fronteira entre o Congo e Uganda (Freitas, 2017, p. 12).

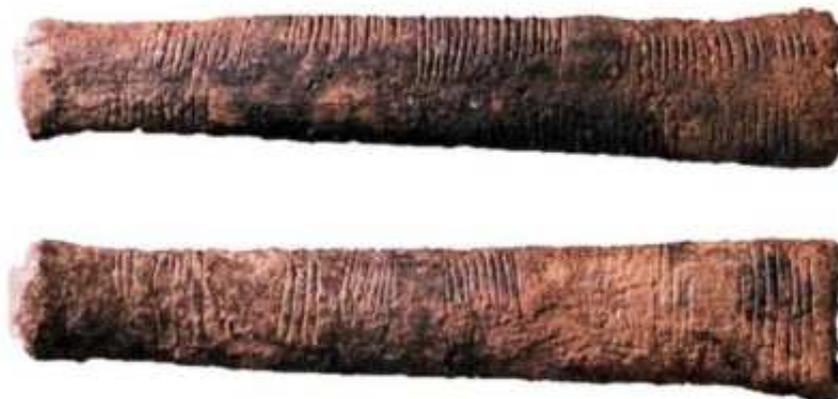


Figura 1. Osso de Ishango / Fonte: <https://cearacriolo.com.br/o-osso-de-ishango/>. Acesso em: 21 fev. 2023.

A Figura 1 busca identificar os ossos de Ishango. À medida que os povos foram se formando e as civilizações aperfeiçoando a escrita, passaram a utilizar símbolos para descrever números. Muitos foram os seis temas de escritas e números utilizados, como os babilônios, romanos, egípcios, entre outros, o nosso sistema atual decimal ou hindu-arábico. Outro grande avanço matemático ocorreu na civilização egípcia, quando observaram a necessidade de resolver problemas como a divisão de terras, colheitas e animais, surgindo a ideia de múltiplos e divisores.

Na Grécia, as escolas de Platão, Eleatas e sociedade de Pitágoras tiveram grande importância nos estudos matemáticos. “[...] a sociedade grega foi uma das principais impulsionadoras dos estudos matemáticos em torno dos mais variados ramos da ciência dos números. Foi na Grécia que a Matemática conheceu seu primeiro grande apogeu” (Freitas, 2017, p. 15). Foram muitas as contribuições gregas para a matemática. Através de seus estudos, obteve-se avanços tanto em geometria, astronomia, aritmética e mecânica. Podemos citar como grandes pensadores Tales de Mileto, Pitágoras, Platão, Euclides de Alexandria entre outros. De cálculos mais complexos aos mais simples, desenvolvidos e utilizados até hoje, seus estudos e seus escritos fazem parte do nosso cotidiano. Um destes cálculos é o MMC e o MDC que consiste na fatoração dos números.

De fato, em “Os Elementos” escrito pelo Grego Euclides de Alexandria (um tratado matemático de 300 a.C.) ele aborda múltiplos, divisores, primos, MDC e MMC, dedicando três das treze partes da obra a esses temas. Não se sabe ao certo quando surgiu o MMC e o MDC, não se tem uma data ou criador em específico, porém falar de suas origens é pensar nas origens do processo de divisibilidade e no próprio processo de contagem. Freitas (2017, p. 16), aponta que:

[...] é fato de que esta é a primeira obra que traz uma linguagem lógica e concisa sobre muitos temas da matemática e, entre eles, encontra-se a primeira definição de Máximo Divisor Comum. Pouco se alterou da definição de MMC que reside no livro de Euclides para a definição de MDC que se estuda e ensina hoje em dia nos meios matemáticos e nas escolas.

Assim, como sua origem está ligada a um processo comum na matemática, o MMC e MDC demonstram ser recursos amplamente empregados no cotidiano. Muitas vezes usamos sem perceber, seja ao organizar uma lista de compras, ao seguir prescrição de remédios ou em processos industriais. A principal vantagem de utilizar esses métodos é a capacidade de calcular vários números de uma só vez.

## MMC (MÍNIMO MÚLTIPLO COMUM)

Quando se fala em MMC, refere-se à ideia de encontrar o menor valor comum entre múltiplos e diferentes números. O MMC é definido como “o menor dos múltiplos comuns (excluído o zero) de dois ou mais números chama-se mínimo múltiplo comum (m.m.c.)” (Andrini, 1998, p. 129). Para encontrar o MMC entre dois números, é preciso identificar o menor número inteiro diferente de zero e múltiplo de ambos simultaneamente.

Para compreender o MMC, é fundamental saber o que são múltiplos: números e resultam da multiplicação de um número escolhido por qualquer outro valor.

Por exemplo:

$$M(2) = \{0, 2, 4, 6, 8, 10, 12, 14, 16, 18, 20, 22, 24, \dots\}$$

$$M(3) = \{0, 3, 6, 9, 12, 15, 18, 21, 24, 27, \dots\}$$

Analisando os exemplos, o conjunto dos números múltiplos de 2 é formado pelos resultados de  $2 \times 0$ ,  $2 \times 1$ ,  $2 \times 2$ , e assim sucessivamente e o mesmo acontece com os múltiplos de 3. Sendo assim, o conjunto dos múltiplos é infinito, e o zero é o único que é múltiplo de todos os números naturais. Analisando os exemplos acima, podemos encontrar múltiplos comuns diferentes de zero entre eles (2 e 3), procuramos os números que aparecem tanto na lista dos  $M(2)$  quanto na lista  $M(3)$ . Os múltiplos comuns são obtidos através da intersecção dos conjuntos, como mostrado no exemplo:

$$M(2) \cap M(3) = \{0, 6, 12, 18, 24, \dots\}$$

Por conseguinte, surge a questão: o que são Mínimos Múltiplos Comuns? Como o próprio nome indica, o MMC é o menor valor comum entre os números dados. Entre os números destacados, o menor múltiplo comum é 6. Assim, o mínimo múltiplo comum de 2 e 3 é indicado como:  $MMC(2, 3) = 6$

Para calcular o MMC, podemos utilizar a fatoração, decompondo os números em fatores primos<sup>1</sup>. A seguir, a Figura 2 apresenta a aplicação desse método para encontrar o MMC de 12 e 45.

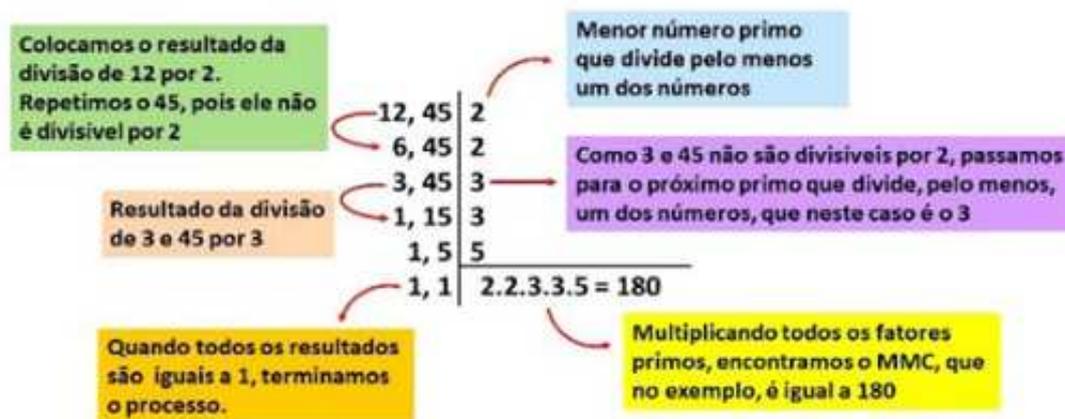


Figura 2. Desenvolvendo o MMC / Fonte: <https://www.todamateria.com.br/mmc-minimo-multiplo-comum/>. Acesso em: 2 fev. 2023.

<sup>1</sup> Número primo é um número natural maior que 1 que possui exatamente dois divisores distintos: 1 e ele mesmo.

Deste modo, na Figura 2 observa-se a decomposição simultânea dos números, revelando os fatores primos 2, 3 e 5. A partir desses fatores, é possível calcular o MMC, quem neste caso é o número 180.

## MDC (MÁXIMO DIVISOR COMUM)

O Máximo Divisor Comum, (MDC), é o maior divisor comum entre dois números inteiros. Portanto, podemos dizer que: Dados dois números inteiros não nulos  $a$  e  $b$ , chama-se máximo divisor comum o maior de seus divisores comuns. O máximo divisor comum MDC de dois ou mais números é igual ao produto dos fatores comuns a esses números, cada um deles elevado ao menor de seus expoentes.  $MDC(a, b) =$  máximos divisores de  $a$  e  $b$ .

## PROPRIEDADES BÁSICAS DO MDC

Existem vários métodos para determinar o MDC de dois ou mais números, cada um com suas próprias características, relevância e aplicações específicas na resolução de problemas (Santos; Pitzer, 2020):

- **MDC (a, 1) = 1:** O máximo divisor comum entre qualquer número inteiro e o número 1 é sempre o próprio número 1.
- **MDC (a, a) = a:** O máximo divisor comum entre dois números iguais é sempre o próprio número.
- **Se  $a$  divide  $b$ , então o MDC entre  $a$  e  $b$  é  $a$ :** Se  $aa$  é um divisor de  $b$ , então o máximo divisor comum entre  $a$  e  $b$  é  $a$ .

Para encontrar o MDC de dois ou mais números, podemos utilizar a fatoração em fatores primos. Após decompor os números em seus fatores primos, multiplicamos apenas os fatores comuns elevados ao menor dos seus expoentes.

O máximo divisor comum corresponde ao produto dos divisores comuns entre dois ou mais números inteiros. Portanto para encontrarmos o MDC de dois ou mais valores temos que realizar a fatoração por meio da decomposição em fatores primos, e assim multiplicarmos apenas seus divisores comuns. A Figura 3, apresenta o processo de resolução MDC.

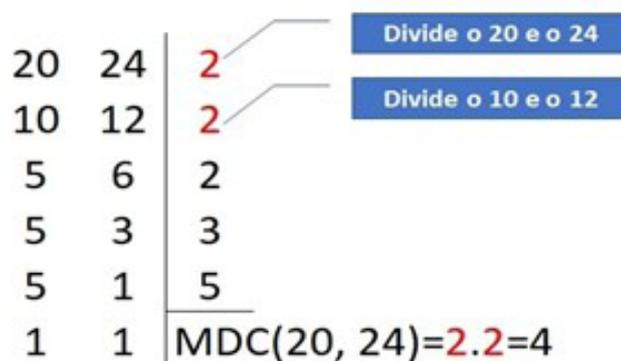


Figura 3. MDC / Fonte: <https://www.todamateria.com.br/mdc-maximo-divisor-comum/>. Acesso em: 22 fev. 2023.

Ao observar a Figura 3, podemos visualizar o processo de determinação do MDC. A figura ilustra a fatoração dos valores vinte e vinte e quatro. Como mencionado anteriormente a decomposição é realizada por meio de fatores primos, iniciando pelo menor valor possível, sendo assim o número dois, e seguindo a sequência dos números primos. Após realizar a fatoração, nota-se que o número dois foi o único divisor comum a ambos os números. Portanto, o MDC será o produto entre esses divisores comuns. Na figura 4, o MDC dos valores vinte e vinte e quatro é quatro. Da mesma forma, a Figura 4 ilustra o cálculo do MDC para mais de dois valores, seguindo o mesmo processo de decomposição de cada número em fatores primos e identificação dos divisores comuns.

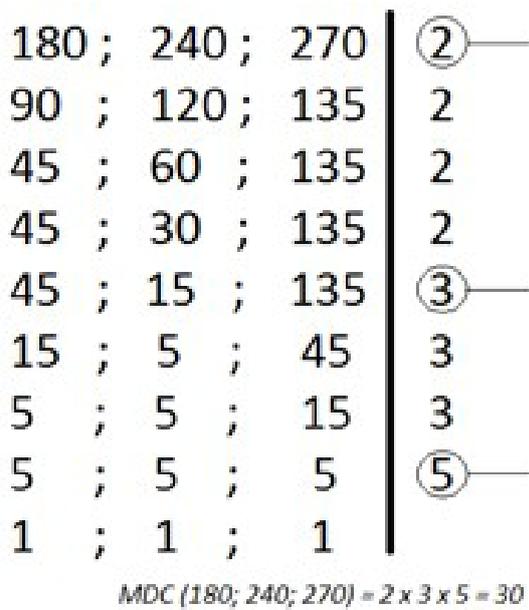


Figura 4. MDC / Fonte: <https://matematicabasica.net/mdc-maximo-divisor-comum/>. Acesso em: 22 fev. 2023.

É importante ressaltar que a multiplicação é realizada apenas entre os divisores comuns. Nota-se que apenas um dos números dois, um dos números três e o cinco que dividem todos os valores ao mesmo tempo. Portanto, será calculado o produto entre esses três valores, e os demais descartados. Logo:  $MDC (180; 240; 270) = 2.3.5= 30$ .

Diante das informações explanadas nos tópicos anteriores, podemos analisar que é possível identificar o MDC e o MMC em aplicações do dia a dia, sendo de forma pessoal quanto profissional. Este estudo busca identificar como esses conceitos são utilizados no ramo têxtil, especialmente na confecção de peças de vestuário.

### APLICAÇÃO DO MMC NA INDÚSTRIA TEXTIL

Neste contexto, faz-se uma visita ao setor de corte da empresa Ravache Indústria e Comércio de Confecções LTDA, relacionada ao ramo têxtil localizada na cidade de Blumenau, em Santa Catarina, cidade que possui muitas empresas deste ramo. O objetivo principal é analisar na prática como são utilizados os métodos do MMC no processo de cálculo da quantidade de malha versus a quantidade de produto a ser confeccionado.

Segundo Abreu e Menezes (2021), o processo de desenvolvimento dos produtos de vestuário é dividido em duas etapas sendo o projeto, no qual são realizadas diversas etapas criativas que resultam na geração das alternativas, e a produção, que consiste em operações que materializam as melhores soluções, utilizando do MMC para o melhor aproveitamento da matéria prima. Primeiramente ressaltamos que a empresa trabalha com grandes marcas de roupas esportivas visando o conforto e a qualidade dos praticantes das mais variadas modalidades.

A cadeia produtiva têxtil mundial tem passado por importantes transformações no período recente, que vão além da adoção de inovações tecnológicas e organizacionais no ambiente da produção, mas são observadas, também, em sua forma de organização e na governança entre os componentes da cadeia (Dias, 2014, p. 157).

A visita à empresa foi conduzida pelo senhor Charles Krug, responsável por toda a produção da organização nas diversas fases do produto, desde a compra da malha até a entrega do produto pronto.

