Elisângela Regina Selli Melz
Bruno Henrique Labriola Misse
(organizadores)

Vivências e Experiências na Formação Inicial de Matemática:

História da Matemática como articuladora do projeto integrador

editora IFC

Elisângela Regina Selli Melz
Bruno Henrique Labriola Misse
(Organizadores)

VIVÊNCIAS E EXPERIÊNCIAS NA FORMAÇÃO INICIAL DE MATEMÁTICA

HISTÓRIA DA MATEMÁTICA COMO ARTICULADORA DO PROJETO INTEGRADOR

IFC

Blumenau, 2022

editora IFC

CONTATO:
Rua das Missões, nº 100 – Ponta Aguda – Blumenau/SC – CEP: 89.051-000
Fone: (47) 3331-7850 | E-mail: editora@ifc.edu.br

PROJETO GRÁFICO
Paolo Malorgio Studio Ltda

DIAGRAMAÇÃO
Paolo Malorgio Studio Ltda

REVISÃO TEXTUAL
Bento Jesus de Andrade

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
(Câmara Brasileira do Livro, SP, Brasil)

Vivências e experiências na formação inicial de matemática [livro eletrônico] : história da matemática como articuladora do projeto integrador / Elisângela Regina Selli Melz, Bruno Henrique Labriola Misse, (organizadores). -- Blumenau, SC : Editora do Instituto Federal Catarinense, 2022.
PDF

Vários autores.
Bibliografia.
ISBN 978-65-88089-17-0

1. Educação matemática 2. Matemática - Estudo e ensino 3. Professores de matemática - Formação I. Melz, Elisângela Regina Selli. II. Misse, Bruno Henrique Labriola.

22-129921 CDD-370.71

Índices para catálogo sistemático:

1. Professores de matemática : Formação : Educação 370.71

Eliete Marques da Silva - Bibliotecária - CRB-8/9380

SUMÁRIO

CAPÍTULO I

DOS ORGANIZADORES AO LEITOR

Elisângela Regina Selli Melz[1]

Bruno Henrique Labriola Misse[2]

O livro que você está iniciando é uma produção colaborativa dos alunos e professores do curso de Licenciatura em Matemática do Instituto Federal Catarinense *Campus* Rio do Sul, e é o segundo volume de uma série que traz as vivências e as experiências na formação inicial de professores do nosso curso.

As vivências e experiências que relatamos no decorrer deste livro, e nos demais livros da coleção, são oriundas de atividades realizadas com os alunos do curso de Licenciatura em Matemática, por esse motivo abarcam as dimensões do ensino, pesquisa e extensão, como tríade de nossa instituição. A preocupação do grupo de formadores que colabora para esta obra é a indissociabilidade entre essas dimensões, o que faz com que as vivências sejam mais abrangentes, de modo que não aconselhamos que o leitor procure nas experiências relatadas uma classificação estática, mas aproveite a dinamicidade e a intensidade dos capítulos produzidos.

Todos os capítulos foram escritos por alunos da primeira fase, ou seja, alunos com menos de seis meses no ambiente acadêmico da Ciência Matemática, sob a orientação de docentes do curso, que se colocaram à disposição, atuando em diversas funções tais como, professores, orientadores, mediadores e pesquisadores. Começamos a pensar neste projeto integrador vislumbrando a História da Matemática como recurso didático, mas também como instrumento de pesquisa acadêmica.

1 Mestre em Educação pela UNOESC Joaçaba, Professora no Instituto Federal Catarinense - *Campus* Rio do Sul. E-mail: elisangela.melz@ifc.edu.br.

2 Doutor em Educação Matemática pela UNESP Rio Claro, Professor no Instituto Federal Catarinense - *Campus* Rio do Sul. E-mail: bruno.misse@ifc.edu.br.

Construímos um projeto integrador na disciplina de Pesquisa e Práticas Educativas (PPE), com o objetivo de articular todas as componentes curriculares do primeiro semestre do curso de Licenciatura em Matemática. Em reunião com os docentes que estavam atuando no ano de 2020, elegemos a História da Matemática como o fio condutor que possibilitaria à articulação que buscávamos.

O desafio proposto aos alunos da primeira fase foi o de escrever um texto acadêmico que apresentasse suas compreensões sobre os aspectos históricos que permeiam os conteúdos discutidos nas diferentes disciplinas do curso. Sob a orientação dos docentes de PPE, de um docente orientador específico, escolhido pelo grupo, e pelo docente de Leitura e Produção Textual iniciou-se a produção do material que você conhecerá ao longo deste livro.

Nosso objetivo com este livro é trazer ao leitor a materialização do trabalho de pesquisa realizado com os alunos ingressantes do ensino superior, tanto do ano de 2020, quanto do ano de 2021, que evidenciam possibilidades que a Pesquisa Acadêmica abre àquele que a desenvolve.

O objetivo principal da disciplina de PPE é

> Contribuir com a formação docente, nas dimensões profissional, cultural, científica e política assumindo a pesquisa como princípio educativo e científico, desenvolvendo a capacidade investigativa e produtiva do estudante, a fim de possibilitar a formação do futuro educador matemático, como professor e/ou como pesquisador em Educação Matemática (IFC, 2017).

Tendo como norteador esse objetivo, buscamos traçar rotas que permitiriam aos alunos assumir um papel ativo na pesquisa, e de fato produzir um material de autoria própria. Devemos ressaltar que nossos planos não previam a pandemia da COVID-19, por esse motivo alguns ajustes precisaram ser feitos. De todo modo, nós, os organizadores deste livro, estamos muito orgulhosos de apresentar as páginas que seguem, pois elas são o resultado do esforço conjunto, da pesquisa realizada e da aprendizagem de nossos alunos.

Cada capítulo traz as compreensões de nossos alunos, as quais estão expressas em linguagem acadêmica. Não é difícil de imaginar que este é o passo inicial nessa direção, nossos alunos, os autores dos capítulos, tiveram o primeiro contato com rigor da Ciência por meio da disciplina de PPE. Nunca foi nosso objetivo que a produção deles contribuísse com a produção do conhecimento científico e cultural da História da Matemática ou da Formação de Professores, enquanto área de conhecimento e pesquisa. Pelo contrário, estimulamos e desenvolvemos o material que você lerá, como forma de experienciar a produção de conhecimento, algo que será a prática dos futuros professores e pesquisadores.

Qualquer pessoa que se proponha a ler o material que apresentamos aqui, pode se perguntar como ou por que escolher a História da Matemática como fio condutor?

Não é difícil perceber a importância de conhecer a história para poder compreender qualquer assunto que se queira discutir, mas quando pensamos em uma Ciência, como por exemplo a Matemática, precisamos ter claro que sua história é, de fato, uma dimensão cheia de curvas e acontecimentos que precisam ser entendidos para que possamos deixar de ter um discurso ingênuo e assumir uma postura crítica e reflexiva sobre ela.

Essa característica da história das Ciências abre um horizonte de possibilidades para investigação e pesquisa, que quando se faz presente em uma disciplina como a PPE cria um solo fértil para a produção dos alunos que estão iniciando a caminhada acadêmica.

Nesta perspectiva de termos como fio condutor deste projeto integrador a história da matemática, o segundo capítulo, escrito por Igor e Thais, sob a orientação da professora Eden, tematiza a matemática egípcia tendo como objeto de pesquisa o Papiro de Rhind que é um documento muito antigo, escrito em hierático, com 85 problemas e sua resolução. Muitos dos problemas têm por base desafios do cotidiano, como a medida da cerveja e a divisão do pão. O tema foi escolhido, por aguçar a curiosidade sobre como os egípcios resolveram problemas comuns, em uma época que até os registros escritos ainda eram bastante rudimentares. Para entender mais sobre como a matemática era praticada naquele tempo, tendo como pontos principais as operações básicas (adição, subtração, multiplicação e divisão) que já eram utilizadas.

O estudo dos alunos Bianca e Ricardo, que foi orientado pela professora Paula, traz uma importante reflexão histórica sobre o conceito de algoritmo. O objetivo deste estudo, no terceiro capítulo, é olhar para a história da matemática e reconhecer o tempo histórico em que os algarismos foram criados, bem como observar algumas contribuições desta descoberta para a sociedade. Com base em pesquisas bibliográficas, isso será apresentado de forma histórica, além de um nome importante para a história dos algarismos, o Al-Khwarizmi e, ainda, serão realizadas reflexões sobre o algoritmo na contemporaneidade. Com este estudo foi possível refletir como o desenvolvimento dos algarismos proporcionou o avanço dos algoritmos e a sua importância para a sociedade daquela época e a atual. O texto apresenta, também, uma reflexão sobre o quanto eles influenciam a vida cotidiana que está mediada por eles mesmo sem a percepção clara dos sujeitos.

O quarto e quinto capítulos deste livro nos levam até a Grécia antiga.

O professor Johann e a aluna Júlia nos trazem uma discussão sobre o quinto postulado de Euclides, vários estudiosos se interessaram, principalmente, por esse postulado, considerado o mais controverso. Ao longo dos séculos, ele foi alvo de várias mudanças e diferentes interpretações. As autoras apresentam a história, as características, as mudanças e alguns debates relacionados à obra mais famosa de Euclides de Alexandria.

Buscando destacar a importância de Diofanto de Alexandria na representação gráfica da álgebra e mostrar como era a escrita algébrica antes, durante e depois desse pensador, os alunos Igor e Joyce com a professora Paula objetivam conhecer as alterações propostas e a relevância delas dentro do conhecimento algébrico.

Dois grupos se propuseram a pesquisar sobre pensadores matemáticos que modificaram os paradigmas da pesquisa. As alunas Jussara, Larissa e Samanta apresentam a vida de René Descartes e a obra “Discurso do método”. A escolha da obra como objeto de estudo e pesquisa se deve à importância no âmbito da ciência e da história do desenvolvimento do pensamento moderno. O outro paradigma foi estudado pelas alunas Thaina e Viviane, que relatam as descobertas astronômicas espetaculares e o método baseado na experimentação de Galileu Galilei, autor que concebeu aquilo que hoje convencionamos chamar de ciência. As alunas apresentam o experimento do telescópio e a relação deste experimento com a queda do geocentrismo, que dizia que a Terra é o centro do universo. Ambos os trabalhos foram orientados pelo professor Bruno.