Desta forma inicia-se a visita questionando como o MMC ajuda nas fases da produção têxtil. O responsável destaca então que ele auxilia nos cálculos da quantidade de malha necessária para a produção do pedido do cliente. Ressalta-se que aqui é apresentado o setor do corte da empresa, onde pode-se observar que a malha para a confecção é recebida em rolos, no entanto, esses rolos não possuem a mesma medida. A Figura 5 mostra a forma como a malha chega ao cliente.



Figura 5. Rolos / Fonte: os autores.

Por conseguinte, o senhor Charles explica que a malha é comprada por peso, ou seja, cada rolo possui uma quantidade diferente da matéria-prima, sendo que quando há o corte, é necessário que a unidade de medida seja em centímetro questiona-se então como é possível transformar quilos em centímetros.

Em resposta ao questionamento chega-se à parte da empresa onde as peças são efetivamente cortadas. Aqui pode-se observar que cada camiseta tem medidas diferentes e que se segue uma grade, ou seja, talha-se diversos tamanhos como P, M, G e GG. Sendo que o cálculo da quantidade de malha necessária é feito pela gramatura, ou seja, a medida da grossura e da densidade em gramas relacionando o metro quadrado ( $\text{g}/\text{cm}^2$ ). A Figura 6 visa identificar a forma e a grade como as peças são talhadas, identificando peso e grade.



Figura 6. Fase de corte / Fonte: os autores.

Desta forma, o responsável explica que, para talhar um pedido, é necessário saber a gramatura do rolo de malha e a gramatura da peça a ser produzida. Por exemplo, se tivermos uma solicitação do cliente onde uma peça precise estar com  $2\text{g}/\text{cm}^2$ , é necessário que a malha esteja na mesma gramatura. Esta passa por diversos processos antes de chegar para o corte, como tecelagem, lavanderia, tinturaria e outros o que acaba por oscilar muito a gramatura de rolo para rolo. Sendo assim, é necessário que se calcule a quantidade de peças por rolo, ressaltando que ainda existe a perda ao qual o ramo chama de quebra.

No entanto, o foco da pesquisa é aplicar o MMC para o cálculo da malha versus a produção. Neste caso, os rolos normalmente vêm com gramaturas variadas onde um rolo possui  $2\text{g}/\text{cm}^2$ , um segundo rolo possui  $3\text{g}/\text{cm}^2$  e um terceiro rolo possui  $4\text{g}/\text{cm}^2$ . Aqui, aplica-se o MMC para que assim possa-se chegar a uma média da gramatura dos rolos e da quantidade de peças que podem ser produzidas com essas gramaturas.

Ainda durante a visita, o responsável explana que esse cálculo também pode ser feito usando a metragem do rolo, como por exemplo um rolo com  $2\text{g}/\text{cm}^2$  possui 180 metros de malhas, um outro rolo possui  $3\text{g}/\text{cm}^2$ , ou seja, 160 metros da mesma e por fim um terceiro rolo que será utilizado para a produção tem como gramatura  $4\text{g}/\text{cm}^2$ , logo, serão então 150 metros. Aplica-se então o MMC nas medidas totais dos rolos, sabendo a média de malha em estoque e a quantidade a ser usada é possível calcular a quantidade de camisas a serem cortadas com aquele lote de malha.

Por fim, o responsável apresenta uma planilha onde esses cálculos são feitos, utilizando-se da tecnologia para auxiliar no melhor aproveitamento da matéria-prima e na redução dos desperdícios. A Figura 7 mostra o minimapa de risco, identificando a forma como os cálculos são feitos.

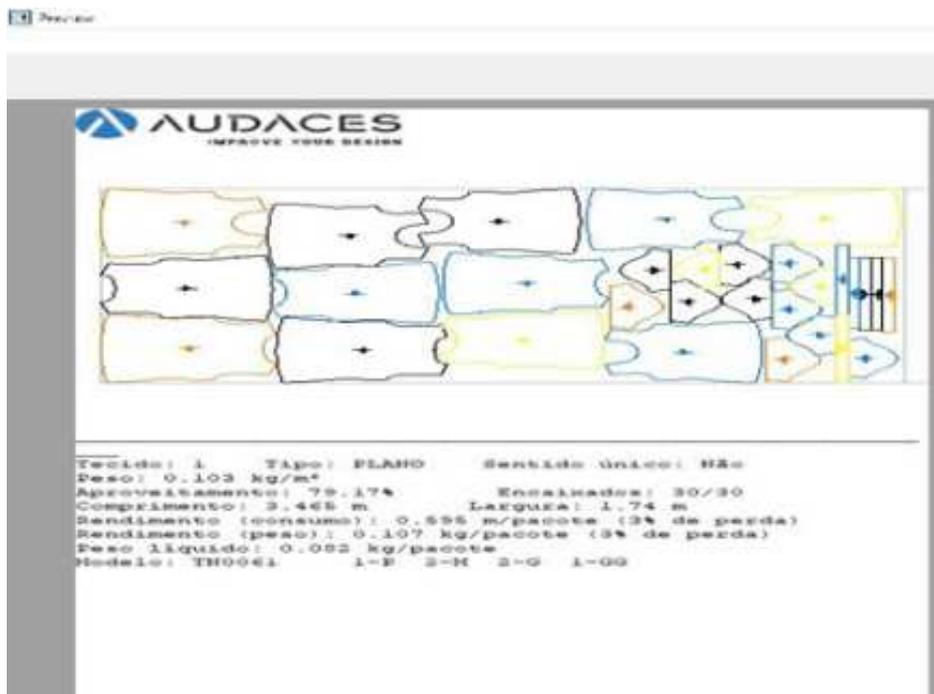


Figura 7. Identificação de corte / Fonte: os autores.

Deste modo, pode-se observar que a matemática possui diversas ferramentas para auxiliar no desenvolvimento das mais variadas atividades, sejam elas no cotidiano pessoal ou profissional do indivíduo, proporcionando agilidade e eficiência nos mais diversos ramos.

## A ETNOMATEMÁTICA COMO FERRAMENTA NO ENSINO DA MATEMÁTICA

A Etnomatemática trata-se de uma metodologia de ensino desenvolvida na década de 70 por D'Ambrósio, a mesma refere-se a um conjunto de técnicas que possuem como premissa explicar e entender situações matemáticas de forma prática buscando abranger o ambiente natural e sociocultural onde o indivíduo está inserido. Destaca-se ainda que a etnomatemática visa desenvolver diferentes culturas e modos de aprendizagem de diversos grupos culturais.

A etnomatemática é uma ação investigativa metodológica, que busca vivenciar os saberes de um grupo social na realidade em que está inserido, visando a compreensão de sua prática do campo, que muitas vezes, ocorrendo situações adversas não encontram soluções possíveis. (Barreto; Vaz; Lima, 2021, p. 2).

Neste contexto, cabe destacar que a matemática está presente em todos os ambientes e situações da humanidade, seja no desenvolvimento de uma pesquisa, na construção ou reforma de um imóvel, na circulação monetária, na fabricação de roupas ou em qualquer outra situação cotidiana. “A matemática está presente no cotidiano das pessoas, seja em maior ou menor grau. Nas diversas culturas, manifesta-se de acordo com as características próprias de cada uma” (Barreto; Vaz; Lima, 2021, p. 2).

Ademais, salienta-se que a etnomatemática é uma ferramenta que possibilita o desenvolvimento de diferentes metodologias de ensino e aprendizagem dentro do contexto educacional. Segundo Barreto; Vaz; Lima (2021), a etnomatemática é uma ferramenta metodológica, que pode ser tomada como uma ação pedagógica, capaz de instigar no estudante o desejo de aprender, de pesquisar, e ainda, de praticar a sua cidadania, observando o contexto matemático em diferentes ambientes.

O desenvolvimento do ensino da matemática dentro do contexto escolar é por vezes assustador para o aluno, deste modo a etnomatemática visa quebrar alguns pensamentos incoerentes trazendo novas formas de visualizar as situações cotidianas no que se refere ao estudo da matemática. Ela visa levar para a sala de situações em que o indivíduo se encontre em uma situação rotineira, buscando mostrar a importância da matemática no contexto natural da sociedade.

A essência da etnomatemática reside na crença de que a Matemática está presente em todas as culturas, surgindo das habilidades de solução de problemas necessárias para a sobrevivência de cada grupo social. Além da Matemática ensinada nas escolas, existem estratégias utilizadas por diferentes pessoas em diferentes regiões, muitas vezes mais eficientes do que as tradicionais, mas que são frequentemente esquecidas por não fazerem parte do currículo acadêmico. A interdisciplinaridade é essencial na abordagem da etnomatemática, valorizando as diversas culturas através de jogos educativos, por exemplo, que trazem para a sala de aula sistemas de ensino baseados nessas premissas. (Brasil *et al.*, 2024, p. 4).

Para tanto, Barton (1998) *apud* Brasil *et al.* (2024) salienta que a Matemática não é apenas uma construção teórica dentro do contexto escolar, a mesma está intrinsecamente ligada à prática

social, refletindo as ações humanas na sociedade. Em resumo, a etnomatemática é um campo fascinante que explora as formas matemáticas emergentes das diferentes culturas, reconhecendo e valorizando o conhecimento matemático prático vivenciado fora das escolas, buscando uma nova ferramenta de aprendizagem, saindo o método maçante. É uma abordagem que busca compreender a Matemática além de suas formalidades, reconhecendo a importância da linguagem e das práticas matemáticas desenvolvidas pelas diversas comunidades ao longo do tempo, levando assim conhecimento prático para dentro da sala de aula.

## METODOLOGIA

Este trabalho surgiu a partir do tema central da disciplina, que aborda a aplicação do MDC (Máximo Divisor Comum) e do MMC (Mínimo Múltiplo Comum) na indústria têxtil. O estudo incluiu a conceituação dos métodos, a evidência dos principais pontos relacionados ao tema, bem como suas subdivisões e principais aplicações. Com a apresentação dos temas e a escolha de grupos, foi trabalhado com o foco bibliográfico no que se refere ao estudo dos conceitos e da história do MDC e MMC, além das características da contagem na antiguidade e seu desenvolvimento ao longo dos anos. Diversas fontes bibliográficas foram consultadas, incluindo as contribuições de Saadi (2017); Santos e Pitzer (2020) com o objetivo de enriquecer a teoria aplicar o conhecimento adquirido na prática.

Com isso, podemos avaliar que o aprendizado nunca é excessivo quando se trata do desenvolvimento do conhecimento matemático. Assim se identifica a importância da compreensão do MMC e MDC como forma de aplicação, não só no ramo têxtil, mas também para outros campos que requerem contagem e cálculos.

Para investigar a aplicabilidade prática desses conceitos, foram organizadas atividades relacionadas à temática, com ênfase na importância

do MMC e do MDC no cotidiano. A teoria foi associada à prática por meio de uma visita técnica ao setor de corte de uma empresa têxtil de Santa Catarina, integrando o estudo à etnomatemática. A visita permitiu observar diretamente como os cálculos são realizados, considerando a gramatura dos rolos de malha e os cortes necessários para otimizar o uso da matéria-prima.

Este estudo ampliou nossos conhecimentos e demonstrou a importância do MMC e do MDC em diversos setores, desde cálculos simples até os mais complexos, como evidenciado pelo exemplo da empresa têxtil. O paper visa destacar a relevância desses conceitos matemáticos na prática e seu impacto na eficiência e na gestão de recursos.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

As pesquisas realizadas evidenciam a importância fundamental do MMC (Mínimo Múltiplo Comum) e do MDC (Máximo Divisor Comum) no desenvolvimento de diversas atividades profissionais e na vida cotidiana. Este estudo destaca a relevância desses conceitos matemáticos, não apenas em termos de composição teórica, mas também em sua aplicação prática, incluindo o contexto educacional e social.

Pode-se também evidenciar que os mesmos têm a premissa de ajudar em cálculos que precisam ser desenvolvidos para chegar à igualdade e ao equilíbrio.

O estudo também abordou a longa história da matemática, que remonta aos primórdios da humanidade, citando matemáticos notáveis como Platão, Tales de Mileto e Pitágoras, cujas contribuições foram essenciais para o avanço dessa ciência. Entre os muitos desenvolvimentos matemáticos, o Máximo Divisor Comum e o Mínimo Múltiplo Comum são notáveis, tendo sido utilizados na antiguidade para a divisão proporcional de terras.

Pode-se então destacar que o MMC refere ao menor número ao qual aplica-se a multiplicação relacionando dois números, sendo ainda que o

MDC tem a premissa de identificar o maior número que pode ser divisor de dois números quaisquer. Esta pesquisa buscou demonstrar como esses conceitos são utilizados no cotidiano profissional, especialmente na indústria têxtil, para resolver problemas relacionados à produção.

Cabe também salientar que a globalização trouxe tecnologias essenciais para o desenvolvimento das empresas e também das pessoas, dentre estas as planilhas matemáticas, os sites e softwares que proporcionam cálculos precisos, eficientes e confiáveis. Sendo que com o MMC no ramo têxtil não foi diferente, porém a pesquisa traz a possibilidade de analisar a estruturação do ramo no que tange a produção e o auxílio matemático.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

Conclui-se que a matemática possui uma vasta história, história esta que proporciona aos estudiosos da atualidade cálculo imprescindíveis para os mais diversos ramos profissionais e pessoais da humanidade. O MMC e MDC também possuem uma longa trajetória. Sendo que desde os primórdios os primitivos utilizavam-se desses conceitos para calcular distâncias, quantidades, recursos para a produção e até mesmo na divisão de terras.

Tendo em vista que, o mesmo pode ser utilizado nos mais diversos âmbitos observa-se a sua relevante importância no processo de desenvolvimento da produção no ramo têxtil. Assim também, como em outros segmentos da indústria. Além disso, essas teorias são evidentes no cotidiano das pessoas e têm importância no estudo da etnomatemática.

Por fim, é importante ressaltar que, na prática, o MMC e o MDC muitas vezes passam por aqueles que não estão familiarizados com conceitos matemáticos. Apesar de sua presença em diversas atividades diárias e rotineiras, há uma percepção errônea de que esses conceitos são exclusivamente acadêmicos e desprovidos de aplicação prática. Contudo, é possível observar sua relevância em muitas tarefas cotidianas.

# REFERÊNCIAS

---

ABREU, A. C. de; MENEZES, M. dos S. A postura industrial como recurso criativo no projeto de Desing de superfícies do vestuário. **Revista Moda Palavra**, Florianópolis, v. 5, n. 35, p. 216-265, jan/mar. 2022. Disponível em: <https://www.revistas.udesc.br/index.php/modapalavra/com.br>. Acesso em: 10 abr. 2023.

ANDRINI, Á. **Praticando a Matemática**. São Paulo: Editora do Brasil S/A, 1989.

BARRETO, K. F. S.; VAZ, M. A. B.; LIMA, R. A. Etnomatemática: Os saberes dos discentes rurais na perspectiva do desenvolvimento escolar matemático. **Revista UFAC**, Rio Branco, v. 8, n. 2, p. 1-12, jan. /abr. 2021. Disponível em: <https://periodicos.ufac.br/index.php/SAJEBTT/article/view/3409/3102>. Acesso em: 24 jun. 2024.

BRASIL, M. M. Desafios e abordagens da etnomatemática na educação. **Revista Cuadernos de Educación y Desarrollo**, Rio Branco, v. 16, n. 4, p. 1-13, jan. /abr. 2024. Disponível em: <https://ojs.europubpublications.com/ojs/index.php/ced/article/view/4080/3198>. Acesso em: 25 jun. 2024.

DIAS, M. de C. A cadeia produtiva têxtil mundial: Uma abordagem a partir do conceito de cadeias produtivas globais. **Revista Gestão e Conexão**, Vitória, v.3, n. 2, p. 155-265, jul./dez. 2014. Disponível em: <https://www.A+CADEIA+PRODUTIVA+TÊXTIL+MUNDIAL.pdf.com.br>. Acesso em: 10 abr. 2023.

FREITAS, A. N.; FREITAS, G. N. **Uma abordagem do MDC E MMC dos inteiros**. 2017. 33 f. Monografia (Licenciatura em matemática) – Universidade Federal do Amapá, Macapá, 2017. Disponível em: <https://www2.unifap.br/matematica/files/2017/07/tcc-2017-Adriana-Natividade-Freitas-e-Gisele-Natividade-Freitas.pdf>. Acesso em: 21 fev. 2023.

SAADI, A. da S.; SILVA, F. M. da. **Apostila de pré-cálculo**: Parte 1. Rio Grande do Sul: Editora da FURG, 2017.

SANTOS, L. G. dos; PITZE, L. C. **Aritmética e teoria dos números**. Indaial: Uniasselvi, 2020.



SUSIMARA GOMES DE OLIVEIRA<sup>1</sup>  
REGIANE DRABESKI<sup>2</sup>

# Uso do Aplicativo Windy.com Como Ferramenta de Ensino Aprendizagem nas Aulas de Física: Investigando a Dinâmica dos Ventos

*Using the windy.com application as a teaching and learning tool in physics  
classes: investigating the dynamics of winds*

ARTIGO 16

201-214

---

<sup>1</sup> Acadêmico do Curso de Licenciatura em Física; E-mail: 1149968@uniasselvi.com.br

<sup>2</sup> Tutor Externo do Curso de Licenciatura em Física – Polo São Bento do Sul; 100181956@tutor.uniasselvi.com.br.

**Resumo:** O presente artigo tem como objetivo propor a utilização do aplicativo ou do site Windy, para o estudo dos ciclones e outros fenômenos meteorológicos que fazem parte da realidade do aluno. A metodologia utilizada para compor a base teórica deste estudo se baseia na pesquisa Bibliográfica/experimental.com base em artigos, dissertações e teses. Compreende que os recursos tecnológicos podem contribuir na aprendizagem, e nesse sentido, o aplicativo proporciona a visualização da dinâmica atmosférica em tempo real e com uma pequena margem de erro nas previsões. O foco foi a compreensão dos ciclones subtropicais, sistemas característicos do sul do Oceano Atlântico, presentes em praticamente todo o ano e com características bem peculiares, como o núcleo frio. Por meio desta estratégia, observa-se que os estudantes podem observar o comportamento das linhas isóbaras nos centros de alta e baixa pressão, as nuvens, células de tempestade, as variáveis temperatura, pressão, umidade e precipitação pluviométrica.

**Palavras-chave:** Windy. Ciclone. Alunos.

**Abstract:** The article proposes the use of the windy application or website, with the purpose of addressing the meteorological specifications of the student's reality. Technological resources contribute to learning. The application provides visualization of atmospheric dynamics in real time and with small margin of error in forecasts. The focus of study is subtropical cyclones, systems characteristic of the southern Atlantic Ocean, present practically all year round and with very peculiar characteristics, like the cold core. Students can observe the behavior of isobar lines at high and low pressure centers, the clouds, supercell, the temperature variables, pressure, humidity and rainfall.

**Keywords:** Windy. Cyclone. Students.

## INTRODUÇÃO

**T**em-se exigido do professor a inserção de temas atuais na sala de aula que acompanhem as transformações sociais e tecnológicas. Atualmente, existem diversos aplicativos que podem ser utilizados para facilitar a compreensão dos alunos sobre determinados fenômenos físicos.

O aplicativo Windy é uma opção que os professores de Física e Geografia podem utilizar para a abordagem da Meteorologia e Climatologia. Com relação a aplicação na Física, o professor pode utilizá-lo para explicar a dinâmica dos ventos, como se formam centros de alta e baixa pressão e os ciclones extratropicais tão presentes no extremo sul do país.

O ciclone que se formou no litoral entre Santa Catarina e Rio Grande do Sul no período de 24 de março de 2004 a 28 de março de 2004, e evoluiu para um furacão de categoria 3 na escala Saffir Simpson (que mede a intensidade dos furacões) causando 11 mortes e inúmeros prejuízos, possuía um núcleo frio com características bem peculiares o que intrigou os meteorologistas da época. Foi o primeiro furacão formado no sul do Atlântico e abriu a temporada dos ciclones extratropicais desde então.

Desde de 2004, no litoral sul e sudeste do país esses fenômenos são bastante comuns. Os catarinenses estão habituados com a presença dos ciclones na costa litorânea e afetam o clima de todo o estado. O ciclone bomba que atingiu o sul do país em 30 de junho e 01 de julho de 2020, também é um exemplo de atuação de tempo severo.

São fenômenos físicos e meteorológicos que hoje fazem parte da realidade do aluno, com suas causas e consequências. Uma forma de despertar o interesse dos alunos pela Física é aproximando a ciência da realidade vivenciada por eles. Este artigo apresenta uma proposta de aproximação da realidade através da utilização do aplicativo Windy como ferramenta educativa que possibilita uma melhor compreensão da dinâmica dos ciclones atmosféricos.

Para Vidal, Cintra e Tavares (2019), a Meteorologia é uma ciência que se caracteriza como interdisciplinar, podendo contribuir para que o aluno compreenda o objeto de estudo de forma global. Possibilitando que o conhecimento dos alunos possa ser ampliado, enriquecido e aprofundado.

Nesse sentido, o aplicativo meteorológico Windy (também conhecido como Windyty), também com a versão para computadores <windy.com>, é uma ferramenta para visualização de previsão do tempo e outras variáveis que influenciam o clima. Possui uma margem pequena de erro e contém os modelos meteorológicos: europeu (ECMWF Advancing global NWP through international), estadunidense (GFS Forecast of Vertical Velocity and Precipitation) e modelo alemão (ICON) que também é o modelo utilizado pela Marinha do Brasil.

Este estudo está organizado de forma a abordar inicialmente o contexto da utilização de tecnologias na educação, a apresentação teórica acerca da dinâmica atmosférica e da composição dos ciclones e anticiclones, a descrição de uma proposta metodológica para uso do aplicativo Windy em aulas de Física no Ensino Médio, seguidas da discussão dos resultados e considerações finais.

## FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA: A TECNOLOGIA NA EDUCAÇÃO

O modelo de emprego da tecnologia na educação foi chamado por Seymour Papert de construcionismo, conforme Soffner (2013). A possibilidade de permitir às pessoas uma nova forma de obter conhecimento, através da construção de artefatos, foi citada por Papert (1980) como sendo propulsora em sua própria formação. As ideias construtivistas (a partir do trabalho de Piaget, seu mentor nos anos em que com ele trabalhou na Suíça) tem princípio na sua infância, quando componentes mecânicos e engrenagens influenciaram seu interesse na construção de artefatos.

Silva *et al.* (2017 *apud* Richit, 2004) afirmam de forma enfática que as contribuições de aprendizado e desenvolvimento de Vygotsky nos propõem que os processos que levam ao aprendizado e ao desenvolvimento devem ser readequados às novas condições do contexto social que estão inseridos. Em um determinado momento o mecanismo fundamental propulsor do desenvolvimento social, intelectual e cultural da sociedade era a linguagem e a escrita, atualmente os sistemas simbólicos digitais oportunizam um novo marco histórico composto pela transformação e potencialização dos processos de transmissão de informação e construção do conhecimento.

De acordo com Soffner (2005, p. 4), a tecnologia atual é:

A tecnologia moderna é fruto da realização do sonho de indivíduos que incluíram em seu projeto de vida a tarefa de construir ferramentas que tornassem mais fácil a concretização de atos cotidianos. São engenheiros, matemáticos, cientistas e ativistas que pensaram a tecnologia como meio de potencialização individual e coletiva. Imaginaram o benefício social, e não o impacto comercial, visível em nossos dias. No caso particular da tecnologia aliada à educação, viam uma via importante de desenvolvimento de potenciais que poderia ajudar na transformação de crianças e jovens em pessoas autônomas, cidadãos responsáveis, profissionais competentes e aprendentes permanentes.

Para Soffner (2013), a investigação da mediação e do suporte às práticas educativas que as novas tecnologias de informação e comunicação na atualidade pode intervir nos programas de inclusão sociocomunitária de forma positiva, servindo de base pedagógica e instrumento de construção do conhecimento de um ponto de vista socioconstrutivista, permitindo aos estudantes a realização de potencial humano e desenvolvimento de novas competências.

Para Harel e Papert (1991 *apud* Soffner, 2013), os computadores podem gerar várias formas de representação, diferentemente dos artefatos materiais e analógicos. O seu fundamento é absoluto, inclusive seu atributo de simulação. Seu modelo epistemológico compartilha a noção da aprendizagem como fundamento das estruturas de conhecimento, independentemente das circunstâncias deste aprendizado. E acrescenta a ideia de que o aprendente está inserido num contexto de engajamento consciente na construção de uma entidade pública, seja está um castelo de areia na praia ou uma teoria do universo.

Para Silva *et al.* (2017), as tecnologias contribuem para o conhecimento, pois embora sejam “produtos humanos” o ser humano é impregnado de tecnologia e quanto a comunicação as interações são evidentes; relacionando à teoria de Vygotsky observa-se que das interações emergem signos e símbolos que estão associados ao desenvolvimento do indivíduo.

De acordo com Silva *et al.* (2017), as tecnologias informáticas já estão inseridas na realidade do aluno há algum tempo quando muitas escolas aderiram às aulas de informática e o uso do computador em outras disciplinas. Hoje existem inúmeras formas de tecnologias que podem ser utilizadas, como os aparelhos celulares, tablets, dentre outros. Mas, ao mesmo tempo que a tecnologia é uma importante ferramenta que poderá agregar valor ao ensino, também poderá desviar o foco de atenção dos alunos que poderão utilizá-las como meio de refúgio na aula quando não utilizadas pelo professor. Desta forma, o professor deve usar meios que sejam do conhecimento do aluno, com objetivo de atingir sua atenção.

Nesse sentido de acordo com os autores, para que a modelagem seja descentralizada é necessário adotar certos aspectos: encorajar a construção de modelos (e não apenas a manipulação dos modelos já existentes); repensar o que foi aprendido (e não apenas como é aprendido); estudar as possibilidades de conexão pessoal entre assuntos (e não apenas as abstrações matemáticas); e, finalmente,

focar na estimulação, e não apenas na simulação. Neste tipo de projeto: o desenvolver não controla o todo, somente a ação das partes. Este é um novo tipo de projeto: o designer controla as ações das partes, e não mais do todo. Os padrões resultantes não podem ser previstos ou projetados, já que são resultantes de um processo de emergência de comportamentos individuais.

## DINÂMICA ATMOSFÉRICA E CICLONES

De acordo com Grimm (1999), os ventos horizontais relacionam-se com o movimento vertical. O movimento vertical é pequeno considerando o movimento horizontal do vento, porém é de grande importância para o tempo. Ar ascendente está associado com nebulosidade e precipitação, enquanto subsidência está associada a aquecimento adiabático e condições de tempo limpo. Analisando a situação em torno de um centro de baixa pressão na superfície (ciclone), com o ar em espiral para dentro. O transporte de ar para o centro causa uma diminuição da área ocupada pela massa de ar, um processo chamado convergência horizontal. Este processo gera uma coluna de ar mais “alta” e mais pesada. A baixa de superfície existe apenas enquanto a coluna de ar acima permanece leve. Desta forma, um ciclone pode dissipar-se rapidamente.

Para que uma baixa superficial exista por um tempo razoável de acordo com Grimm (1999), deve haver compensação em alguma camada acima. A convergência na superfície poderia ser mantida, por exemplo, se uma divergência em nível superior ocorresse na mesma proporção (Fig.1). A convergência em superfície sobre um ciclone causa um movimento resultante para cima.

A velocidade deste movimento vertical é pequena, geralmente menor que 1 km/dia. Ar ascendente sofre resfriamento adiabático e conseqüente aumento da umidade relativa. Nuvens e precipitação podem eventualmente desenvolver-se, de modo que ciclones são usualmen-

te relacionados a condições instáveis e tempo “ruim”. A divergência em nível superior pode ocasionalmente até mesmo exceder a convergência na superfície, o que resulta na intensificação do fluxo para o centro do ciclone na superfície e na intensificação do movimento vertical. Assim, a divergência em nível superior pode intensificar estes centros de tempestade, assim como mantê-los. Por outro lado, divergência inadequada em nível superior permite que o fluxo na superfície “preencha” e enfraqueça o ciclone na superfície. Pode ocorrer também que é a divergência em nível superior que primeiro cria a baixa na superfície ao iniciar fluxo ascendente na camada imediatamente abaixo e eventualmente abrindo caminho até a superfície, onde o fluxo para dentro é então estimulado (Grimm, 1999-2013, notas de aula on-line).

Para Silva (2020), um ciclone tropical poderá formar-se em condições ambientais bem específicas. Diversos processos físicos ocorrem simultaneamente e geram energias astronômicas na atmosfera. A primeira condição é que a temperatura da superfície do mar seja maior que 26°C (TSM > 26°C). O acúmulo de energia na superfície do mar é transferido para a atmosfera através do calor sensível e do calor latente através do processo de evaporação da água do mar. A Terra recebe energia do Sol e se considerarmos o limite mais externo da atmosfera em que a incidência é perpendicular, temos uma taxa de 2,0 cal/ cm<sup>2</sup> min<sup>-1</sup>.