O oitavo capítulo foi escrito pelas alunas Heloísa e Daiane com orientação da professora Micheli. Buscando tematizar diferentes técnicas de resolução de equação de segundo grau, as autoras apresentam neste trabalho uma contextualização histórica sobre a aplicação e ensino dos diferentes métodos de resolução de equações de segundo grau e faz-se uma análise das habilidades que são estimuladas ao longo do seu processo de aprendizagem, a fim de considerar alternativas à Fórmula de Bhaskara.

Para encerrar o livro trazemos o nono capítulo escrito sob a orientação do professor Johann sobre Tales de Mileto. Os alunos José, Lucas e Kauane abordam a história da matemática e dão destaque às realizações de Tales de Mileto. A pesquisa teve como foco a análise de como Tales chegou em suas conclusões matemáticas, filosóficas e astrônomas e é baseada em citações de filósofos e historiadores.

Desejamos uma leitura agradável e que o conteúdo apresentado contribua com a sua formação, uma vez que ele traz as vivências e experiências na formação de futuros professores de matemática.

CAPÍTULO II

PAPIRO DE RHIND

Igor Willian Muniz[1]
Thaís Eduarda Willemann[2]
Eden Luciana Boing Imhof[3]

APRESENTAÇÃO

Produzido pelos alunos Igor W. Muniz e Thaís E. Willemann, juntamente com a professora orientadora Éden Luciana Boing Imhof, para o Projeto Integrador, atividade proposta pela disciplina de PPE I, no curso de matemática do Instituto Federal Catarinense (IFC)- *Campus* Rio do Sul, o texto a seguir trata sobre o Papiro de Rhind, do qual apresentaremos sua origem, suas características, seu conteúdo, o sistema de numeração usado e alguns de seus problemas.

Procurando buscar respostas para a indagação de como os egípcios, um povo antigo, conseguiu resolver seus problemas e construir uma base de pensamento matemático, foi pesquisado em alguns sites educativos, documentos e textos que ajudassem a compreender como os egípcios conseguiram resolver seus problemas do cotidiano, tendo como base as principais operações básicas, por exemplo.

Dessa forma, o capítulo se propõe a falar sobre a origem e características do Papiro de Rhind, o seu conteúdo, sistema de numeração e os problemas.

1 Licenciando em Matemática (2020), Instituto Federal Catarinense (IFC) – *Campus* Rio do Sul. E-mail: igormuniz.math@gmail.com.

2 Licencianda em Matemática (2020), Instituto Federal Catarinense (IFC) – *Campus* Rio do Sul. E-mail: thais.willemann0509@gmail.com.

3 Mestre em Educação pela Universidade do Oeste de Santa Catarina (UNOESC), Professora do Instituto Federal Catarinense (IFC) - *Campus* Rio do Sul. E-mail: eden.imhof@ifc.edu.br.

ORIGEM

O Egito vem sendo um mistério ao longo dos tempos. É sabido que esta civilização construiu as pirâmides, que, nos dias de hoje, fazem parte da sua construção ainda é uma incógnita, que aos poucos está sendo desvendada.

Sabemos que o Egito, uma das primeiras civilizações, é banhado pelo rio Nilo, onde encontramos grandiosidades históricas como as Pirâmides de Gizé, um dos pontos que nos interessou neste texto, mas que levou à curiosidade pela forma como os egípcios calculavam, fonte de conhecimentos tecnológicos e matemáticos reconhecidos até nos dias de hoje.

Assim, percebemos que, além das pirâmides serem exuberantes, elas também estavam cobertas de conhecimentos, que com o passar dos tempos foram sendo associados e desvendados.

A escrita, na época a escrita hieroglífica, feita por eles, deixou o registro de um papiro que para nós se tornou referência para este estudo: O Papiro de Rhind.

CARACTERÍSTICAS

O Papiro de Rhind ou Papiro de Ahmes, escrito em folhas feitas com plantas de mesmo nome, é um documento "formado por um rolo contínuo composto por 14 folhas de papiro cada uma com cerca de 40cm de largura e 32cm de altura, unidas em suas bordas." (PEREIRA *et al*., 2015, p. 247). Copiado por volta de 1650 a.C. pelo escriba Ahmes.

O escriba diz-nos que o material deriva de um original do Reino Médio, na 12ª Dinastia, escrito entre 2000 e 1800 a.C., e é possível que algum conhecimento tenha vindo do famoso arquiteto e físico Imhotepy que supervisionou a construção da pirâmide do Faraó Zozer há cerca de 5000 anos (VEIGA; SANTOS, 2002).

Foi encontrado nos anos de 1858 d.C., pelo antiquário e arqueólogo Alexander Henry Rhind (do qual originou o nome), e foi possível perceber que seu conteúdo consistia em 85 problemas matemáticos com soluções cunhadas em uma língua chamada hierática, forma simplificada do hieróglifo. (PEREIRA *et al*., 2015).

CONTEÚDO

Os problemas contidos no Papiro de Rhind tratavam de soluções para dificuldades do dia a dia, como alimentação do gado, armazenagem de grãos, coleta de impostos, etc. Sobre eles chegaram a ser propostas competições para ver quem seria o melhor escriba (conteúdo de uma carta ficcional do Império Novo).

O papiro também nos mostra que os antigos egípcios podiam realizar as quatro operações básicas da matemática (adição, subtração, divisão e multiplicação), usavam frações, calculavam volumes de caixas e pirâmides, e calculavam áreas de retângulos, triângulos, círculos e até mesmo esferas.

> Das indicações dadas pelo papiro de Rhind, inferimos que os geômetras egípcios atribuíam ao número pi um valor equivalente ao quadrado da fracção 16/9 que daria, em número decimal, 3,1605, valor no qual o pi apresenta um erro que não chega a dois centésimos da unidade! (SENHORINHA GOI, 2012).

Eles entendiam os conceitos básicos de álgebra e geometria, e podiam resolver equações simples.

SISTEMA DE NUMERAÇÃO

O sistema numérico era decimal com base em símbolos hieróglifos para cada potência de dez até a unidade de milhão, que podiam ser escritos à vontade até satisfazer o valor desejado, não havendo restrições na quantidade de símbolos utilizados. Segundo Pereira *et al.* (2015), "a escrita hieroglífica apresentava sinais distintos para unidades, dezenas, centenas, etc., sendo os números de cada indicado pela repetição do sinal. Não havia nenhum sinal para zero e a notação era não posicional." (PEREIRA *et al.*, 2015, p. 248).

O 550, por exemplo, era escrito com cinco símbolos de cem e cinco de dez. Suas frações não continham numeradores maiores que um e eram chamadas de frações unitárias. A fração ⅖ (dois quintos) era escrita como ⅓ (um terço) mais 1/15 (um quinze avos). Essas transformações eram facilitadas pelas tabelas já existentes (CLARKE, 1990). Outras mais comuns tinham símbolos para representá-las, como ⅔ (dois terços).

OS PROBLEMAS

O Papiro de Rhind, entre as suas possibilidades, mostra a forma como os egípcios tentavam resolver seus problemas quanto à divisão de comida e outros bens de consumo no seu cotidiano, como a cobrança de impostos, utilizando matemática básica. A seguir, estão alguns exemplos:

De 1 a 6 tratam da divisão de 1, 2, 6, 7, 8 e 9 pães por 10 homens.

De 7 a 20 tratam da multiplicação de diferentes frações por 1 + 1/2 + 1/4 ou 1 + 2/3 + 1 /3.

De 24 a 29 problemas de quantidades, envolvendo equações do 1º grau com uma incógnita, resolvidas pelo método da falsa posição.

O 40 trata da divisão de pães envolvendo progressões aritméticas.

De 41 a 43 volumes de contentores cilíndricos de cereais.

De 48 a 53 áreas de triângulos, retângulos, trapézios e círculos.

Dividido em dois, o 61A e 61B trazem uma tabela de uma regra para encontrar 2/3 de números ímpares e frações unitárias.

O 62 trata de um problema de proporções, sobre metais preciosos e seu peso.

De 69 a 78 problemas de pesos de pão e cerveja. Proporção inversa.

O 79 trata de progressão geométrica de razão 7.

De 82 a 84 trata de problemas (pouco claros) sobre a quantidade de comida de vários animais domésticos, como gansos e outras aves.

Portanto, o Papiro de Rhind, traz de modo geral, soluções que resolvem problemas do dia a dia do povo egípcio conforme foi observado.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O trabalho, realizado de acordo com o que a disciplina de PPE I solicitava, tentou situar um pouco da matemática na história, trazendo com ele diversas curiosidades que apresentamos anteriormente, tanto sobre os egípcios quanto sobre o próprio Papiro de Rhind. Como o trabalho se trata de um conteúdo antigo, surgiram algumas dificuldades em relação aos dados precisos e certeiros e que não deixassem dúvidas. O conteúdo abordado somou significantemente em conhecimentos matemáticos da antiguidade, deixando claras diversas dúvidas, por exemplo, como os egípcios, um povo antigo, conseguiram resolver seus problemas e construir uma base de pensamento matemático.

REFERÊNCIAS

Senhorinha GOI. Você conhece o Papiro de Rhind?. **Matematicamente Falando:** Blog da professora da prof. Senhorinha. 18 nov. 2012. Disponível em: (https://senhorinhasiqueiradasilvagoi.blogspot.com/2012/11/voce-conhece-o-papiro-de-rhind.html). Acesso em: dez. 2021.

CLARKE, S.; R. Engelbach. **Ancient Egyptian Construction and Architecture** (em inglês). Nova Iorque: Dover Publications, 1990.

PEREIRA, A. C. C. *et al*. O Papiro de Rhind. **Sobre o uso de fontes na disciplina de História da Matemática**: Problema 56 do Papiro de Rhind. 2015, p. 247. Disponível em: (https://periodicos.ufsc.br/index.php/revemat/article/view/1981-1322.2015v10n2p243/31157).

ROBINS, G.; SHUTE, C. **The Rhind Mathematical Papyrus**: an ancient Egyptian text. London: British Museum Publications, 1987.

VEIGA, A.; SANTOS, R. **Papiro de Rhind.** Introdução. 2002. Disponível em: (https://webpages.ciencias.ulisboa.pt/~ommartins/seminario/rhind/inicio.htm).

CAPÍTULO III

DO ALGARISMO AO ALGORITMO – APLICAÇÕES CONTEMPORÂNEAS

Bianca de Mendonça[1]

Ricardo Alexandre Neves[2]

Paula Andrea Grawieski Civiero[3]

Os períodos históricos são marcados por descobertas espetaculares, que ao longo da História da Matemática também modificaram a maneira como o homem percebe o mundo e interfere nele. Neste capítulo, falaremos sobre uma delas, provavelmente uma das mais importantes para toda a humanidade, o Algarismo, bem como suas contribuições para o desenvolvimento dos algoritmos, palavra chave na sociedade da informação.

A motivação para a escrita deste capítulo foi um ensaio desenvolvido nas disciplinas de Pesquisa e Processos Educativos I e Matemática Fundamental I, ofertadas na 1ª fase do curso de Licenciatura em Matemática do Instituto Federal Catarinense - *Campus* Rio do Sul, cujo fio condutor era a História da Matemática.

Os algarismos, em primeiro lugar, representam um marco na História da Matemática. Eles são símbolos utilizados para representar cada um dos números e os que mais utilizamos atualmente são os indo-arábicos. Nesse sistema de numeração existem 10 algarismos: 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8 e 9. A palavra algarismo tem origem em homenagem ao matemático Al-Khwarizmi (780 – 850) (EDUCAÇÃO,

1 Licencianda em Matemática (2021), Instituto Federal Catarinense (IFC) – *Campus* Rio do Sul. e-mail: mendoncabiancade@gmail.com.

2 Licenciando em Matemática (2021), Instituto Federal Catarinense (IFC) – *Campus* Rio do Sul. e-mail: nevesricardoa@gmail.com.

3 Pós-doutorado e Doutorado em Educação Científica e Tecnológica (UFSC), Professora no Instituto Federal Catarinense. E-mail: paula.civiero@ifc.edu.br.

2020, s.p.). Os números que hoje são utilizados, conhecidos como indo-arábicos, foram criados pelos indianos no século V. Essa representação numérica ficou conhecida por meio de um árabe chamado Al-Khwarizmi e, conforme já citado, o nome dado aos símbolos foi em sua homenagem.

Dada a sua importância, neste capítulo apresentamos um ensaio desenvolvido com o objetivo de olhar para a História da Matemática e reconhecer o tempo histórico em que os algarismos foram criados, bem como observar algumas contribuições desta descoberta para a sociedade contemporânea. Para tanto, foi realizado um estudo bibliográfico seguido de reflexões sobre a importância do estudo da História da Matemática e suas implicações na atualidade. Para melhor explicitar o estudo, este capítulo está dividido em três itens. No primeiro, abordamos parte da história do algarismo. No segundo, trazemos a história do algoritmo, apresentando a sua origem e desenvolvimento histórico e, no terceiro, trazemos algumas reflexões de como os algoritmos têm influência em nosso cotidiano a partir das relações e interações que temos com nossos aparatos eletrônicos (TVs, Smartphones, assistentes pessoais eletrônicos, mecanismos de busca e pesquisa, entre outros). Por fim, nas considerações finais, traremos reflexões sobre a aproximação com a História da Matemática como um instrumento para nos apropriarmos dos acontecimentos na atualidade.

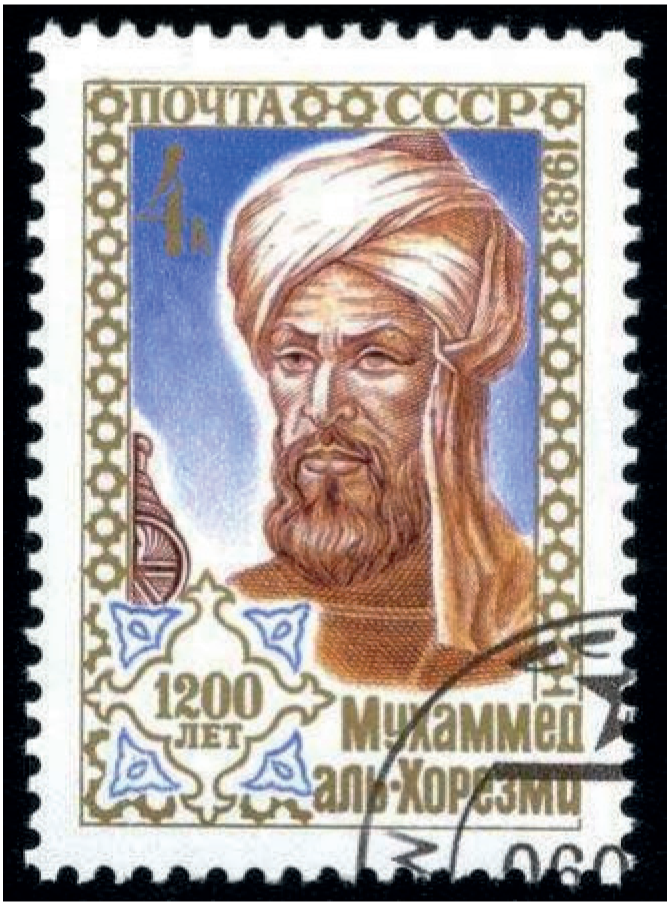
A HISTÓRIA DO ALGARISMO

O Algarismo é considerado uma das mais importantes descobertas matemáticas. Enquanto um número é apenas um conceito abstrato que utilizamos para medidas e contagens, o algarismo é um símbolo usado para representar concretamente a ideia de um número. O sistema de numeração indo-arábico, também conhecido como sistema decimal, foi criado pelos indianos e difundido pelos árabes. Esse sistema utiliza os símbolos: 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8 e 9, chamados de algarismos. São os dez dígitos dos números arábicos ocidentais, por ordem crescente de valor, assim, qualquer numeral escrito a partir da junção desses dez algarismos, terá seu valor numérico específico representado de acordo com a posição em que esses forem apresentados. Ao estudarmos a História da Matemática, identificamos que o nome importante para falar da história dos algarismos foi Abu Abdalá Maomé Ibne Muça Ibne Alcuarismi (Abü ‘Abd Alläh

Muhammad Ibn Müsä al-Khwãrizmï) mais conhecido como Alcuarismi ou Al-Khwarizmi (ESCOLA, 2022; AL-KHWARIZMI, 2021; BOYER, 2012; EVES, 2011).

Foi ele quem disseminou o sistema decimal e introduziu esses numerais e conceitos de álgebra na Europa, ficando bastante conhecido a partir da publicação da obra "Sobre a Arte Hindú de Calcular". Em razão disto, os nomes dados aos símbolos foram em sua homenagem. Al-Khwarizmi além de matemático foi astrônomo, geógrafo e escritor persa, nascido no ano de 780 na Corásmia (região histórica da Ásia Central, atualmente repartida pelo Uzbequistão e Turquemenistão) teve o fim da sua vida aos 70 anos no ano de 850, sua principal contribuição para a humanidade foi no campo da álgebra. Na figura 1 temos um selo em sua homenagem (BOYER, 2012; EVES, 2011).

Figura 1- Selo em homenagem ao matemático Al-Khwarizmi.



Fonte: retirado de: https://escola.britannica.com.br/artigo/Al-Khwarizmi/481649, 2021.

Alcuarismi nasceu em Corásmia (atual Quiva), à época, capital da região homônima, no sul da cidade do rio Oxo no Uzbequistão atual. Seus pais migraram para um lugar ao sul de Bagdá quando era criança, a data exata de seu nascimento não é conhecida. Viveu na época do califa abássida Almamune (813–833) e sabe-se que morreu em 850. Ele trabalhou na biblioteca formada pelo pai de Almamune, Harune Arraxide, denominada Casa da Sabedoria, na qual foram reunidas diversas obras científicas da matemática da época. Alcuarismi foi o primeiro a escrever sobre a álgebra, depois dele veio Abu Kamil Shuja Ibn Aslam, além de muitos outros que seguiram seus passos (GANDZ, 1926).

O livro, sob sua autoria, sobre os seis problemas de álgebra é um dos melhores sobre este assunto. Al-Khwarizmi estabeleceu seis tipos de equações algébricas que ele mesmo solucionou em seu livro. O nome de Alcuarismi, em espanhol, guarismo, que ao passar para o francês se tornou logarithme, deu origem ao termo moderno Algoritmo. Enfim, grandes matemáticos do oriente muçulmano aumentaram o número de equações de seis para vinte e, para todas, acharam soluções fundadas em sólidas demonstrações geométricas. A incógnita nas equações algébricas x era denominada pelos matemáticos muçulmanos como xay (coisa). Notadamente, na álgebra de Ômar Khayyam, ao ser transcrita xay pelos espanhóis, deu origem ao x da álgebra moderna (GANDZ, 1926).

Uma importante contribuição a partir dos algarismos foi a criação dos algoritmos, a seguir apresentamos alguns elementos para entender essa contribuição.

O ALGORITMO

Interpretando as ideias de Acevedo (2019), percebemos que, apesar de o uso dos algoritmos aparentemente ser recente, a verdade é que desde o tempo dos babilônios na resolução de multiplicações e raízes quadradas, e dos egípcios que realizavam cálculos multiplicativos de forma semelhante ao de uma expansão binária, os algoritmos já eram utilizados. Entretanto, sem o conceito que conhecemos na atualidade. Como já mencionado, a origem da palavra algoritmo vem da tradução Al-khwarizmi, e só surgiu na Idade Média. Mas, o significado da palavra, segundo Oliveira (2018, s.p):

> [...] surgiu na Idade Média. Ela vem do nome do persa Muḥammad ibn Musa Al-Khwarizmi, que foi astrônomo na Casa de Sabedoria do Califado Abássida, em Bagdá. Graças a sua vasta obra, o sistema de numeração indo-arábico,

> que usamos até hoje, se difundiu no Oriente Médio e no Ocidente. O nome "Al-Khwarizmi", devidamente latinizado, primeiro foi associado ao sistema de numeração e depois ao conceito moderno de algoritmo.