Conforme Grimm (1999), ciclones e anticiclones são mantidos a partir do nível superior. O fluxo de massa para fora na superfície é acompanhado por convergência em nível superior e subsidência geral na coluna (Fig. 2). O ar descendente é comprimido e aquecido, a formação de instabilidade é improvável no anticiclone, por esta razão são associados com tempo “bom”. No anticiclone o gradiente de pressão é geralmente fraco e os ventos são fracos.



Figura 1. Esquema das correntes de ar associadas a um ciclone / Fonte: Grimm (1999).

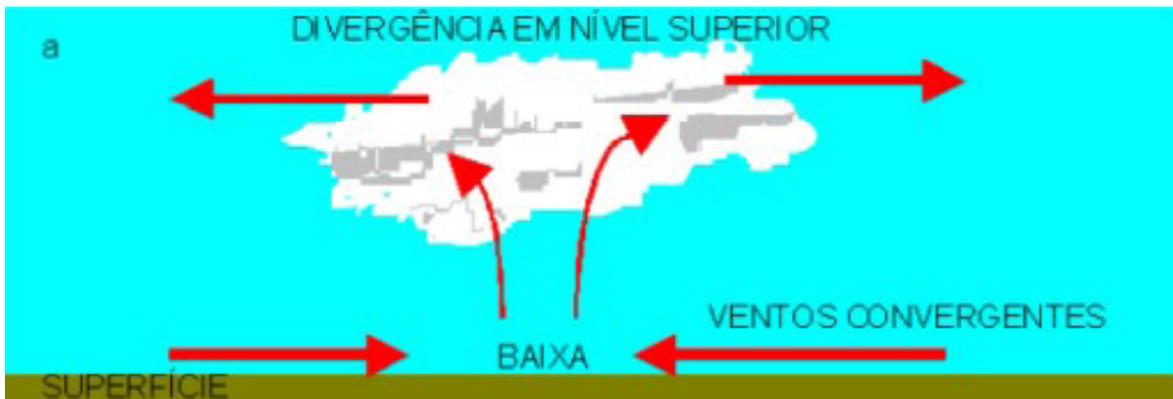


Figura 2. Esquema das correntes de ar associadas a um anticiclone / Fonte: Grimm (1999).

De acordo com Grimm (1999), algumas condições resultam na convergência ou divergência horizontal. O atrito sobre correntes de ar curvas é um fator determinante para que o vento cruze as isóbaras para a área de pressão mais baixa. O atrito provoca convergência quando a corrente de ar é retilínea.

Conforme Reboita e Marrafon (2021), um ciclone extratropical é resultado de processos que buscam o equilíbrio térmico da atmosfera. Esses sistemas afetam o tempo das regiões onde atuam através da presença de nebulosidade, chuva, redução da temperatura do ar e ventos fortes. A Figura 3 não mostra os ventos associados ao ciclone extratropical, entretanto, como as isóbaras são apresentadas, é fácil inferir como é a circulação atmosférica, pois, em geral, a circulação acompanha o padrão das isóbaras. Assim, diz-se que um ciclone extratropical no hemisfério sul tem giro horário, ou seja, o escoamento atmosférico acompanha o sentido dos ponteiros do relógio.

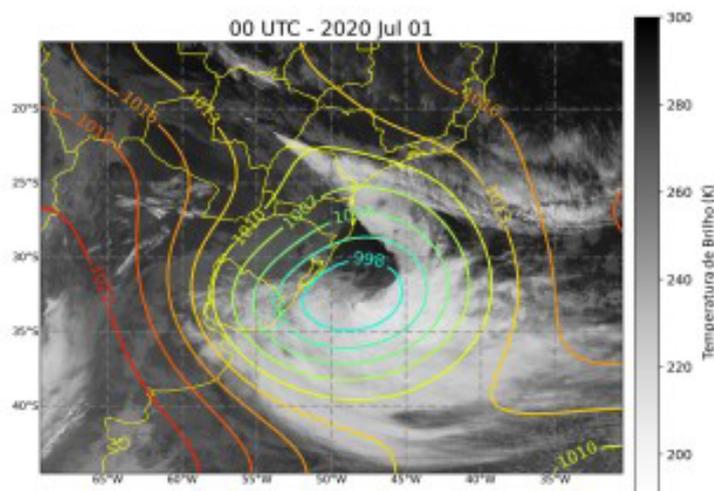


Figura 3. Exemplo de um ciclone extratropical na costa sul do Brasil no dia 1º de julho de 2020. As linhas coloridas são as isóbaras (hPa) e os tons de cinza corresponde à temperatura de brilho (K), que quanto mais branca, indica maior nebulosidade / Fonte: Reboita e Marrafon (2021).

De acordo com Silva (2020), o efeito Coriolis surge quando em um sistema em rotação, um corpo move-se em relação a esse sistema. O efeito descrito por Coriolis é uma consequência do movimento de um corpo em um sistema de coordenadas não inercial, ou seja, um sistema de coordenadas fixo sobre uma superfície que está em rotação no mesmo instante que ela. A força de Coriolis é então descrita como:

$$\mathbf{F}_{cr} = 2\mathbf{m}(\mathbf{v}_r \times \boldsymbol{\omega}),$$

$\boldsymbol{\omega}$ : velocidade angular,

$m$ : massa do corpo,

$\mathbf{v}_r$ : velocidade em relação ao referencial não inercial.

Conforme Silva (2020), ao analisarmos a expressão da força Coriolis percebe-se que ela só poderia existir caso tenha uma velocidade angular. Ou seja, a força de Coriolis só aparecerá em corpos que estão em movimento em um sistema girante. A Terra tem seu movimento de rotação no sentido Oeste para Leste, então, objetos que são lançados em direção aos polos desviam-se para leste, objetos que se deslocam em direção a Linha do Equador desviam-se para oeste, objetos deslocando-se para oeste desviam-se para os polos e objetos deslocando-se para leste desviam-se para a Linha do Equador.

De acordo com Grimm (1999), quando o material muda seu estado físico (pressão, volume ou temperatura) sem receber ou liberar calor, a mudança é dita adiabática. Processos adiabáticos na atmosfera ocorrem nas correntes ascendentes e descendentes de ar. Ao considerar as correntes de ar como parcelas de ar, estariam termicamente isoladas do ambiente, de tal maneira que sua temperatura altera adiabaticamente quando sobem ou descem.

O principal responsável pela formação de nuvens na atmosfera pode ser considerado um exemplo de processo adiabático conforme Grimm

(1999). É o resfriamento por expansão, que ocorre quando a pressão sobre uma parcela de ar cai, como ocorre quando o ar sobe na atmosfera. Quando a parcela sobe e se expande ela “empurra” o ar em volta e com isto realiza trabalho (positivo). A energia para o trabalho de expansão é retirada da energia interna da parcela de ar, e, portanto, a temperatura cai quando o volume aumenta ( $d_a > 0$ ).

## METODOLOGIA

Para a produção deste artigo, utilizou-se uma pesquisa bibliográfica nos artigos registrados no google acadêmico e Portal de periódicos Capes e Biblioteca Nacional de Dissertações, com o uso das palavras-chave: “windy”, “ciclone” e “alunos”, identificou-se 1 tese, 1 dissertação e 6 artigos utilizados neste trabalho.

A pesquisa, do ponto de vista de sua natureza, é aplicada e direcionada as turmas do segundo ano do ensino médio. Do ponto de vista da abordagem, trata-se de uma pesquisa qualitativa.

Para Lösch, Rambo e Ferreira (2023, p. 4), na pesquisa qualitativa exploratória:

[...] o pesquisador pode utilizar diferentes tipos de instrumentos de coleta de dados para captar o fenômeno a ser investigado, e pode fazer uso de várias técnicas de análise de dados qualitativos que podem contribuir no rigor e na qualidade da investigação. Isso se justifica em razão de que, por apresentar um processo metodológico flexível que possibilita triangular os dados de diferentes formas, a análise qualitativa na pesquisa exploratória vem ganhando campo nas investigações.

Sobre a importância da pesquisa qualitativa na educação, Lösch, Rambo e Ferreira (2023, p. 4) enfatizam que:

No campo das Ciências Humanas e Sociais, em especial na área da Educação, acredita-se que esta investigação possa contribuir na formação e no desenvolvimento de pesquisadores. De igual modo, compreende-se que, ao se focar as perspectivas, experiências e interpretações dos indivíduos envolvidos, se estabelece uma compreensão mais rica e profunda dos fenômenos sociais e educacionais. Isso contribui para uma visão mais abrangente e contextualizada dos problemas e desafios sociais e educacionais. Da mesma forma, entende-se que esse tipo de estudo é um processo de investigação inicial que busca uma compreensão mais profunda e completa sobre um fenômeno específico na área da Educação, ou, ainda, que tem como escopo a realização de outra pesquisa a partir dos dados obtidos por meio da pesquisa exploratória.

Nesse sentido, a pesquisa de caráter qualitativo se mostra como fundamental no campo de estudos da educação, possibilitando uma abordagem abrangente e relacionada ao contexto em que se identificam os problemas e se buscam soluções.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

A partir da pesquisa desenvolvida, pode-se compreender o potencial didático da utilização de tecnologias na educação, bem como a possibilidade de desenvolver os conteúdos físicos tomando como base as relações com a realidade dos estudantes. Nesse sentido, foi elaborada uma proposta de atividade prática que pode ser realizada de forma interdisciplinar, juntamente com o professor de Geografia ou somente na disciplina de Física. O ideal é realizar esta atividade com os alunos do segundo ano do Ensino Médio, após concluir os

conteúdos de Física térmica (Termometria, Propagação de Calor, Termologia, Calor Sensível e Calor Latente, Dilatometria, Termodinâmica e Mudanças de Fase) que comumente são abordados nesta fase do ensino. Nesse sentido, conforme a BNCC (Brasil, 2018), a competência [EF07CI04] evidencia que o aluno precisa aprender a avaliar o papel do equilíbrio termodinâmico para a manutenção da vida na Terra, para o funcionamento de máquinas térmicas e em outras situações cotidianas, desde o ensino fundamental até o ensino médio.

Anteriormente a proposição da atividade com a turma, sugere-se que o professor verifique se todos os alunos possuem celular e se é possível de instalar o aplicativo *windy*. No caso de existir sala de informática na escola, pode-se realizar as atividades com o site *windy.com*. No dia da atividade iniciar com a aula explicando sobre os ciclones e as relações com a disciplina de Física através das variáveis (temperatura, pressão, umidade etc.) que contribuem para a formação dos ciclones. Inicialmente, o professor pode fazer uma breve revisão dos conteúdos do segundo ano que tem relação com a dinâmica atmosférica.

Usando o aplicativo ou o site, não é possível escolher uma data específica que tenha ocorrido um ciclone ou um furacão para observar. A faixa de previsão é de sete dias a partir da data selecionada. É interessante compartilhar a tela com todos os alunos, para que eles possam observar a aplicação dos recursos.

Na apresentação demonstrar todos os recursos do aplicativo que serão utilizados nas atividades, como as opções no menu, de visualização de vento, precipitação, temperatura, nuvens, umidade, pressão, entre outros. A opção de seleção de unidades do canto superior esquerdo da tela (Figura 4) no site *windy.com*, o seguidor de furacão e a possibilidade de criar animações.



Figura 4. Tela de seleção de unidades / Fonte: Windy.com (2024).

No aplicativo todas as funcionalidades do windy.com ficam à direita da tela.

A pressão atmosférica é uma variável muito importante na formação de ciclones. O professor pode iniciar explicando os centros de alta e baixa pressão e sua relação com o tempo. A língua do aplicativo é o inglês então os centros de alta pressão são representados por H (*high pressure center*) e os centros de baixa pressão por L (*low pressure center*).

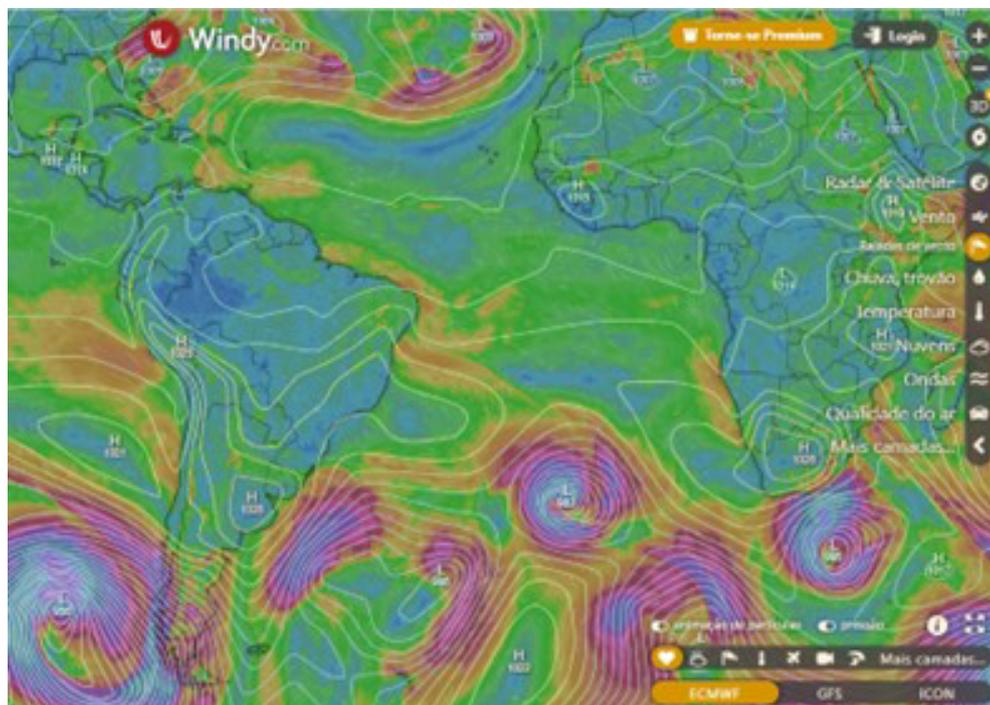


Figura 5. Pressão atmosférica / Fonte: Windy.com (2023).

O professor pode mostrar a formação das nuvens na baixa e alta atmosfera observados na Figura 6.



Figura 6. Nuvens / Fonte: Windy.com (2023).

Já a Figura 7 representa a visualização da precipitação atmosférica. Ao clicar com o mouse sobre o centro de baixa pressão aparece o nível de precipitação de 0.3 mm. O professor pode relacionar o centro de baixa pressão com alta precipitação e o centro de alta pressão com tempo bom e falar sobre o comportamento das linhas isóbaras que apresentam a mesma pressão.