Ao longo da História da Matemática muitos algoritmos foram desenvolvidos com a intenção de facilitar os cálculos para resolução dos problemas, dentre eles, trazemos, a título de exemplo, o algoritmo de Euclides.

ALGORITMO DE EUCLIDES

Euclides, mais conhecido como o pai da Geometria, nasceu por volta de 300 a.C e foi um matemático de Alexandria no Egito. Ele escreveu a famosa obra "Os Elementos", com 13 volumes, que teve grande influência no ensino, sendo utilizada por mais de 2000 anos. Nessa obra, ele reuniu toda a sua sabedoria sobre a matemática daquela época, o que hoje chamamos de geometria Euclidiana, compreendendo temas como a geometria plana, espacial, números e aritmética. Na obra elementos, notadamente no livro 7, surge um dos algoritmos mais antigos, o Algoritmo de Euclides, que é um método simples e eficiente de encontrar o máximo divisor comum entre dois números inteiros diferentes de 0. É um processo também conhecido por processo das divisões sucessivas (FRAZÃO, 2019; BOYER, 2012).

Este método, segundo Cunha (2007, p. 2), seria da seguinte maneira: "1. Dividir o maior número pelo menor; 2. Se o resto for zero, o número menor será o *mdc* procurado; 3. Se o resto não for zero, fazer o número menor tomar o lugar do maior e o resto tomar o lugar do menor; 4. Voltar para o passo 1". Esse método é utilizado na resolução de equações diofantinas e desenvolvimento de frações contínuas. Observamos que esse algoritmo, mesmo sendo um dos mais antigos, não só contribuiu à sociedade daquele período como contribui até a atualidade.

Ao longo do tempo esses algoritmos foram desenvolvidos conforme as necessidades dos problemas da humanidade até a contemporaneidade.

O ALGORITMO: APLICAÇÕES CONTEMPORÂNEAS

Inicialmente, a definição de algoritmo é uma sequência de raciocínios, instruções ou operações para alcançar um objetivo, ou seja, solucionar um problema. Consequentemente, chega-se à finalidade da determinada questão por meio de lógica com determinados fracionamentos de ações e comandos. Para tal, segundo Crispim e Ramos (2019, p. 4):

> [...] estabelece-se o tipo de linguagem que será utilizada, podendo variar de acordo com a aplicação que será desenvolvida. Dentro da lógica da programação, que é a base para criação de qualquer algoritmo na área computacional, as linguagens podem variar muito suas formas de escrita e algumas podem possuir determinadas funções e facilidades, diferenciando-as, assim, das demais.

Em nossas práticas cotidianas é muito comum com nossos aparatos eletrônicos lermos notícias e buscarmos informações por meio de pesquisas e é nessas atividades que entramos nas relações da infraestrutura computacional de organização, filtragem e classificação. Ou seja, é dessa forma que nossos dispositivos e ambientes digitais nos sugerem o conteúdo que queremos ver. Um exemplo é o algoritmo do Facebook que definirá o que será exibido no *feed* de notícias de cada usuário, ele busca fazer uma mediação equilibrada entre tudo o que está disponível *online* e filtrar o que é mais relevante. Machado (2018, s.p.) observa que "O uso de sistemas digitais e automatizados de lógica e controle participam cada vez mais da rotina de grande parte das pessoas na sociedade".

Nesse cenário, destaca-se a importância dos algoritmos para o desenvolvimento da tecnologia. Palma (2021, S.p) afirma que:

> Desde a criação do primeiro algoritmo até os algoritmos para problemas quânticos, o homem encontrou nessa ciência a solução para diversos problemas. Isto é, o desenvolvimento da tecnologia tal como conhecemos hoje em dia está fundamentada nos princípios da lógica matemática algorítmica. Em suma, conhecer a história dos algoritmos de certa forma estará vinculada ao desenvolvimento da civilização humana.

Sabe aquele produto que você tanto procura que surge na tela do seu celular enquanto olha o Facebook? Pois então, a mesma técnica utilizada no algoritmo do Facebook é aplicada aos sites e plataformas de anúncios, onde eles trabalham na sugestão de produtos que possam ser de nosso interesse. Diante disso, as plataformas conhecidas como, por exemplo, Youtube, Instagram e Twitter aplicam a mesma técnica para manter seus usuários interessados. Portanto, observamos que a nossa vida está rodeada por algoritmos desde o despertador, que nos acorda quando toca o celular (ROCKCONTENT, 2019). Nos últimos tempos esse fenômeno tem sido alvo de muitas discussões e pesquisas. Por exemplo, encontramos em Souza; Avelino e Silveira (2018), uma ampla discussão sobre a sociedade do controle, termo utilizado pelos autores para representar a modulação nas redes sociais.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Dado o objetivo de olhar para a História da Matemática e reconhecer o tempo histórico em que os algarismos foram criados, bem como, observar algumas contribuições dessa descoberta para sociedade, observamos como o algarismo se desenvolveu em conjunto com o homem, para resolver seus problemas até a criação do algoritmo na contemporaneidade, que tem forte influência em nosso cotidiano.

Feitos os estudos bibliográficos adquirimos novos conhecimentos, percebemos como é importante saber a história por trás dos algoritmos que é interligada à história dos algarismos e seu desenvolvimento. Realizando este estudo, conseguimos observar, também que, o homem, desde muito tempo, já se preocupava em obter soluções e vem automatizando-as. Diante disso, podemos refletir sobre algumas questões, como seria o mundo atual sem todas essas contribuições? Até onde o avanço dos algoritmos pode nos levar?

Analisando este tema, percebemos o quanto nossa vida é controlada por algoritmos e que não nos damos conta disso, este é um tema muito abrangente e o nosso trabalho foi apenas um ponto inicial, ao qual almejamos que possa provocar curiosidades sobre o tema e quiçá, novos estudos.

REFERÊNCIAS

ACEVEDO, Miguel Iván. **Historia del algoritmo**. [*S.l.*]. Disponível em: https://www.academia.edu/38989333/Historia_del_algoritmo. Acesso em: 1 jun. 2021.

AL-KHWARIZMI.[S.l.]. Britânica Escola, 2021. Disponível em: https://escola.britannica.com.br/artigo/Al-Khwarizmi/481649. Acesso em: 22 jul. 2021.

BOYER, Carl. B. **História da matemática**. Editora Blucher, 2012. Disponível em: https://integrada.minhabiblioteca.com.br/#/books/9788521216117/. Acesso em: 05 ago. 2021.

CRISPIM, Ane Cristine; RAMOS, Jamile. A MATEMÁTICA POR TRÁS DOS ALGORITMOS COMPUTACIONAIS E SEU IMPACTO SOCIAL. XII Mostra Nacional de Iniciação Científica e Tecnológica Interdisciplinar (MICTI). **Anais**, v.1, n. 12, 2019. Disponível em: https://publicacoes.ifc.edu.br/index.php/cti/rticle/view/1653. Acesso em: 3 ago. 2021.

CUNHA, Marisa Ortegoza da. **Sobre a ideia de algoritmo**. Universidade de São Paulo/ Faculdade de Educação. Seminários de Estudos em Epistemologia e Didática (SEED-FEUSP). Junho, 2007. Acesso em: 23 jul. 2021.

EDUCAÇÃO, Hexag. O que é algarismo?. In: **O que é algarismo?** Online. Blog Hexag, 20 set. 2020. Disponível em: https://cursinhoparamedicina.com.br/blog/matematica/o-que-e-algarismo/. Acesso em: 6 ago. 2021.

ESCOLA, Equipe Brasil. "Abu Jafar Mohamed ibn Musa al-Khwarizmi**". Brasil Escola**, 2022. Disponível em: https://brasilescola.uol.com.br/biografia/abu-jafar-mohamed ibn-musa.htm. Acesso em: 26 jan. 2022.

EVES, Howard. **Introdução à história da matemática**. Tradução Hygino H. Domingues. 5a ed. – Campinas, SP: Editora da Unicamp, 2011.

FRAZÃO, Dilva. **Euclides Matemático de Alexandria**. [*S.l.*], 2019. Disponível em: https://www.ebiografia.com/euclides/. Acesso em: 26 jul. 2021.

GANDZ, Salomon. **The origin of the term "algebra"**, New York City, 1926.

MACHADO, Henrique Felix de Souza. Algoritmos, regulação e governança: uma revisão de literatura. **Revista de Direito Setorial e Regulatório**, Brasília, v. 4, n. 1, p. 39-62, maio 2018.

OLIVEIRA, Roberto Imbuzeiro. **O tal do algoritmo**. Rio de Janeiro, 2018. Disponível em: https://impa.br/noticias/o-tal-do-algoritmo/. Acesso em: 08 jul. 2021.

PALMA, J. F**. História do algoritmo: os primeiros passos da computação.** [*S.l.*], 2021. Disponível em: http://www.testonline.com.br/historia-do-algoritmo-os-primeiros passos-da-computacao/. Acesso em: 09 jul. 2021.

ROCKCONTENT. **Saiba como funciona um algoritmo e conheça os principais exemplos no mercado**. [S.l.],2019. Disponível em: https://rockcontent.com/br/blog/algoritmo/. Acesso em: 6 ago. 2021.

SOUZA, J.; AVELINO, R.; SILVEIRA, S. A. da. (Org.). **A sociedade do controle**: manipulação e modulação nas redes sociais. São Paulo: Hedra, 2018.

CAPÍTULO IV

OS ELEMENTOS DE EUCLIDES E AS CONTROVÉRSIAS DO QUINTO POSTULADO

Júlia Dâmaris Fachini[1]

Johann Felipe Voigt[2]

UMA OBRA EUCLIDIANA

Composto por uma vasta coleção de conhecimentos sobre matemática em sua época, a obra Euclidiana reuniu todos os conceitos que os egípcios tinham adquirido com o passar do tempo de forma desorganizada. Euclides, professor de matemática na Escola Real de Alexandria, conseguiu organizar, de forma lógica, seus conhecimentos aprofundados sobre a estrutura das figuras geométricas em hipóteses consideradas por ele básicas e óbvias, não necessitando de explicações. Essas hipóteses, chamadas de axiomas ou postulados, ficaram marcadas em toda a extensão da geometria plana.