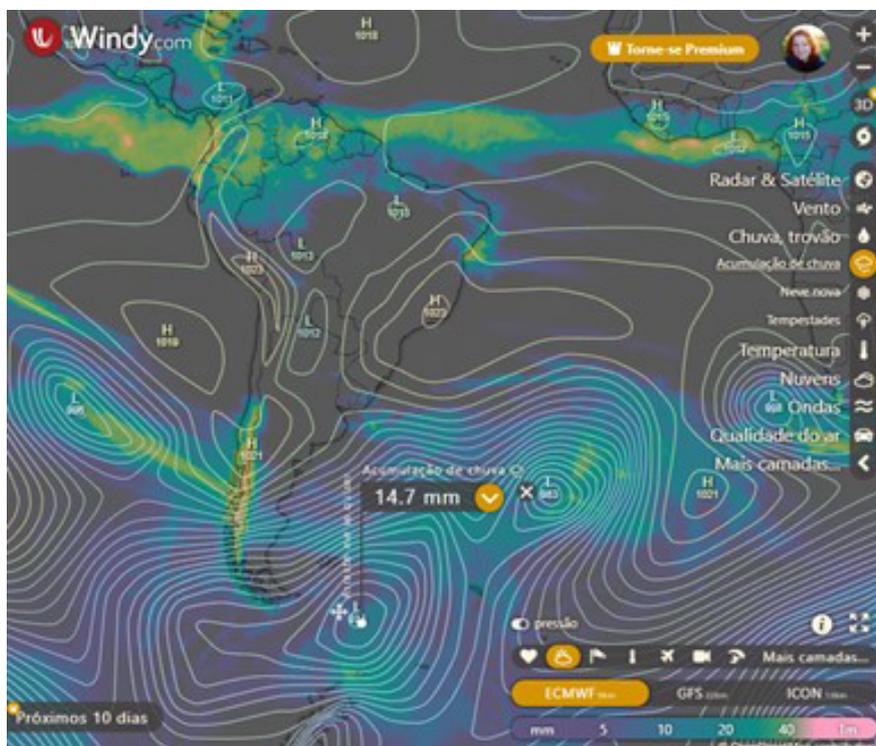


Figura 7: Precipitação atmosférica / Fonte: Windy.com (2023).

Na Figura 8, observamos a temperatura. Foi selecionado um ponto no centro do sistema de baixa pressão para aparecer a temperatura. Identificado o sistema de baixa pressão pode ser verificado como a temperatura varia do centro para as extremidades do sistema.



Figura 8. Temperatura / Fonte: Windy.com (2023).

Com relação ao vento, pode ser observado na Figura 9. É possível selecionar um ponto específico do mapa e clicando visualizar a velocidade do vento naquele determinado ponto. Pode ser feita uma análise do vento em centros de baixa e centros de alta pressão.

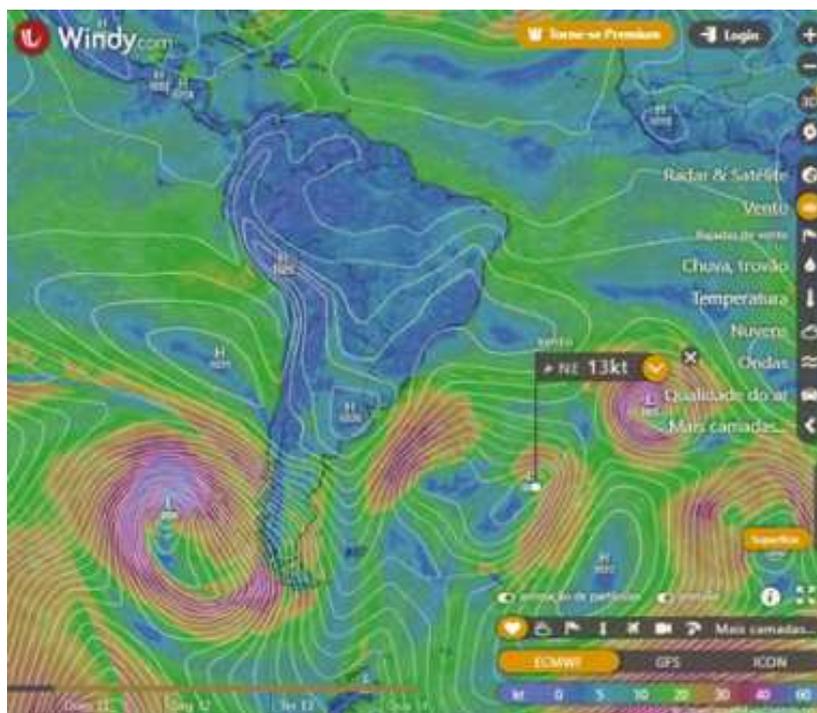


Figura 9. Vento / Fonte: Windy.com (2023).

A umidade de um ponto (Figura 10), pode ser obtida clicando sobre ele. Desta forma, o aluno pode ter uma noção da diferença de umidade nos centros de alta pressão (umidade baixa) para os centros de baixa pressão (umidade baixa).

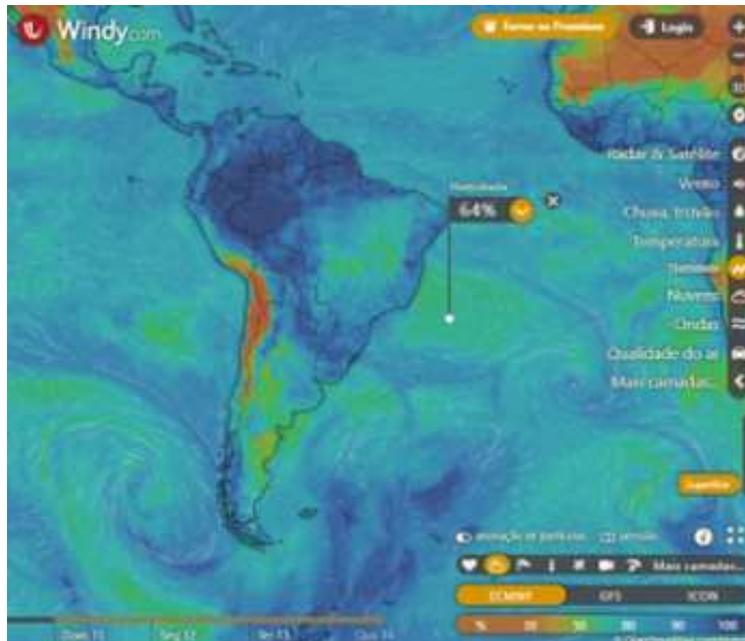


Figura 10. Umidade / Fonte: Windy.com (2023).

Esta funcionalidade possibilita ao aluno identificar células de tempestade em tempo real. Conforme a Figura 11 é possível observar regiões com possibilidade de formação de células convectivas. Pela resolução não é possível identificar formas mais complexas como a assinatura (indicativo) de um tornado.

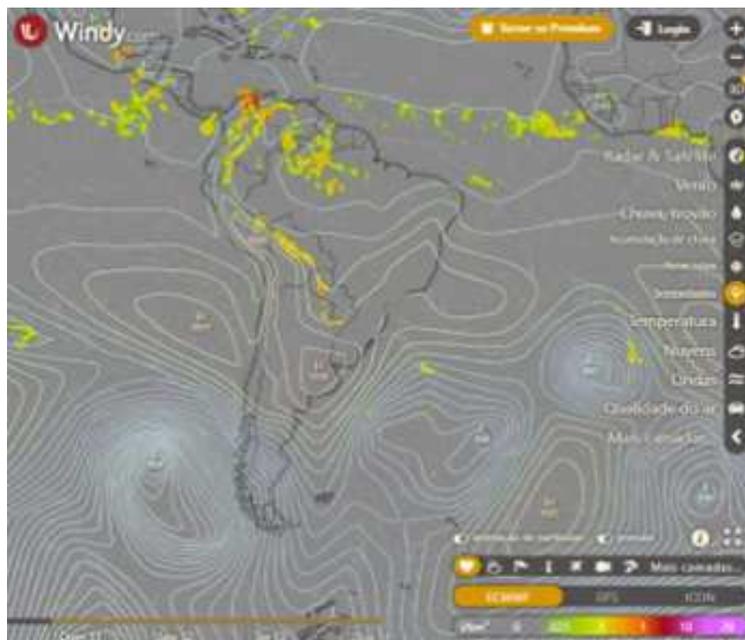


Figura 11. Tempestade / Fonte: Windy.com (2023).

A atividade proposta consiste em o aluno escolher um centro de baixa pressão e um centro de alta pressão no hemisfério sul. O centro de baixa pressão pode ou não ser um ciclone em formação. O aluno deverá:

- Relacionar todas as variáveis apresentadas que têm relação com o centro de baixa pressão e o centro de alta pressão;
- Justificar com a teoria todas as relações apresentadas;
- Analisar o comportamento das linhas isóbaras. O aluno deve selecionar no menu a opção vento e no canto inferior direito a pressão. Desta forma é mais fácil a visualização das linhas e o sentido;
- No centro de baixa pressão analisar as variáveis do centro e de um ponto mais afastado, porém ainda no raio de ação do ciclone;
- Marcar nas figuras o centro de alta e o centro de baixa com a respectiva nomenclatura.
- Elaborar e entregar um relatório com todas as etapas e com os prints das telas do aplicativo com a data de utilização. O relatório é a avaliação escrita da atividade.

Para finalizar a atividade e socializar os resultados, os alunos poderão apresentar os relatórios simulando o papel de meteorologistas ao transmitir a previsão do tempo num programa de televisão. Esta apresentação poderá contemplar uma segunda etapa de avaliação prática.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com base nos estudos desenvolvidos, percebe-se que o aplicativo Windy é uma excelente ferramenta que pode auxiliar o professor e os estudantes no processo de ensino aprendizagem. O aplicativo possibilita que os alunos observem em tempo real fenômenos físicos como ciclones, furacões, tufões e tempestades.

Como estamos no hemisfério sul, o foco da atividade foram sistemas formados neste hemisfério. Os centros de alta e de baixa pressão observados no aplicativo ou pelo site windy.com. Esta ferramenta abre inúmeras possibilidades de estudo de fenômenos físicos e meteorológicos. É uma excelente forma do professor tornar a Física prática e acessível seja pelo aplicativo ou pela tela do computador para os alunos.

As maiores limitações do Windy são o pequeno período de observação (7 dias), o fato de não poder selecionar uma data específica do passado que ocorreu determinado fenômeno para investigação e o número de recursos limitados da versão gratuita. Essas limitações não afetam diretamente o andamento das atividades propostas, mas restringem uma infinidade de outras possibilidades de estudo.

Para trabalhos futuros, a autora deste artigo pretende aplicar a atividade proposta durante o Estágio II do curso de Licenciatura em Física com alunos da segunda série do Ensino Médio. O objetivo seria levantar dados e depois avaliá-los com relação aos resultados no processo de ensino e aprendizagem.

# REFERÊNCIAS

---

- BRASIL. Ministério da Educação. **Base Nacional Comum Curricular**. Brasília, DF: MEC, 2018. Disponível em: <http://portal.mec.gov.br/conselho-nacional-de-educacao/base-nacional-comum-curricular-bncc>. Acesso em: 1 maio 2023.
- GRIMM, A. M. **Meteorologia Básica**: Notas de Aula Online. Pesquisa: Grupo de Pesquisas em Meteorologia. UFPR, Curitiba, 1999-2013. Disponível em: <http://fisica.ufpr.br/grimm/aposmeteo/index.html>. Acesso em: 1 maio 2023.
- LÖSCH, S.; RAMBO, C. A.; FERREIRA, J. de L. A pesquisa exploratória na abordagem qualitativa em educação. **Revista IberoAmericana de Estudos em Educação**, Araraquara, v. 18, n. 00, e023141, 2023. e-ISSN: 1982-5587. Disponível em: <https://doi.org/10.21723/riaee.v18i00.17958>. Acesso em: 9 jul. 2024.
- REBOITA, M. S; MARRAFON, V. H. Ciclones Extratropicais: o que são, climatologia e impactos no Brasil Extratropical. **Revista Terra e Didática**, v. 17, 13 p., 2021. Disponível em: <https://periodicos.sbu.unicamp.br/ojs/index.php/td/article/view/8666028>. Acesso em: 9 set. 2024.
- SILVA, W. T. **As Mudanças Climáticas Globais e os Ciclones Tropicais como uma Proposta de Ensino de Termodinâmica e Dinâmica dos Fluidos**. Dissertação (Mestrado em Ensino de Física) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2020. Disponível em: <https://repositorio.ufsc.br/handle/123456789/220425>. Acesso em: 9 set. 2024.
- SILVA, C. C. R.; PORTO, M. D.; MEDEIROS, W. A. A Teoria Vygotskyana e a Utilização das Novas Tecnologias no Ensino Aprendizagem: Uma Reflexão sobre o Uso do Celular. **Revista Online de Magistro de Filosofia**, ano 10, n. 21, jan./jul., 2017. Disponível em: <https://catolicadeanapolis.edu.br/revistamagistro/wp-content/uploads/2017/04/a-teoria-vygotskyana-e-a-utiliza%C3%A7%C3%A3o-das-novas-tecnologias-no-ensino-aprendizagem-uma-reflex%C3%A3o-sobre-o-uso-do-celular.pdf>. Acesso em: 9 set. 2024.
- SOFFNER, R. K. A tecnologia no suporte de ensino e aprendizagem de Matemática. **Cadernos da Fucamp**, v. 17, n. 30, p. 177-186, 2018. Disponível em: <https://catolicadeanapolis.edu.br/revistamagistro/wp-content/uploads/2017/04/a-teoria-vygotskyana-e-a-utiliza%C3%A7%C3%A3o-das-novas-tecnologias-no-ensino-aprendizagem-uma-reflex%C3%A3o-sobre-o-uso-do-celular.pdf>. Acesso em: 9 set. 2024.
- SOFFNER, R. K.; CHAVES, E. O. de C. Tecnologia e a educação como desenvolvimento humano. **ETD - Educação Temática Digital**, Campinas, SP, v. 6, n. 2, p. 77-84, 2008. Disponível em: <https://periodicos.sbu.unicamp.br/ojs/index.php/etd/article/view/775>. Acesso em: 28 ago. 2024.
- SOFFNER, R. K. Tecnologia e Educação: Um diálogo Freire – Papert. **Revista Tópicos Educacionais**, v. 19, n.1, p. 493-512. Disponível em: <https://periodicos.ufpe.br/revistas/topicoseducacionais/article/view/22353>. Acesso em: 9 set. 2024.
- VIDAL, L. A.; CINTRA, E. M. D.; TAVARES, A. S. A interdisciplinaridade do Ensino Médio através do ensino de Meteorologia. **Experiências em Ensino de Ciências**, v. 14, n. 3, p 486-501, 2019. Disponível em: [https://if.ufmt.br/eenci/artigos/Artigo\\_ID664/v14\\_n3\\_a2019.pdf](https://if.ufmt.br/eenci/artigos/Artigo_ID664/v14_n3_a2019.pdf). Acesso em: 9 set. 2024.