A maioria dos postulados existentes na obra são voltados para construções geométricas utilizando somente uma régua e um compasso. Porém, a obra como conhecemos hoje, é resultado de uma série de alterações sofridas com o passar do tempo, devido às suas várias traduções. Um exemplo de alteração da obra foram os comentários feitos por Téon de Alexandria, outro professor de mate-

1 Licencianda em Matemática (2020), Instituto Federal Catarinense (IFC) – *Campus* Rio do Sul. E-mail: julia.damaris.fachini@gmail.com.

2 Mestre em Matemática Aplicada a computação gráfica pela Universidade Federal de Alagoas (UFAL), Professor do Instituto Federal Catarinense (IFC) - *Campus* Rio do Sul. E- mail: johann.voigt@ifc.edu.br.

mática, que acrescentou demonstrações alternativas, comentou alguns passos sobre demonstrações já existentes e também inseriu alguns teoremas novos.

Nota-se que, embora Euclides tenha feito um marco na história com sua obra, alguns de seus conceitos mais “intuitivos” não foram devidamente esclarecidos, abrindo uma brecha e fazendo com que as condições de existência de determinados elementos não fossem atestadas. São problemas lógicos que ficaram evidentes devido à evolução e aos padrões atuais da Matemática.

O V Postulado, conhecido como Postulado das Paralelas, foi considerado por vários matemáticos como algo abstrato e complexo. Esse postulado diz que uma reta, ao cortar outras duas paralelas, forma ângulos internos, no mesmo lado, cuja soma é menor que dois ângulos retos. Então, se as duas retas continuarem, se encontrarão no lado onde estão os ângulos. Ainda que não duvidassem da sua veracidade, achavam que ele poderia ser provado por meio dos postulados anteriores, tentando, assim, transformá-lo em um teorema. O postulado gerou muitas críticas e polêmicas, pois muitos matemáticos tentaram comprová-lo, sem sucesso.

O texto aqui apresentado é, então, baseado em como o quinto postulado de Euclides repercutiu em relação aos outros postulados citados em seu livro.

CONTEXTO HISTÓRICO

Com a chegada da tecnologia, a disseminação de conteúdos didáticos se tornou algo fácil e simples, ao contrário da situação vivida por vários povos de séculos atrás, que anotavam seus conhecimentos, cultura e costumes em pergaminhos e outros materiais para evitar que tudo que sabiam fosse apagado pelo tempo.

Por volta de 2.500 a.C., e com o surgimento dos escribas, a Mesopotâmia se torna uma das pioneiras na criação de conteúdos relacionados à educação. De acordo com Ritter e Gert Schubring (2003, p. 22), havia diferentes tipos de textos, destinados a diferentes públicos-alvo, como por exemplo: exercícios, problemas e até manuais.

Nos séculos seguintes, outros países, como o Egito (cerca de 1.800 a.C.) e a China (a partir de 500 d.C.), também se desenvolveram nesse sentido. Alguns papiros egípcios que sobreviveram desde aquela época já mostram listas de problemas e suas soluções; enquanto em 656 d.C. a China teve "a primeira lista oficial de livros textos autorizada da matemática" (SCHUBRING, 2003, p. 26).

Apesar disso, um dos materiais mais utilizados dentro da matemática foi criado na Grécia pelo matemático Euclides de Alexandria, intitulado "Os Elementos". Mediante a utilização de um sistema lógico, as definições criadas por Euclides foram as pioneiras a serem descritas como axiomas ou postulados, o que significava que esses conceitos eram formais e evidentes. Devido à boa demonstração deste método (chamado de axiomático), várias outras ciências buscaram copiá-lo e a geometria euclidiana acabou se tornando uma importante base para a evolução da Matemática.

OS DETALHES DE OS ELEMENTOS

Obra escrita por volta de 300 a.C Os Elementos revolucionou a forma de sistematização de conteúdos matemáticos, trazendo o método axiomático como uma forma de representar e unificar os dados sobre a geometria naquela época. Sendo uma das obras que mais contém edições no ocidente, sua importância se torna inegável.

Conforme citado por Bruno Vaz (2010, p. 19), o filósofo Proclo Lício (século V) foi um dos estudiosos que se interessaram pela obra e pelo motivo com o qual ela foi escrita. Proclo comentou sobre Os Elementos séculos após a sua publicação e já com algumas modificações, mas ainda assim dizia que a obra teria sido escrita para quem estava iniciando na geometria, sendo uma espécie de introdução. Apesar disso, a complexidade trazida nas demonstrações e axiomas apresentados por Euclides, sugerem que a obra não seria indicada para quem pouco sabia a respeito.

Como já dito anteriormente, a maioria do material presente em Os Elementos não foi uma descoberta de Euclides, sendo estas conhecidas e utilizadas por outros estudiosos de sua época. O grande mérito de Euclides foi conseguir organizar esses conhecimentos sistematicamente, se baseando em princípios axiomáticos e deixando a apresentação da sua obra mais clara.

Os Elementos são compostos de treze temas que se entrelaçam e são distribuídos de acordo com sua complexidade. No Livro I, somos apresentados aos pilares da obra no qual os outros livros se sustentam. Tendo como foco a figura do triângulo, são introduzidas algumas construções bases que serão extremamente necessárias para o desenvolvimento dos diagramas apresentados nos próximos livros. Acredita-se que o primeiro livro tenha tido sua base nas escolas jônicas e pitagóricas.

Já o Livro II mantém seu foco nas representações geométricas de operações básicas como, por exemplo, soma e subtração. Além de proposições focadas no Teorema de Pitágoras, em diversos tipos de triângulos, as figuras com maior ênfase são os retângulos e os quadrados.

Seguindo a mesma linha do primeiro livro, o Livro III dá uma grande importância aos diagramas dos postulados. Ele tem um foco específico nos círculos, trazendo suas propriedades e demonstra como um círculo se comporta em algumas situações, como, por exemplo, em relação com retas, ângulos e até mesmo com outros círculos.

O Livro IV, inteiramente composto por proposições de construção, continua a tratar sobre círculos, dando uma ênfase maior na relação deles com figuras retilíneas. O livro também trata sobre inscrição ou circunscrição de várias figuras geométricas, como triângulos e hexágonos regulares.

Adotando um material mais recente à obra, Euclides traz no Livro V a Teoria da Proporção apresentada pelo matemático Eudoxo. Vale destacar que essa teoria também foi trabalhada pelos pitagóricos, mas enquanto a teoria de Eudoxo se aplicava sobre qual magnitude e em grandezas comensuráveis e incomensuráveis, a teoria dos pitagóricos trabalhava somente com as comensuráveis. O Livro VI continua com a teoria apresentada no livro anterior, mas desta vez ela é aplicada à geometria plana, conseguindo levá-la além da congruência, buscando a similaridade. Os próximos três livros usam segmentos de retas para representar os números e tratam exclusivamente da teoria dos números e aritmética, fazendo com que as representações sejam bastante limitadas. No Livro VII, Euclides traz maneiras diferentes de se encontrar o Máximo Divisor Comum (MDC) e o Mínimo Múltiplo Comum (MMC) e no Livro VIII aborda a progressão geométrica. O Livro IX acaba sendo um apanhado dos dois livros anteriores, que traz para a progressão geométrica resultados baseados em números divisíveis somente por si próprio e por eles mesmos (chamados de números primos), números cúbicos e entre outros.

Sendo considerado um dos livros mais incontestáveis da obra de Euclides, acredita-se que o Livro X é baseado no trabalho de Teeteto sobre grandezas irracionais. Já no Livro XI é possível encontrar os fundamentos sobre objetos geométricos com três dimensões e sobre paralelepípedos sólidos. O Livro XII traz o método de exaustão como ferramenta para se encontrar a área de uma determinada figura utilizando dentro dela uma sequência de polígonos, que tem como principal objetivo descobrir e demonstrar como se relacionam as áreas e volumes de diversas figuras geométricas.

No Livro XIII, o último a ser considerado parte da obra Os Elementos, Euclides demonstra que existem cinco poliedros regulares capazes de serem construídos, sendo eles: pirâmide, icosaedro, octaedro, cubo e dodecaedro. Além disso, há também a construção de uma esfera que circunda esses poliedros e é construída mediante a relação do lado do sólido apresentado com o raio da esfera desenhada.

AS ALTERAÇÕES NA OBRA DE EUCLIDES

Segundo Hygino H. Domingues (2005), as primeiras tentativas reais de aprimorar a estrutura lógica de Os Elementos surgiu mais de dois milênios após sua publicação. Os motivos para a interferência de vários matemáticos são baseados em uma preocupação com o rigor lógico existente na época e com uma série de descobertas contrárias às afirmações de Euclides, usadas para afirmar que ele não teria razão sobre todos os postulados incluídos em seu livro.

Moritz Pasch (1843-1930) observa que algumas definições de Euclides não conseguem ser indubitáveis e, então, faz um grande avanço na aprimoração de Os Elementos demonstrando, em Lições de Geometria (1882), que a definição criada por Euclides para um ponto ("Ponto é aquilo que não tem partes") é falha, pois na matemática uma parte não tem uma definição lógica, não podendo ser usada para definir algum conceito. Devido a isso, Pasch acata, com novos axiomas, os conceitos de ponto, reta, plano e congruência de segmentos como conceitos sem definições (chamados de conceitos primitivos).

Outro que seguiu a linha de conceitos primitivos de Pasch, foi David Hilbert (1862-1943), considerado um dos matemáticos que mais teve influência dentro da geometria apresentada por Euclides. Procurando sempre afastar a matemática de conceitos intuitivos por meio de uma corrente chamada de formalismo, Hilbert apostou no método axiomático, apresentando sua matemática com 21 axiomas divididos em cinco grupos (incidência, ordem, congruência, paralelismo e continuidade). Cada um dos axiomas apresentados por ele, foram criados de forma que não houvesse margem para contradições, já que Hilbert e seus seguidores acreditavam que a consistência da geometria era importante para uma teoria sólida e sem aberturas para interpretações errôneas.

Conhecido pela elaboração de um enunciado sobre a lei da reciprocidade quadrática, Adrian Marie Legendre (1752-1833) também dedicou anos da sua vida tentando provar a veracidade do Quinto Postulado de Euclides utilizando os outros quatro, obviamente falhando em todas as tentativas. Apesar disso, Legendre acabou lançando o livro "Elementos de Geometria", no qual consegue apresentar os axiomas de Euclides de uma forma mais simples e clara.

AS CONTROVÉRSIAS DO QUINTO POSTULADO

Ao longo dos séculos, vários estudiosos intrigados com o Quinto Postulado tentaram resolvê-lo para provar sua veracidade. A maioria das tentativas eram baseadas em argumentos semelhantes ao próprio postulado, fazendo com que suas provas não fossem válidas.

PROCLO (SÉCULO V)

Já citado anteriormente como um dos estudiosos que se interessaram pela obra de Euclides, Proclo tentou provar o Quinto Postulado de um jeito diferente, trazendo outra demonstração para a explicação:

> I. Se uma reta corta uma de duas paralelas, então ela cortará a outra.
>
> II. Caso uma reta, caindo sobre duas retas, faça os ângulos interiores e do mesmo lado menores do que dois retos, sendo prolongadas as duas retas, ilimitadamente, encontram-se no lado no qual estão os menores que dois retos (SACHS, 2016, p. 15).

A tentativa de Proclo foi bastante criticada, pois estudiosos afirmavam que se não era possível afirmar que duas retas que se aproximam se encontrariam em algum ponto, também não era possível afirmar que duas retas que se desencontram teriam uma distância x, maior que qualquer outra grandeza.

OMAR AL-KHAYYAM (1048-1131)

Na Arábia, um matemático também ganha destaque por suas tentativas de provar o Quinto Postulado. Al-Khayyam, não duvidando da existência verídica do postulado, afirmava que ele só não havia sido provado porque, quando foi criado, os antigos o consideravam algo tão indubitável que não achavam que uma prova fosse necessária. Para Omar, os modernos também falharam na missão de provar este postulado pois havia certas premissas importantes para a prova que eles acabaram não utilizando nas demonstrações.

Tentando provar o Quinto Postulado levando em conta todas as premissas que julgava serem necessárias, Al-Khayyam criou oito novas proposições baseadas no postulado das paralelas. Uma delas dizia que se um quadrilátero simétrico possui dois ângulos retos, então os outros dois são também ângulos retos (SACHS, 2016, p. 19). Esta proposição foi considerada equivalente ao Quinto Postulado, como a maioria das tentativas de provas de outros matemáticos, e foi invalidada.

GIOVANNI GIROLAMO SACCHERI (1667-1733)

Não sendo reconhecido pela sua obra durante um período de mais de um século, o matemático e padre jesuíta Giovanni Saccheri seguiu um caminho diferente para provar o postulado de Euclides. Ao contrário da maioria dos matemáticos, Saccheri não o considerava um teorema, mas sim o admitia como falso e procurava uma contradição para essa admissão. Criando uma demonstração parecida com a de Al-Khayyam, Giovanni afirma que se um quadrilátero simétrico tivesse dois ângulos retos, os outros dois ângulos também seriam iguais entre si.

Com isso, Saccheri tinha três opções para estes ângulos: ambos poderiam ser retos, obtusos ou agudos. Como só uma destas possibilidades poderia estar correta, Giovanni tentou prová-las através da negação delas, assim como fez com o Quinto Postulado. Admitindo que a hipótese dos ângulos obtusos era contradizente ao Segundo Postulado de Euclides (o que estabelece que pode-se continuar, de maneira única, qualquer reta finita continuamente em uma reta), Saccheri tentou provar que a opção dos ângulos agudos também não seria verdadeira. Não tendo conseguido resultados totalmente satisfatórios, resolveu demonstrar esta hipótese como sendo falsa devido a sua contradição com a natureza da linha reta.

Bastava então, finalmente, provar que o quadrilátero simétrico teria quatro ângulos retos, deixando sua teoria equivalente (como o árabe Al-Khayyam) ao Quinto Postulado. Desta forma, Saccheri foi responsável por apresentar uma teoria que, apesar de ainda não trazer uma prova eficaz do postulado, era consistente.

NIKOLAI LOBACHEVSKY (1792-1856) E A GEOMETRIA NÃO-EUCLIDIANA

Nikolai Lobachevsky foi um matemático russo que passou anos defendendo a existência de uma geometria na qual o quinto postulado não precisasse ser comprovado. Apresentando em sua obra uma geometria chamada por ele de imaginária, Lobachevsky afirmava que não poderia concluir qual das duas geometrias era capaz de se encaixar melhor no mundo real.

Nikolai tentava provar cada parte de suas teorias, porque acreditava que os melhores conceitos eram aqueles que não eram baseados em intuições. Mesmo sendo alvo de várias críticas, Lobachevsky continuou publicando seus trabalhos.

> Lobachevsky propôs uma geometria hiperbólica, em que o postulado das paralelas fosse substituído por: para toda reta l e todo ponto P fora de l, há pelo menos duas paralelas distintas a l que passam por P. O nome de geometria hiperbólica foi dado futuramente pelo matemático Felix Klein em 1871, pois, de acordo com a etimologia, a palavra hipérbole está relacionada a excesso e, nesta geometria, o número de paralelas a uma reta dada passando por um ponto excede o número (um) da geometria euclidiana. (SACHS, 2016, p. 23).

Nessa nova geometria, Lobachevsky também evidenciou que, em um plano, toda reta *r* que sai de um ponto *P* em relação a uma reta *s* pode ser dividida em retas que cortam e que não cortam outras retas. Há, ainda, retas presentes entre as duas divisões citadas, chamadas de paralelas à reta dada. Portanto, nesta geometria, uma reta que não se cruza com outra reta não precisa ser necessariamente paralela.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A partir de todas as informações adquiridas com esta pesquisa, podemos observar que provar uma teoria matemática é muito mais do que somente publicá-la. A Geometria Euclidiana trouxe um grande avanço para a Matemática, pois Euclides, com sua forma didática de explicar a matemática elementar, foi o primeiro a implantar uma sistematização axiomática.

O próprio Euclides só utilizou o famoso Quinto Postulado a partir da vigésima nona proposição e, levando em consideração que, para o autor, um Postulado deve ser algo totalmente simples e evidente, o Quinto acaba sendo uma exceção, por se tratar de um axioma considerado menos indubitável do que os demais.

Apesar disso, muitos avanços foram decorrentes do Quinto Postulado de Euclides. O mundo matemático se abriu para novas possibilidades, influenciando até mesmo outras áreas de pesquisa. O surgimento da Geometria Não-Euclidiana serve para mostrar como o trabalho de Euclides repercutiu ao longo dos anos, a ponto de servir como base para uma nova (e oposta) geometria, tão consistente quanto a sua.

Acreditamos que o estudo geral da História da Geometria é muito influente para o aprendizado de novos licenciandos de Matemática, por se tratar de um ponto de vista provavelmente desconhecido pela maioria e podendo contribuir no progresso do aluno como futuro professor. Além disso, sendo uma parte da Matemática pouco estudada por discentes ao longo do ensino fundamental e médio, esta parte da história pode ser apresentada a eles visando estimular seu interesse pela matéria.

REFERÊNCIAS

DOMINGUES, Hygino H. Euclides e a Geometria Dedutiva. In: DOLCE, Osvaldo; POMPEO, José Nicolau. **Fundamentos da Matemática Elementar**: Geometria Plana. São Paulo: Editora Atual, 2005. p. 59-60.

DOMINGUES, Hygino H. Legendre: por uma Geometria Rigorosa e Didática. In: DOLCE, Osvaldo; POMPEO, José Nicolau. **Fundamentos da Matemática Elementar**: Geometria Plana. São Paulo: Editora Atual, 2005. p. 196-197.

DOMINGUES, Hygino H. Hilbert e a Formalização da Geometria. In: DOLCE, Osvaldo; POMPEO, José Nicolau. **Fundamentos da Matemática Elementar**: Geometria Plana. São Paulo: Editora Atual, 2005. p. 286-287.

LOPES VAZ, Bruno Rafaelo. **O Papel dos Diagramas na Geometria Euclidiana.** 2010. Tese (Doutorado em Filosofia) - Faculdade de Filosofia, Pontifícia Universidade Católica (PUC), Rio de Janeiro, 2010. p. 15-72.

SACHS, Línlya. **O Quinto Postulado de Euclides como História de Problemas**. 2016. Tese (Doutorado em Educação Matemática) – Instituto de Geociências e Ciências Extas, Universidade Estadual Paulista (UNESP), Rio Claro, 2016. p. 11-29).

SCHUBRING, Gert. **Análise histórica do livro didático de matemática**: notas de aula. Tradução: Maria Laura Magalhães Gomes. Campinas: Autores Associados, 2003

SILVA JUNIOR, Clovis Gomes da. O Livro Didático de Matemática e o Tempo. In: **Revista de Iniciação Científica da FFC**, Pernambuco, v. 7, n. 1, p. 13-21, 2007. Disponível em: http://www2.marilia.unesp.br/revistas/index.php/ric/article/view/130/122. Acesso em: 28 jun. 2020.

CAPÍTULO V

DIOFANTO DE ALEXANDRIA E AS ALTERAÇÕES DO SIMBOLISMO ALGÉBRICO

Igor Mohr[1]

Joyce Priscila Prochnow[2]

Paula Andrea Grawieski Civiero [3]

FIO CONDUTOR

A matemática que se conhece é constituída por uma longa história de diferentes povos, culturas e visão de mundo que usaram do conhecimento matemático para diversas atividades. O Fundo Nacional de Desenvolvimento da Educação (FNDE) conceitua a matemática como sendo "a ciência do raciocínio lógico e abstrato. A matemática estuda quantidades, medidas, espaços, estruturas e variações" (BRASIL, 2017, p.1). Um dos pilares dos conhecimentos matemáticos é o algébrico, foco deste capítulo.