THIAGO FERREIRA COUTO<sup>1</sup>  
FERNANDA CRISTINA BORGATTO<sup>2</sup>

# Radioatividade e Suas Aplicações: Uma Abordagem Lúdico-Pedagógica no Ensino de Física de Partículas

*Radioactivity and its applications: a playful pedagogical approach in the  
teaching of particle physics*

ARTIGO 17

215-232

---

<sup>1</sup> Professor de Física da Escola Estadual Francisco da Silva Maia, Passos, MG. thiagofcutotj@gmail.com.

<sup>2</sup> Tutora externo do curso de Licenciatura em Física, Uniasselvi. 72250@tutor.uniasselvi.com.br

**Resumo:** Física de partículas é uma área da Física cujas leis e princípios são diferentes da Física Clássica, e, se os alunos já enfrentam dificuldades em visualizar estes princípios, imagine aqueles. A verdade é que a Física Moderna traz algo, realmente, empolgante, mas, por outro lado, é, extremamente, abstrato e intangível, principalmente, tendo em vista que essa área da Física estuda partículas e ondas que estão na dimensão submicroscópica. Cabe, ao professor, contornar esses desafios por utilizar abordagens mais interessantes, dinâmicas e participativas, levando em conta que usar o método tradicional de ensino tornaria ainda mais desafiadora a aprendizagem. Escolheu-se, como tema para este trabalho de pesquisa, o estudo da radioatividade como parte da física de partículas. A radioatividade tem muitas vantagens, mas traz riscos e periculosidade de utilização, dividindo opiniões nesse assunto. Assim, propõe-se, como escopo deste trabalho, utilizar duas metodologias ativas de aprendizagem para o ensino da radioatividade: *storytelling* e júri simulado. Depois de realizar o experimento de prática pedagógica, utilizando uma atividade prática com essas metodologias, um quiz foi feito com os alunos para mensurar a assimilação dos conceitos e, em seguida, os resultados foram analisados e comparados com o método tradicional de ensino. Através da metodologia do júri simulado, foi possível perceber o engajamento dos alunos de maneira mais efetiva no processo de aprendizagem, promovendo o desenvolvimento de habilidades críticas e analíticas por meio do conteúdo estudado.

**Palavras-chave:** Radioatividade. Storytelling. Júri simulado.

**Abstract:** Particle physics is an area of Physics whose laws and principles differ from Classical Physics, and if students already face difficulties in visualizing these principles, even more so with those. The truth is that Modern Physics brings something truly exciting, but on the other hand, it is extremely abstract and intangible, especially considering that this area of Physics studies particles and waves that are in the submicroscopic dimension. It is up to the teacher to overcome these challenges by using more interesting, dynamic, and participative approaches, considering that using the traditional teaching method would make learning even more challenging. The chosen theme for this research work is the study of Radioactivity as part of Particle Physics. Radioactivity has many advantages and also brings with it risks and hazards, dividing opinions on this subject. Therefore, it is proposed as the scope of this work to use two active learning methodologies for teaching Radioactivity – Storytelling and Mock Trial. After conducting the pedagogical practice experiment using a practical activity with these methodologies, a quiz was given to the students to measure the assimilation of the concepts, and then the results were analyzed and compared with the traditional teaching method. Through the Simulated Jury methodology, it was possible to perceive students' engagement more effectively in the learning process, promoting the development of critical and analytical skills through the trained content.

**Keywords:** Radioactivity. Storytelling. Mock trial.

## INTRODUÇÃO

A física de partículas é uma área fascinante e complexa da Física que estuda os componentes fundamentais da matéria e as interações entre eles. Ela investiga partículas subatômicas, como quarks, léptons e bósons, utilizando aceleradores de partículas e detectores avançados para desvendar os mistérios do universo em escalas, extremamente, pequenas (Griffiths, 2008). Dentre os fenômenos estudados nesta disciplina, está a radioatividade, um processo natural pelo qual certos núcleos atômicos instáveis liberam energia na forma de radiação ao se desintegrar (Krane, 1988).

Apesar da importância e relevância científica, o ensino da física de partículas e, especificamente, da radioatividade, enfrenta diversos desafios. A abstração e a complexidade dos conceitos envolvidos tornam o processo de ensino-aprendizagem, particularmente, difícil (Redish, 1994). Muitos estudantes encontram dificuldades para compreender as teorias e os modelos matemáticos que descrevem as interações subatômicas, o que pode levar a um desinteresse e uma percepção negativa da disciplina (Mazur, 1997).

Diante desse cenário, a utilização de metodologias ativas, no ensino de física de partículas, surge como uma estratégia promissora para superar essas dificuldades. As metodologias ativas colocam o aluno no centro do processo de aprendizagem, promovendo uma participação mais engajada e interativa (Freeman *et al.*, 2014). Ao contrário do ensino tradicional, que, muitas vezes, é caracterizado por uma abordagem expositiva e passiva, as metodologias ativas incentivam os estudantes a construir o próprio conhecimento por meio de atividades práticas, discussões e resolução de problemas (Prince, 2004).

No processo de ensino-aprendizagem pelo método tradicional, o professor é tido como a figura central do processo, aquele considerado detentor do conhecimento, ou seja, nessa metodologia pedagógica, o professor escreve na lousa e o aluno copia. Depois, o professor explica o que foi passado e, em seguida, resolve uma lista exaustiva de exercícios. Nessa modalidade de ensino, não havia espaço para manifestações, nem posicionamentos críticos acerca do que estava sendo aprendido (Diesel; Baldez; Martins, 2017).

Segundo Smith *et al.* (2005), muitos educadores e pesquisadores defendem que o aluno deve ser envolvido no processo de aprendizagem como algo essencial à aprendizagem significativa. As metodologias de aprendizagem ativa conseguem atingir esse objetivo, tornando interessante, aos alunos, a aprendizagem, deixando de ser algo maçante e monótono.

De acordo com Mota e Werner da Rosa (2018), a metodologia ativa abrange métodos e propõe abordagens que estimulam a interação aluno-professor, aluno-aluno e aluno-materiais/recursos didáticos e envolvem, geralmente, a aprendizagem em um ambiente colaborativo e dinâmico.

Dentre as metodologias ativas de aprendizagem, podemos listar *storytelling*, que ajuda a explorar o contexto histórico por trás da ciência que será ensinada e promove a inserção dos alunos naquele meio, estimulando a interação crítica deles com a história. Outra metodologia é o júri simulado, que consiste em envolver os alunos em um debate a respeito de um tema em que propomos uma equipe que destacará os prós e outra equipe que destacará os contras de um assunto, promovendo uma competição saudável, na qual todos assimilam os conceitos inerentes.

Dessa forma, neste trabalho, foi desenvolvida e aplicada uma proposta de júri simulado para o ensino-aprendizagem dos conceitos de física de partículas e radioatividade.

## ENSINO DE FÍSICA DE PARTÍCULAS – RADIOATIVIDADE

Existe um dilema pedagógico entre o que se espera do ensino de Física e a realidade da aprendizagem dessa ciência na Educação Básica. De acordo com os Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio (PCN) (2006), a Física é um conhecimento que permite elaborar modelos de evolução cósmica; investigar os mistérios do mundo submicroscópico, das partículas que compõem a matéria; ao mesmo tempo, desenvolver novas fontes de energia e criar novos materiais, produtos e tecnologias.

Quanto ao objetivo a ser alcançado no ensino de Física no Ensino Médio, temos o seguinte:

O aprendizado da Física promove a articulação de toda uma visão de mundo, de uma compreensão dinâmica do universo, mais ampla do que nosso entorno material imediato, capaz portanto de transcender nossos limites temporais e espaciais. Assim, ao lado de um caráter mais prático, a Física revela também uma dimensão filosófica, com uma beleza e importância que não devem ser subestimadas no processo educativo. Para que esses objetivos se transformem em linhas orientadoras para a organização do ensino de Física no Ensino Médio, é indispensável traduzi-los em termos de competências e habilidades, superando a prática tradicional (Brasil, 2006, p. 22).

Em contraste a isso, o PCN (Brasil, 2006) acrescenta que o ensino de Física tem se realizado frequentemente, mediante a apresentação de conceitos, leis e fórmulas, de forma desarticulada, distanciados do mundo vivido pelos alunos e pro-

fessores e não só, mas, também, por isso, vazios de significado. Privilegia a teoria e a abstração, desde o primeiro momento, em detrimento de um desenvolvimento gradual da abstração que, pelo menos, parta da prática e de exemplos concretos.

Falando, especialmente, da área da Física Moderna, Mecânica Quântica e Física de Partículas, os conceitos são tão abstratos no campo micro ou nanoscópico, visto que a Física Quântica representa uma generalização da Física Clássica, que inclui as leis clássicas, como casos especiais. “Assim como a relatividade estende o campo de aplicação das leis físicas para a região de grandes velocidades, a Física Quântica estende esse campo à região de pequenas dimensões” (Eisberg; Resnick, 2021, p. 19). Isso torna a materialização da compreensão complexa e desafiadora por parte dos educandos.

Na Física Quântica e Física de Partículas, encontramos a radioatividade, que, conforme conceituaram Benabou e Ramanoski (2003), é o campo de estudo de átomos que possuem núcleos emissores de radiações, ou seja, átomos radioativos, cujos fenômenos podem ser entendidos da seguinte forma:

A maioria dos núcleos encontrados na natureza é estável e permanece indefinidamente intacta. Entretanto, os radionuclídeos são instáveis e emitem partículas e radiação eletromagnética de maneira espontânea. A emissão de radiação é uma das maneiras de transformar um núcleo instável em outro mais estável e menos energético. A radiação transporta a energia excedente (Brown *et al.*, 2017, p. 951).

De acordo com Brown *et al.* (2017), existem cinco formas de radiação, das quais três são estudadas no currículo do Ensino Básico: 1) **partículas alfa ( $\alpha$ )** são núclídeos (prótons e nêutrons) emitidos de um átomo instável, a fim de ele atingir o elemento mais estável. Ex.: o urânio-238 emite núcleos de hélio-4, o fragmento restante tem número atômico 90 e número de massa 234. Como o

elemento de número atômico 90 é o tório (Th), então, o produto da decomposição do urânio-238 é uma partícula alfa e um núcleo de tório-234. 2) **partículas beta ( $\beta$ )**, que são elétrons com alta velocidade emitidos por um núcleo instável. Essas partículas são, comumente, representadas por  $\beta$ . Ex.: o iodo-131 é um isótopo que sofre decaimento por emissão beta. Nesse tipo de emissão, o número atômico aumenta de 53 para 54, significando que um próton foi criado, ou seja, a emissão beta é a conversão de um nêutron em próton. 3) **radiação gama ( $\gamma$ )**, também, chamada de raios gama, consiste em fótons de alta energia, ou seja, radiação eletromagnética de comprimento de onda muito curto.

Propriedade	Tipo de radiação		
	A	$\beta$	$\gamma$
Carga	2+	1-	0
Massa	$6,64 \times 10^{-24}g$	$9,11 \times 10^{-28}g$	0
Poder de penetração relativo	1	100	10.000
Natureza da radiação	Núcleos hélio-4	Elétrons	Fótons de alta energia

Quadro 1. Propriedades de Radiação Alfa, Beta e Gama / Fonte: adaptado de Brown *et al.* (2017).

Conforme o quadro exposto, a emissão alfa é a mais densa e com menor poder de penetração; a emissão beta tem menor densidade do que a alfa porque o elétron tem massa muito menor do que do núcleo; e a emissão gama tem o maior poder de penetração por se tratar de onda, e não de partícula.

Para consolidar os conteúdos de ciências, não se pode ignorar o contexto sócio-histórico em que teorias, leis e postulados são desenvolvidos. Cada conquista científica está atrelada a um contexto, uma história que a estimulou. El-Hani (2007) aponta que as abordagens contextuais podem ocorrer de forma explícita, ou implícita, sendo, a primeira, aquela que aborda a história da ciência ligada a questões de natureza da ciência de forma direta; a segunda, de forma indireta. As necessidades de engajar os alunos e provocar uma imersão deles no assunto a ser ensinado na aula são bem ilustradas por Bacich e Moran (2018). Eles usam, como comparação, o desejo de aprender e o desejo de comer, que, assim como variedades de alimentos, cardápios diferentes, a cada dia, torna-se mais prazeroso o ato de se alimentar, enquanto um único cardápio, todos os dias, torna-se enjoativo. Da mesma forma, todos os dias, escrever na lousa, alunos copiarem, resolverem uma lista de exercícios, tornam-se cansativos e desestimulantes. Por outro lado, as metodologias ativas podem ser usadas em conjunto, a fim de proporcionar um ambiente mais agradável.

Portanto, uma metodologia ativa, a fim de tornar o ensino de física de partículas interessante e atraente no Ensino Básico, é o uso de *storytelling*, ou narrativa, do inglês, a partir do qual usamos o contar histórias para ensinar.

De acordo com Heinemeyer (2018), contar histórias é uma ferramenta antiga e eficaz de ensino. Uma boa história torna o assunto interessante e abre as mentes de crianças a adultos para a aprendizagem. Nesse âmbito, propõe-se o uso de uma técnica inovadora, denominada de *storytelling*, ou narrativa, do inglês. Contudo, essa técnica se distingue da ação de, apenas, contar histórias, na qual os alunos permanecem em uma condição passiva. Essa técnica consiste em usar narrativas “para promover a reflexão acerca de conceitos e valores, de forma a consolidar essas ideias abstratas por meio da percepção da relevância e significância de tais conceitos” (Valença; Tostes, 2019, p. 222). A respeito dessa técnica, acrescenta-se que:

A *storytelling* passa a funcionar como uma estratégia direcionada ao aprendizado. Estudos sobre a inclusão da narrativa no processo educacional levaram ao desenvolvimento de uma estrutura de etapas e modelo que consiste em incorporar elementos pedagógicos que motivam a criatividade, a interação e o senso crítico daqueles que seriam apenas a audiência de uma história contada de modo tradicional (Valença; Tostes, 2019, p. 224).