Ao considerar que a álgebra é um artefato cultural e que pensar algebricamente é uma atividade humana (KAPUT, 2008) entende-se que "A álgebra faz parte do desenvolvimento humano e, como tal, surge inicialmente para resolver necessidades práticas" (COELHO; AGUIAR, 2018, p. 1). Para muitos estudiosos, este ramo, assim como os outros campos da matemática, possui o intuito de

1 Licenciando em Matemática (2021), Instituto Federal Catarinense - *Campus* Rio do Sul. E-mail: igormohr7@gmail.com.

2 Licencianda em Matemática (2021), Instituto Federal Catarinense - *Campus* Rio do Sul. E-mail: joycepprochnow@gmail.com.

3 Pós-doutorado e doutorado em Educação Científica e Tecnológica (UFSC), Professora no Instituto Federal Catarinense - *Campus* Rio do Sul. E-mail: paula.civiero@ifc.edu.br.

solucionar problemas do cotidiano que não podem ser resolvidos com outros conhecimentos como o aritmético (OLIVEIRA; LIMA; SILVA, 2020).

Contudo, a álgebra que se aprende atualmente nem sempre foi assim, é fruto da contribuição de grandes pensadores que auxiliaram na formação do que hoje se entende como álgebra. Um desses foi Diofanto de Alexandria, que contribuiu com a formação do conhecimento algébrico. Portanto, observar as alterações na representação escrita da álgebra e o que essas mudanças gráficas causaram no pensamento algébrico é relevante para todas as pessoas que estudam matemática. Sendo assim, o presente estudo busca refletir, por meio da História da Matemática, sobre as seguintes questões: qual a importância do simbolismo algébrico? Quais os efeitos de suas mudanças ao longo da história para o pensamento algébrico?

Este capítulo é fruto de um trabalho desenvolvido como um projeto integrador entre as disciplinas de Pesquisa e Processos Educativos I e Matemática Fundamental I, ofertados na 1ª fase do curso de Licenciatura em Matemática do Instituto Federal Catarinense - *Campus* Rio do Sul, cujo foco era a História da Matemática. Caracteriza-se como um trabalho bibliográfico, visto que busca compreender como a álgebra se tornou o que é hoje por meio de uma análise histórica, de modo a reconstituir os passos para o desenvolvimento do pensamento algébrico. Para tanto, destaca a importância de Diofanto de Alexandria na representação gráfica da álgebra, buscando mostrar como é a escrita algébrica antes, durante e depois desse pensador. Assim, objetiva-se conhecer as alterações propostas por ele e a relevância delas dentro do conhecimento algébrico.

CAMINHOS METODOLÓGICOS

Não. Não tenho caminho novo.
O que tenho de novo é o jeito de caminhar.
(Thiago de Mello, 2011)

A escolha metodológica de uma pesquisa é feita em função dos objetivos almejados. Sendo assim, por ter a História da Matemática como propulsora desta investigação, foi realizada uma pesquisa qualitativa com levantamento bibliográfico. A pesquisa bibliográfica é "um processo de investigação para solucionar, responder ou aprofundar sobre uma indagação no estudo de um fenômeno"

(SOUSA; OLIVEIRA; ALVES, 2021, p. 65). Para esses autores, a pesquisa "tem a finalidade de aprimoramento e atualização do conhecimento, através de uma investigação científica de obras já publicadas" (SOUSA; OLIVEIRA; ALVES, 2021, p. 65).

Com esse entendimento, a pesquisa foi realizada com base em livros e artigos científicos, com o uso das plataformas de informações Scielo, Capes e o Google Acadêmico. Após a leitura, foram realizadas discussões reflexivas em relação ao tema que tornaram evidente a importância da notação simbólica atual da álgebra, além de evidenciar a grande contribuição de diversos pensadores matemáticos, um deles, Diofanto de Alexandria.

DIOFANTO DE ALEXANDRIA

Sobre a vida de Diofanto pouco se tem conhecimento. Apesar de saber-se que viveu na cidade de Alexandria, na Grécia, alguns autores como Hermann Hankel duvidam de que ele fosse de fato grego, alguns indícios levam a crer que ele fosse árabe (ROQUE, 2020). O período em que viveu varia em 500 anos, intervalo encurtado por Paul Tannery, historiador francês de Matemática, para meados do século III, conforme citado por Schappacher (2005).

Divergindo dos demais trabalhos gregos da época, a obra de Diofanto pode parecer não ser de natureza teórica em um primeiro momento, "mas uma leitura minuciosa mostra que os problemas foram cuidadosamente escolhidos e servem para ilustrar métodos definidos e rigorosamente pensados" (DUARTE, 2020, p. 44).

Conforme explica Roque (2020), o primeiro caso de uma notação simbólica semelhante à álgebra atual está no livro Aritmética de Diofanto, no qual o autor utilizou a palavra *arithmos* para se referir a um valor/quantidade desconhecida. O fato de utilizar uma palavra para representar uma quantidade que não se conhece foi um grande passo para a abstração da matemática, por isso muitos historiadores o nomeiam como o pai da álgebra. De acordo com Urbaneja, "apesar de existir, todavia ainda, uma certa indecisão no processo abreviador, sem dúvida Diofanto inicia a construção de uma máquina mental de assombrosa precisão e eficácia que constitui a matriz da Álgebra" (URBANEJA, 2003 *apud* RAMOS, 2013, p. 31).

Portanto, observar as alterações na representação escrita da álgebra e o que essas mudanças gráficas causaram no pensamento algébrico é relevante para todas as pessoas que estudam matemática.

EVOLUÇÃO DA ESCRITA ALGÉBRICA: PROSA, ABREVIAÇÕES E SÍMBOLOS.

A álgebra pode ser classificada em retórica, sincopada e simbólica. A primeira é caracterizada por ser escrita totalmente em prosa, ou seja, não havia abreviações ou símbolos. A segunda, que é a álgebra de Diofanto, apresenta abreviações de diversas quantidades, sendo utilizada a primeira ou última letra da palavra em questão. Já a última utiliza símbolos "que aparentemente nada têm a ver com os entes que representam" (EVES, 2001, p. 206).

A álgebra retórica é "a ferramenta inicial, a mais básica, a linguagem ordinária" (FRAILE, 1998 *apud* MOURA; SOUSA, 2005), apropriando-se apenas das palavras para representar as equações, sem utilizar abreviações ou símbolos específicos. "A linguagem matemática através de Palavras é o primeiro passo da criação da linguagem especificamente matemática para o qual são escolhidas as palavras que mais direta e claramente expressam movimentos matemáticos" (LIMA; MOISÉS, 2000, p. 27-28).

A álgebra é fruto das contribuições de grandes civilizações, como confirmam Fiorentini, Miorim e Miguel (1993), sendo uma delas a sociedade egípcia, que apresentou grandes avanços matemáticos, e que se utilizava da álgebra retórica para resolver suas equações. Os Papiros de Rhind e de Moscou são dois documentos que trazem juntos cerca de 110 problemas matemáticos, com resolução de equação de 1° grau com uma incógnita.

Outra grande civilização que operava com álgebra retórica é a babilônica, que se excedia em relação à egípcia por trazer equações lineares, quadráticas e cúbicas, como exposto numa das mais notáveis tábuas dessa civilização, a Plimpton 322.

Segundo Roque (2020), introduzir um novo símbolo é um alicerce para o desenvolvimento da álgebra e o pensador Diofanto, com sua obra Aritmética, teve um papel relevante no processo. A chamada designação abreviada otimizou o tempo, visto que não seria necessário escrever tudo por extenso, poderiam ser utilizados os símbolos definidos por este matemático.

O quadro 1 apresenta os símbolos criados por Diofanto, seu significado e como seria a representação atual.

Quadro 1 - Símbolos, significado e representação atual das designações abreviadas de Diofanto.

Símbolos de Diofanto	Significado	Representação Atual
ς	Quantidade desconhecida	x (símbolo qualquer)
Δ^{Y}	Quadrado da quantidade	x^2
K^{Y}	Cubo	x^3
$\Delta^{Y}\Delta$	Quarta potência	x^4
ΔK^{Y}	Quinta potência	x^5
$K^{Y}K$	Sexta potência	x^6

Fonte: adaptado de Roque (2020, p. 232).

Segundo Oliveira, Lima e Silva (2020, p. 352), “Diofanto é o responsável pela transição da álgebra retórica para a álgebra sincopada”. Com o passar dos anos, ela foi sendo modificada até chegar no que se conhece como álgebra simbólica. Para os autores, muitos matemáticos dos séculos XVI e XVII contribuíram com essa modificação; François Viète (1540 - 1603) foi responsável pela criação e introdução de diversos símbolos como o sinal de mais (+) e o sinal de menos (-); Robert Recorde introduziu o sinal de igual (=) e René Descartes concluiu este processo com a publicação de sua obra La Géométrie. Ainda, para esses autores, na álgebra simbólica, “os problemas algébricos são escritos com uso de símbolos, as equações ganham destaque e ficam conhecidas como o idioma da álgebra” (OLIVEIRA; LIMA; SILVA, 2020, p. 354).

Para ilustrar o caminho proposto por Diofanto e a facilidade com que resolvemos problemas hoje em dia, sendo resultado do uso das notações, apresentamos a seguir dois problemas diofantinos, trazidos da forma que o autor os resolveu, e utilizando-se da álgebra simbólica.

Quadro 2 - Exemplo, segundo as características de cada fase algébrica, do seguinte problema: dividir um número dado em dois números de diferença dada.

Fase da Álgebra	**Resolução**
Retórica	Seja 130 o número e a diferença 50; achar os números. Supondo *arithmos* o número menor, o maior será *arithmos* mais 50; logo, os dois somados dão 2 *arithmos* mais 50, que vale 130. Então, 130 é igual a 2 *arithmos* mais 50. Em seguida, subtrai-se 50 a cada um dos membros ficando 2 *arithmos* iguais a 80. Logo, o número *arithmos* será 40. Então, *arithmos* é 40 e *arithmos* mais 50 é 90.
Sincopada	Supondo arithmos (ζ) o número menor, o maior será ζ mais 50; logo, os dois somados dão 2ζ mais 50, que vale 130. Então, 130 é igual a 2ζ mais 50. Em seguida vamos subtrair 50 a cada um dos membros ficando 2ζ igual a 80. Logo o número ζ será 40. Então, ζ é igual a 40 e ζ mais 50 é igual a 90.
Moderna	Supondo x o número menor, o maior será $x + 50$; logo, os dois somados dão $2x + 50$, que vale 130. Então, $2x + 50 = 130$. Em seguida vamos subtrair 50 de cada um dos membros $2x + 50 - 50 = 130 - 50$ ficando $2x = 80$. Logo $x = 40$. Portanto, os números são 40 e 90.