Essa metodologia pode ser associada a outras metodologias ativas, como a proposta de um júri simulado. Essa técnica coloca os alunos em um ambiente de debate estruturado, no qual eles assumem papéis específicos e defendem diferentes pontos de vista de um tema relacionado à radioatividade. Por exemplo, os alunos podem representar cientistas, legisladores e membros da comunidade discutindo os benefícios e riscos da energia

nuclear. Essa metodologia incentiva o desenvolvimento do pensamento crítico, a argumentação e a compreensão dos múltiplos aspectos de um problema científico (Green; Klug, 1990).

Assim, pode ser apresentada uma narrativa (*storytelling*) de um pequeno resumo do contexto aos alunos: “a história da radioatividade teve início em 1896, pelas mãos do físico francês Antoine-Henri Becquerel (1852-1908), que começou a investigar a fluorescência de compostos de urânio” (Benabou; Ramanoski, 2003, p. 364). Entretanto, segundo Atkins, Jones e Laverman (2018), foi a jovem estudante polonesa Marie Sklodowska Curie (1867-1934) que, ao preparar seu doutorado, mostrou que a radiação, que ela chamou de radioatividade, era emitida pelo urânio, independentemente do composto em que ele estava. Ela concluiu que os átomos de urânio eram a fonte da radiação. Com o marido, Pierre, ela continuou a trabalhar e mostrou que o tório, o rádio e o polônio, também, eram radioativos. No entanto, em 1898, o químico Ernest Rutherford deu o primeiro passo para a descoberta e demonstração experimental da origem da radioatividade, quando identificou as três formas de radiação supracitadas ao observar o efeito de campos elétricos sobre as emissões radioativas. Quando Rutherford fez passar a radiação entre dois eletrodos com carga elétrica, ele observou que um dos tipos de radiação era atraído pelo eletrodo de carga negativa; o segundo, atraído pelo eletrodo de carga positiva; por fim, o terceiro não era afetado pelo campo elétrico, assim, esse cientista denominou as emissões alfa, beta e gama, respectivamente, demonstradas.

O Novo Ensino Médio possui, na matriz curricular, nas disciplinas de Química e Física, uma abordagem referente à radioatividade. “Este está presente nos livros didáticos de diversas formas, alguns com uma abordagem mais conteudista, deixando de lado questões ambientais, sociais, malefícios e benefícios da radiação” (Dominguini; Cledes; Allain, 2012, p. 456; Medeiros; Lobato, 2010, p. 66).

Segundo Patrício, Silva e Melo Filho (2012), a radioatividade é polêmica por se tratar de uma ciência com inúmeras aplicações importantes na medicina, indústria, setor energético, agricultura e arqueologia.

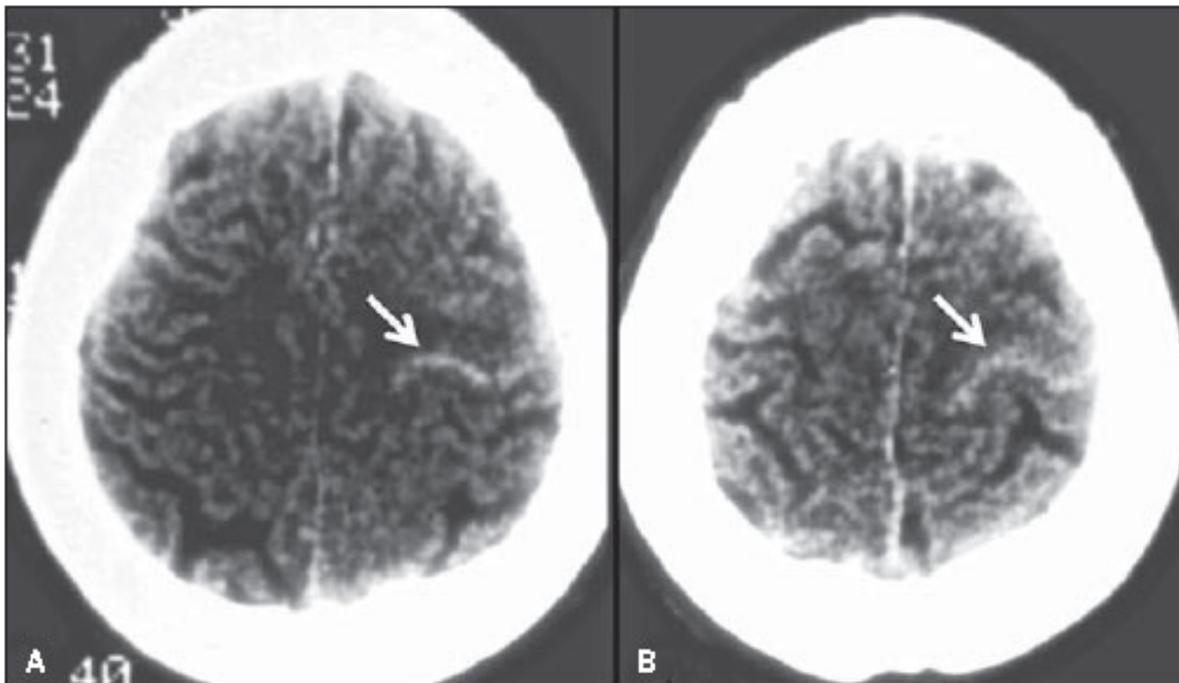


Figura 1. Plano Axial de TC de Crânio com Hipótese Clínica de Trombose Venosa Cerebral  
Fonte: [www.rb.org.br/detalhe\\_artigo.asp?id=2177&idioma=Portugues](http://www.rb.org.br/detalhe_artigo.asp?id=2177&idioma=Portugues). Acesso em: 3 jul. 2023.

Por exemplo, na medicina, o diagnóstico por imagem conta com a radioatividade como uma ferramenta importante. Conforme mostra a Figura 1, foi possível diagnosticar trombose venosa cerebral por meio de tomografia computadorizada.

A Tomografia Computadorizada (TC) constitui ferramenta prática e proficiente. A partir da emissão de raios-X por um tubo e do processamento das informações por computadores, são geradas imagens em cortes das estruturas a serem avaliadas, evitando a sobreposição que ocorre na radiografia simples, por exemplo, e confere maior acurácia e sensibilidade à análise e à investigação clínica. Embora haja maior exposição à radiação quanto a outros exames radiográficos, a precisão diagnóstica e a evolução tecnológica com multidetectors da TC difundiram seu uso na Medicina (Azevedo *et al.*, 2022, p. 16).

Conforme Tippler e Mosca (2009) trazem um exemplo nesse campo, ossos antigos, encontrados em escavações arqueológicas, são datados por meio do carbono-14 radioativo presente no fóssil. Para essa análise, é calculado o número de meias-vidas que se passaram desde a morte do organismo e, assim, determina-se a taxa de decaimento dessa amostra de carbono.



Figura 2. Consequências Trágicas das Bombas de Hiroshima e Nagasaki

Fonte: <https://www.bbc.com/portuguese/resources/idt-a05a8804-1912-4654-ae8a-27a56f1c2b8a>. Acesso em: 3 jul. 2023.

Todavia, apesar das muitas aplicações, a radioatividade e a manipulação dela pelo homem trazem fortes riscos de morbimortalidade, por exemplo, a construção de bombas, como as de Hiroshima e Nagasaki. Conforme Serrano (2020), com o tempo, algumas pessoas da região desenvolveram cataratas e tumores malignos. Cinco anos após os ataques, houve um aumento drástico nos casos de leucemia em Hiroshima e Nagasaki. Dez anos depois dos bombardeios, a taxa de incidência de câncer de tireoide, além de mama e de pulmão, entre sobreviventes, era mais alta do que a do resto da população. Além disso, o acúmulo de refugo tóxico e acidentes.

Cruz (1987) dissertou a respeito do conhecido acidente de Goiânia, GO, referente ao Césio-137, que emite radiações beta e gama. As pessoas que entraram em contato direto, ou estiveram próximas da fonte de césio, receberam doses de dez até dezenas de milhares de vezes as doses naturais que, usualmente, recebemos durante um ano (0,1 rem por ano). Os efeitos dessa radiação podem ser avaliados se notarmos que, grosso modo, radiações da ordem de 150 a 400 rem causam problemas digestivos leves, perda parcial dos pelos e cabelos, cansaço persistente, problemas sanguíneos sem muita gravidade, náuseas, vômitos e diarreia. Ainda, 400 a 600 rem provocam náuseas, vômitos, vertigens, perda dos pelos e cabelos em duas ou seis semanas e modificação da composição sanguínea. Esse relato prova que, apesar dos benefícios, não se pode negar os riscos.

Nesse aspecto, podemos propor outra metodologia ativa de aprendizagem em uma aula concludente do conteúdo, que é o debate por meio de um júri simulado que, de acordo com Ferreira (2006), além de aumentar a força da análise da complexidade entre as mais diversas áreas do conhecimento, torna eficazes, de forma direta, a argumentação e o pensamento crítico, pois o aluno é colocado como sujeito ativo no processo de aprendizagem. A abordagem de júri simulado referente à radioatividade já existe na literatura, por exemplo, em Stumpf e Oliveira (2016), e, neste trabalho de pesquisa, o objetivo é propor um confronto entre as vantagens ligadas às aplicações de um lado e os riscos, periculosidade, alternativas ao uso de outro.

## METODOLOGIA

O presente trabalho consiste em uma pesquisa-ação, tendo em vista que tem, como objetivo, propor uma combinação de metodologias ativas (*storytelling* e júri simulado) para alcançar resultados mais eficazes no processo de ensino-aprendizagem de radioatividade.

A pesquisa-ação é uma metodologia de investigação que visa à resolução de problemas práticos e à melhoria de práticas através de um processo cíclico de planejamento, ação, observação e reflexão. No contexto do ensino de física de partículas e radioatividade, a pesquisa-ação se destaca por várias razões.

Uma das vantagens da pesquisa-ação é que, de acordo com Thiollent (2011), promove um alto nível de engajamento dos professores e alunos, pois ambos os grupos estão, diretamente, envolvidos nos processos de investigação e resolução de problemas. Isso é, particularmente, importante no ensino de física de partículas e radioatividade, no qual os conceitos abstratos e complexos podem ser difíceis de compreender sem um envolvimento ativo. O engajamento ativo pode levar a uma melhor compreensão e retenção dos conceitos científicos.

Outra vantagem é a natureza cíclica desse tipo de pesquisa, que, segundo Franco (2005), permite ajustes contínuos e melhorias nas práticas de ensino. Ao planejar, agir, observar e refletir repetidamente, os educadores podem adaptar as estratégias pedagógicas deles para melhor atender às necessidades dos alunos. Isso é crucial no ensino de tópicos complexos, como física de partículas, no qual a compreensão dos estudantes pode variar amplamente e necessitar de abordagens personalizadas.

Além disso, conforme Tripp (2005), a pesquisa-ação contribui, significativamente, para o desenvolvimento profissional dos educadores. Ao se envolver em uma investigação reflexiva das próprias práticas, os professores desenvolvem uma compreensão mais profunda das metodologias de ensino eficazes e se tornam mais adeptos a implementar abordagens inovadoras, como *storytelling*

e júri simulado. Essa capacitação contínua é essencial para manter a qualidade do ensino e melhorar os resultados educacionais.

Para compor os fundamentos teóricos deste trabalho, foi realizada uma minuciosa busca nos acervos da internet e material impresso, como livros; artigos de revistas; sites, como Scielo; anais de congressos; dissertações de mestrado; e teses de doutorados. Foram selecionados livros: *Princípios da Química*, de Atkins, Jones e Laverman (2018); *Química*, de Benabou e Ramanoski (2003); *Química*, de Brown *et al.* (2017); *Contextualizando a Abordagem de Radiações no Ensino de Química*, de Medeiros e Lobato (2010); *Física Quântica*, de Eisberg e Resnick (2021); *As Tecnologias Interativas no Ensino*, de Ferreira (2006), dentre outras fontes.

Depois de realizar essa pesquisa e embasar a teoria, elaboramos uma atividade prática com metodologia dupla. Primeiramente, utilizamos *storytelling* (narrativa) para fornecer o fundo histórico do advento da radioatividade; em seguida, baseados em uma espécie de tribunal, júri simulado, propomos o debate acerca dos prós e contras da radioatividade (detalhamento da atividade vide ANEXO I). Essa atividade prática configura um experimento pedagógico a ser aplicado em uma turma de alunos do 2º. Ano do Ensino Médio, pelo acadêmico e autor deste artigo, Thiago Ferreira Couto, que, também, atua como professor regente de Física na Escola Estadual Francisco da Silva Maia. O diretor da escola, o Sr. Ricardo Rotondo, foi consultado e permitiu que as demais turmas assistissem ao debate como auditório.

A análise da interiorização dos conceitos será realizada após a aplicação da atividade, por meio de uma atividade avaliativa de quiz pelo próprio professor, a fim de determinar a eficácia da atividade na aprendizagem. Para tanto, pretende-se realizar uma entrevista com um professor de Física de uma escola particular que utiliza o método tradicional para ensinar radioatividade, com a finalidade de comparar os resultados obtidos com essa metodologia.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Durante muito tempo, o método tradicional de ensino foi utilizado, mas, agora, nota-se que há uma necessidade premente de evoluir o modo de ensinar, exatamente, como defendido pelos autores supracitados Mota e Werner da Rosa (2018) e Smith *et al.* (2005). O professor regente de Física de uma escola de iniciativa privada e tradicional disse o seguinte em entrevista: “Focamos em resolver exercícios de aplicação retirados de vestibulares de universidades tradicionais, pois o tempo é curto e precisamos treinar os alunos para passarem nesses exames, contudo, nota-se que não há empolgação e se torna bastante cansativa essa rotina”.

Pode-se comprovar a veracidade dos postulados pelos autores com o experimento prático realizado na Escola Francisco da Silva Maia (veja as fotos no final do ANEXO II). Os alunos ficaram empolgados com a atividade, sentiram-se envolvidos e responsáveis por defender, cada um, o ponto de vista referente à radioatividade.

A equipe “Hádrons”, que defendeu os benefícios da radioatividade, apresentaram várias aplicações na medicina, como exames de diagnóstico por imagem e tratamento de câncer, geração de energia por reatores de fissão, na arqueologia para datar fósseis etc.

Por outro lado, a equipe “Léptons” abordou, com maestria, os riscos inerentes à radioatividade, como o acidente ocorrido em Chernobyl, as bombas atômicas de Hiroshima e Nagasaki, o acidente de Goiânia com o Césio-137 etc.

Como foi possível apresentar a atividade para toda a escola, houve uma interdisciplinaridade e um estudo transversal do assunto, proporcionando resultados excelentes.

O quiz utilizado como atividade avaliativa comprovou que todos os alunos saíram ganhando com a atividade, pois, independentemente de quem ganhou pela melhor defesa, o mais importante foi que os conceitos foram interiorizados, ou seja, as vantagens e as desvantagens da radioatividade foram aprendidas por todos. Isso ficou evidente com a participação massiva dos alunos em responderem perguntas do *quiz*, além disso, mesmo depois de terminar o debate, novos relatos foram trazidos pelos alunos, quanto a benefícios e perigos da radioatividade.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

Em conclusão à pesquisa em epígrafe, percebe-se que o assunto abordado em Química e em Física de Partículas, radioatividade, é de extrema importância, relevância, contudo, de difícil interiorização, e, para haver uma compreensão eficaz, é necessário consolidar teoria com prática.

Vimos, como sugestão, o uso de duas metodologias ativas de aprendizagem, *storytelling* e tribunal simulado de debate, que colocaram os alunos como protagonistas no processo de aprendizagem do assunto. Ficou claro que essas atividades promovem uma melhor compreensão da disciplina.

Os resultados obtidos e materializados na atividade avaliativa de quiz, na escola na qual o experimento foi realizado, comprovam que o objetivo deste trabalho de pesquisa foi alcançado, pois o engajamento e o desejo de vitória no tribunal simulado proporcionaram envolvimento e motivação para aprender. Dessa forma, conclui-se que vale, e muito, utilizar metodologias ativas para ministrar disciplinas mais complexas.

# REFERÊNCIAS

ATKINS, P.; JONES, L.; LAVERMAN, L. **Princípios de Química**: questionando a vida moderna e o meio ambiente. 7. ed. São Paulo, SP: Editora Bookman, 2018.

AZEVEDO, R. M.; DOMINGUES, H. M. P.; OLIVEIRA, N. G.; VIDAL, C. L. S.; PAES, A. S.; MESCHINO, G. **Manual Acadêmico**: princípios da radiologia. Curitiba, PR: Editora CRV, 2022

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

BENABOU, J.; RAMANOSKI, M. **Química**. 1. ed. São Paulo, SP: Editora Atual, 2003.

BRASIL. Secretaria de Educação Básica. **Parâmetros Curriculares Nacionais - Ensino Médio**: Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias. Brasília: Ministério da Educação; Secretaria de Educação Básica, 2006.

BROWN, T. L.; LEMAY Jr, H. E.; BURSTEN, B. E.; MURPHY, C. J.; WOODWARD, P. M.; STOLTZFUS, M. W. **Química**: a ciência central. 13. ed. São Paulo, SP: Editora Pearson Education do Brasil Ltda, 2017.

CRUZ, F. F. S. Radioatividade e o acidente de Goiânia. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 4, n. 3, p. 164-169, 1987.

DIESEL, A.; BALDEZ, A. L. S.; MARTINS, S. N. Os princípios das metodologias ativas de ensino: uma abordagem teórica. **Revista Thema**, v. 14, n. 1, 2017.

DOMINGUINI, F.; CLEMES, G.; ALLAIN, O. Análise do tema radioatividade nos livros didáticos do PNL-DEM à luz da teoria da aprendizagem significativa e dos pressupostos C, T & S. **Revista Técnico Científica (IFSC)**, v. 3, n. 1, p. 455-466, 2012. Disponível em: <https://periodicos.ifsc.edu.br/index.php/rtc/article/view/621/441>. Acesso em: 23 fev. 2024.

EISBERG, R.; RESNICK, R. **Física Quântica**: átomos, moléculas, sólidos, núcleos e partículas. Rio de Janeiro, RJ: Editora LTC, 2021.

EL-HANI, C. N. Notas sobre o ensino de história e filosofia da biologia na Educação Superior. In: NARDI, R. **Pesquisa em ensino de ciências no Brasil**. São Paulo, SP: Escrituras Editoras, 2007. p. 293-315.

FERREIRA, V. F. **As tecnologias interativas no ensino**. Editora Química Nova, 2006.

FRANCO, M. A. S. **Pedagogia da pesquisa-ação**. Editora Paulus, 2005.

FREEMAN, S.; EDDY, S. L.; MCDONOUGH, M.; SMITH, M. K.; OKOROAFOR, N.; JORDT, H.; WENDEROTH, M. P. Active learning increases student performance in science, engineering, and mathematics. **Proceedings of the National Academy of Sciences**, v. 111, n. 23, p. 8410-8415, 2014.

GONÇALVES, F. G.; BARRA, F. R.; MATOS, V. L.; JOVEM, C. L.; AMARAL, L. L. F.; O'DONOVAN, R. C. Sinais em neurorradiologia – Parte 1. **Radiologia Brasileira**, v. 44, n. 2, p. 123-128, 2011.

GREEN, C. S.; KLUG, H. G. Teaching critical thinking and writing through debates: an experiment in english composition. **Teaching Sociology**, v. 18, n. 4, p. 462-471, 1990.

GRIFFITHS, D. **Introduction to elementary particles**. Wiley-VCH, 2008.

HEINEMEYER, C. “The dying art of storytelling in the classroom”. **The Conversation**, 2018. Disponível em: . Acesso em: 23 fev. 2024.

KRANE, K. S. **Introductory Nuclear Physics**. Wiley, 1988.

MAZUR, E. **Peer instruction: a user’s manual**. Prentice Hall, 1997.

MEDEIROS, M. A.; LOBATO, A. C. Contextualizando a abordagem de radiações no ensino de química. **Ensaio**, v. 12, n. 3, p. 65-84, 2010.

MOTA, A.; WERNER DA ROSA, C. Ensaio sobre metodologias ativas: reflexões e propostas. **Revista Espaço Pedagógico**, v. 25, n. 2, p. 261-276, 2018.

PATRÍCIO, M. C. M.; SILVA, V. M. A.; MELO FILHO, A. A. **A radioatividade e suas utilidades: polêmica**. 2012. Disponível em: <https://www.e-publicacoes.uerj.br/index.php/polemica/article/view/3097/2218>. Acesso em: 23 fev. 2024.

PRINCE, M. Does active learning work? A review of the research. **Journal of Engineering Education**, v. 93, n. 3, p. 223-231, 2004.

REDISH, E. F. Implications of cognitive studies for teaching physics. **American Journal of Physics**, v. 62, n. 6, p. 796-803, 1994.

SERRANO, C. Hiroshima e Nagasaki: como foi o “inferno” no qual morreram milhares após bombas atômicas. **BBC News Brasil**, 2020. Disponível em: <https://www.bbc.com/portuguese/resources/idth-a05a8804-1912-4654-ae8a-27a56f1c2b8a>. Acesso em: 23 jul. 2024.

SMITH, K. A.; SHEPPARD, S. D.; JOHNSON, D. W.; JOHNSON, R. T. Pedagogies of engagement: classroom-based practices. **Journal of Engineering Education**, v. 94, n. 1, 2005.

STUMPF, A.; OLIVEIRA, L. Júri simulado: o uso da argumentação na discussão de questões sócio científicas envolvendo radioatividade. **Experiências em Ensino de Ciências**, Mato Grosso do Sul, v. 11, n. 2, p. 176-189, 2016.

THIOLLENT, M. **Metodologia da pesquisa-ação**. Cortez Editora, 2011.

TIPPLER, P. A.; MOSCA, G. **Física: para cientistas e engenheiros**. 6. ed. Rio de Janeiro, RJ: Editora LTC, 2009.

TRIPP, D. **Pesquisa-ação: uma introdução metodológica**. Editora UNESP, 2005.

VALENÇA, M. M.; TOSTES, A. P. B. O storytelling como ferramenta de aprendizado ativo. **Rev. Carta Inter**, Belo Horizonte, v. 14, n. 2, 2019.

## ANEXO I

## ATIVIDADE TRIBUNAL SIMULADO DE DEBATE

Radioatividade – Benéfica ou Maléfica?

**1ª. Aula:**

- 1) Utilizando data show, computador e slides, o professor faz uma apresentação, em forma de narrativa (storytelling), do fundo histórico da descoberta da radioatividade:

**A HISTÓRIA DA RADIOATIVIDADE**

A história da radioatividade teve início em 1896, pelas mãos do físico francês Antoine-Henri Becquerel (1852-1908), que começou a investigar a fluorescência de compostos de urânio. Entretanto, foi a jovem estudante polonesa Marie Sklodowska Curie (1867-1934) que, ao preparar o doutorado dela, mostrou que a radiação, que ela chamou de radioatividade, era emitida pelo urânio, independentemente do composto em que ele estava. Ela concluiu que os átomos de urânio eram a fonte da radiação. Com o marido, Pierre, ela continuou a trabalhar e mostrou que o tório, o rádio e o polônio, também, eram radioativos. No entanto, em 1898, o químico Ernest Rutherford deu o primeiro passo para a descoberta e demonstração experimental da origem da radioatividade, quando identificou as três formas de radiação supracitadas ao observar o efeito de campos elétricos sobre as emissões radioativas. Quando Rutherford fez passar a radiação entre dois eletrodos com carga elétrica, ele observou que um dos tipos de radiação era atraído pelo eletrodo de carga negativa; o segundo, atraído pelo eletrodo de carga positiva; por fim, o terceiro não era afetado pelo campo elétrico, assim, esse cientista denominou as emissões alfa, beta e gama, respectivamente, demonstradas.



- 2) O professor, em seguida, promove uma pré-discussão do tema, para que ele possa observar e ser capaz de dividir os alunos em três grupos: 1) O grupo “Hádrons” são os defensores da radioatividade, ou seja, são mais inclinados a ver as vantagens; 2) O grupo “Léptons” são mais inclinados a ver os riscos e malefícios da radioatividade; e 3) O grupo “Quarks” são neutros, ou equilibrados, nas opiniões, por isso, servirão como júri no tribunal (precisa ser um grupo ímpar para desempatar a decisão). O professor será o juiz.

- 3) O professor deixa, como tarefa para casa, que os três grupos pesquisem tudo referente à radioatividade. O grupo “Hádrons” deve elaborar a defesa dele; o grupo “Léptons” precisa elaborar a acusação; e o grupo “Quarks” precisa conhecer bem ambos os lados para ser imparcial na escolha do grupo que vence. O professor marca o dia do debate.

### **2ª. Aula:**

- 1) No dia do debate, o professor faz as considerações iniciais em cinco minutos, explicando as regras do jogo. Cada grupo tem cinco minutos para considerações iniciais, 10 minutos para fazer perguntas um para o outro, 10 minutos para réplica, 10 minutos para tréplica e cinco minutos para considerações finais. O júri tem cinco minutos para se consultar entre eles para fazer as deliberações, antes de apresentar o veredito.
- 2) O professor é o juiz e mediador para garantir a ordem e esportividade. Após a apresentação, independentemente de quem venceu, todos os alunos são elogiados pela preparação e bom trabalho que fizeram.

### **3ª. Aula:**

- 1) O professor projeta, no data show, 10 perguntas de múltipla escolha (quiz) para mensurar se os conceitos mais importantes de radioatividade foram interiorizados com a atividade. Isso pode ser avaliado pelo professor com base no envolvimento dos alunos em responderem perguntas. Quantos e que alunos levantam a mão para responder. Além disso, em cada pergunta, o professor pode aprofundar, fazendo perguntas adicionais, com base no que foi apresentado pelas equipes durante o debate. Nesse ínterim, novas discussões podem ser estimuladas pelo professor acerca do assunto.

As perguntas utilizadas no quiz foram as seguintes (em destaque, a alternativa correta. Obs.: Na relação a seguir, a alternativa correta está fixada como sendo a primeira, apenas, para efeito de roteiro. Na prática, é interessante que as alternativas corretas sejam, aleatoriamente, distribuídas):

1. O que é radioatividade?

- a) A instabilidade de um núcleo atômico, que emite partículas e/ou radiação.**
- b) A capacidade de um material emitir luz visível.
- c) A reação química entre átomos.
- d) A absorção de energia solar por um material.
- e) A capacidade de conduzir eletricidade.

2. Quais são as três principais formas de radiação emitidas por materiais radioativos?

**a) Alfa, beta e gama.**

b) Ultravioleta, infravermelho e micro-ondas.

c) Luz visível, raios-X e ultrassom.

d) Gama, delta e sigma.

e) Prótons, nêutrons e elétrons.

3. Qual é uma aplicação positiva da radioatividade na medicina?

**a) Diagnóstico e tratamento de câncer.**

b) Produção de alimentos transgênicos.

c) Controle de pragas agrícolas.

d) Poluição do ar.

e) Produção de armas nucleares.

4. Qual é um risco significativo associado à exposição prolongada à radiação?

**a) Desenvolvimento de câncer.**

b) Aumento da massa muscular.

c) Perda de apetite.

d) Aumento da capacidade cognitiva.

e) Melhoramento da visão noturna.

5. Como a radiação alfa pode ser bloqueada?

**a) Por uma folha de papel.**

b) Por uma folha de alumínio.

c) Por uma parede de concreto.

d) Por uma camada de água.

e) Não pode ser bloqueada.

6. Qual é a partícula conhecida por ser um mediador de força na interação forte em física de partículas?

**a) Gluon.**

b) Fóton.

c) Neutrino.

d) Elétron.

e) Quark.

7. O que é um isótopo radioativo?

**a) Um átomo com um núcleo instável que libera energia.**

b) Um átomo que não possui elétrons.

c) Um átomo com excesso de prótons.

d) Um átomo que não se desintegra.

e) Um átomo que não reage quimicamente.

8. Qual das seguintes opções descreve melhor o decaimento beta?

**a) Emissão de um elétron ou pósitron.**

b) Emissão de um núcleo de hélio.

c) Emissão de um raio gama.

d) Emissão de um próton.

e) Absorção de um nêutron.

9. Uma aplicação da radioatividade, no setor de energia, é:

**a) Energia nuclear.**

b) Energia solar.

c) Energia eólica.

d) Energia hídrica.

e) Energia geotérmica.

10. Qual é um benefício do uso de radioisótopos na agricultura?

**a) Aumento da resistência a pragas.**

b) Aumento da produção de energia.

c) Poluição do solo.

d) Redução da produção de alimentos.

e) Destruição da fauna local.

2) O professor elogia a turma e distribui pontuação idêntica para todos que participaram, independentemente se venceram o debate, ou não.

# REFERÊNCIAS

---

ATKINS, P.; JONES, L.; LAVERMAN, L. **Princípios de Química**: questionando a vida moderna e o meio ambiente. 7. ed. São Paulo, SP: Editora Bookman, 2018.

BENABOU, J.; RAMANOSKI, M. **Química**. 1. ed. São Paulo, SP: Editora Atual, 2003.

## ANEXO II



Alunos Envolvidos nas Várias Etapas da Atividade / Fonte: os autores.