Fonte: adaptado de Serrão e Brandemberg (2013).

Quadro 3 - Exemplo, segundo as características de cada fase algébrica, do seguinte problema: encontrar dois números com soma e produto dados.

Fase da Álgebra	**Resolução**
Retórica	Considere que a soma é 30 e o produto, 125. Supondo que a diferença entre os dois números seja 2 arithmos, começamos por dividir a soma desses números (que é 30) em dois (obtendo 15). A partir desse resultado, consideramos um arithmos somado a e subtraído de 15, respectivamente, cada uma das metades. Como a metade da soma é 15, tomando a metade subtraída 1 arithmos mais a metade acrescentada de 1 arithmos obtendo 30, que é a soma desejada. Para que o produto seja 125, multiplicamos essas mesmas quantidades, obtendo 225 subtraído do quadrado do arithmos (um dynamis). Chegamos, assim, à conclusão de que o dynamis deve ser 100, logo, o valor do arithmos é 10. Os valores procurados serão, portanto, 15 mais 10 e 15 menos 10, ou seja, 25 e 05.
Sincopada	Se esses números fossem iguais, cada um deles seria 15. Supomos que a diferença entre eles seja 2ζ, ou seja, os dois números procurados são obtidos retirando ζ de um destes 15 e adicionando ζ ao outro. Como a soma não muda após essas operações, temos 15 menos ζ mais 15 mais ζ = 30. Mas sabemos também que o produto desses números é 125, logo, podemos escrever 15 menos ζ multiplicado por 15 mais ζ é igual a 125. Observamos, então, que 225 menos Δ^2 é igual a 125, e concluímos que o valor de ζ deve ser 10. Logo, os números procurados 15 menos ζ e 15 mais ζ são, respectivamente, 5 e 25.
Moderna	Supondo x e $y = 15$, seja 30 a diferença entre eles, então existe z, tal que $x = 15 - z$ e $y = 15 + z$. Substituindo na equação $x \cdot y = 125$ obtemos: $(15 - z).(15 + z) = 125$; logo, $225 - z^2 = 125$. Então, $z = 10$. Logo, os números procurados $x = 15 - z$ e $y = 15 + z$ são, respectivamente, 5 e 25.

Fonte: adaptado de Serrão e Brandemberg (2013).

Em seguida, traçamos o caminho inverso, tentando resolver problemas atuais de forma retórica:

Quadro 4 - Exemplo, segundo as características de cada fase algébrica, do seguinte problema: a soma de três números pares e consecutivos é 60. Quais são esses números?

Fase da Álgebra	Resolução
Moderna	Sendo eles pares, sabemos que a diferença entre um e outro é de 2, então a soma dos três corresponde 3x + 6 = 60, resolvendo a equação temos que 3x = 54, logo x = 18. Os números procurados são 18, 20 e 22.
Sincopada	Considerando o menor dos números como ζ, os outros seriam ζ mais 2, e ζ mais 4. Somando teremos 3ζ com 6 que equivale a 60, ou 3ζ sendo igual a 54. O ζ então terá valor 18, e os outros consequentemente 20 e 22.
Retórica	Considerando o menor dos números como arithmo, os outros seriam arithmo mais 2, e arithmo mais 4. Somando teremos 3 arithmos com 6 que equivale a 60, ou 3 arithmos sendo igual a 54. O arithmo então terá valor 18, e os outros consequentemente 20 e 22.

Fonte: adaptado de Serrão e Brandemberg (2013).

A contribuição de Diofanto não se limita apenas ao simbolismo algébrico com a introdução da álgebra sincopada, pois o autor, em sua Aritmética, também traz um novo olhar sobre o pensamento matemático, em especial, o conceito de número. A reinterpretação da obra feita pelo matemático francês François Viète, é considerada por Arruda (2015) como um pedaço de emenda pela qual a 'nova' e antiga Ciência estão conectadas.

Os Gregos Antigos viam o conceito de número preso ao objeto, ao físico, sendo uma representação unitária de alguma coisa. Já Diofanto, "reconhece, na incógnita, o pensamento numérico" (MOURA; SOUSA, 2009, p. 15), e o número passa a independer do objeto, sendo percebido então como um conceito abstrato.

Diofanto, apesar de não se preocupar em generalizar os procedimentos de resolução dos exercícios propostos, acaba se 'distanciando do real' ao tratar com a abstração do número, e a indeterminação do método geral é, segundo Arruda (2015), um conceito que pode ser formado somente no reino do procedimento simbólico. Isso foi o que permitiu o aparecimento da visão de magnitude geral da matemática moderna, centrada no método enquanto tal, característica da 'nova' Ciência.

Entretanto, Roque (2020, p. 234) lembra que, "para caracterizar o pensamento algébrico não basta associá-lo ao uso de símbolos, e menos ainda ao uso de abreviações". Para Almeida (2017, p. 3), "a álgebra se revela muito mais na maneira do sujeito pensar, em detrimento da linguagem utilizada para expressar esse pensamento".

A linha de raciocínio defendida por estes autores é a de que a álgebra não se resume ao domínio dos símbolos e operações matemáticas de forma desconexa da realidade. Para eles, deve-se saber o que está por trás das operações e fórmulas e aplicar esse conhecimento no dia a dia, só assim terá se desenvolvido o pensamento algébrico.

REFLEXÕES SOBRE O ENSINO E APRENDIZAGEM DA ÁLGEBRA

Observando a história da álgebra, é possível notar as alterações que esta sofreu ao longo dos anos e a importância que os símbolos adquiriram, contudo "resumir a atividade algébrica à manipulação simbólica equivale a reduzir a riqueza da álgebra a apenas uma de suas facetas" (BIANCHINI; MACHADO, 2010, p. 358). Para Ponte, Branco e Matos (2009, p. 11), "aprender álgebra implica ser capaz de pensar algebricamente numa diversidade de situações, envolvendo relações, regularidades, variação e modelação", assim, é de extrema relevância que o aluno desenvolva o pensamento algébrico.

Ribeiro e Cury (2015, p. 18), ao realizarem um panorama de pesquisas relacionadas ao ensino e à aprendizagem de álgebra, concluíram que as pesquisas indicam que:

> [...] mesmo ao final da escolaridade básica, após vivenciarem processos de aprendizagem de conceitos algébricos fundamentais, como é o caso do conceito de equação, os alunos não reconhecem as estruturas desse ente matemático, não são capazes de apresentar uma caracterização para esse conceito e somente evocam os procedimentos e técnicas de resolução.

Segundo Pereira (2017, p. 9),

> [...] as dificuldades associadas ao ensino de álgebra podem estar relacionadas com alguns fatores, tais como: abordagem do conteúdo, organização escolar dos conteúdos, relação estabelecida entre Álgebra e Aritmética, pensamento algébrico e a mediação dos conteúdos pelos professores.
>
> Em relação à abordagem dos conteúdos algébricos percebe-se que há uma valorização extremada da linguagem algébrica com um excessivo formalismo

> geralmente a linguagem algébrica não é construída auxiliada por um pensar algébrico não permitindo a construção de raciocínio dinâmico.

Para Gil (2008 , p. 35), "é necessário que o trabalho com conceitos e procedimentos algébricos também seja gradual, passando por uma fundamentação verbal, a fim de que os alunos tenham se apropriado deles de uma forma efetiva". Na visão da autora, para haver a construção dos conceitos algébricos e a apropriação de seus procedimentos é necessário que se produza significado. A professora Elizabeth Adorno de Araujo (2008, p. 336-337) acredita que:

> se não se introduzir a álgebra de maneira significativa, conectando os novos conhecimentos aos conhecimentos prévios que os alunos já possuem, se aos objetos algébricos não se associar nenhum sentido, se a aprendizagem da álgebra for centrada na manipulação de expressões simbólicas a partir de regras que se referem a objetos abstratos, muito cedo os alunos encontrarão dificuldades nos cálculos algébricos e passarão a apresentar uma atitude negativa em relação à aprendizagem matemática, que para muitos fica desprovida de significação.

Em relação aos professores, Ribeiro e Cury (2015, p. 19) trazem alguns resultados de pesquisas realizadas com professores da Educação Básica. Esses resultados evidenciam que "os professores têm uma concepção de equação muito ligada à questão procedimental - as técnicas e os procedimentos para sua resolução". Os estudos também indicam que os professores ensinam a trabalhar com o processo de resolução de equações da maneira que aprenderam a resolver. Esse processo, muitas vezes, é desprovido de significado, configurando um amontoado de símbolos, regras e técnicas de resolução, em detrimento da apropriação de conceitos. Por sua vez, Ribeiro e Cury (2015) destacam a importância de mudanças na formação inicial ou continuada de professores em relação ao ensino de álgebra.

Essas pesquisas mostram que há problemas no ensino e na aprendizagem de álgebra, o que vem reforçar a necessidade de reconhecer os passos históricos e rever o que significa ensinar e aprender álgebra, visando à apropriação dos conceitos e o desenvolvimento do pensamento algébrico.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Neste capítulo, procurou-se compreender como a álgebra se tornou o que é hoje por meio de uma análise histórica, de modo a reconstituir os passos para o desenvolvimento do pensamento algébrico. Destacou-se a importância de Diofanto de Alexandria na representação gráfica da álgebra, buscando mostrar como é a escrita algébrica antes, durante e depois desse pensador.

Pode-se notar que a álgebra atual ou simbólica facilitou a representação por meio de símbolos dos problemas algébricos. Esta facilidade na representação é totalmente vinculada ao conhecimento abstrato da matemática dentro da álgebra, um dos pensadores que contribuiu com a abstração algébrica foi Diofanto, como explicitado durante o capítulo.

A facilidade nas operações com a álgebra moderna tornou este conhecimento rápido e eficiente, visto que as abstrações simbólicas ampliaram as aplicações em diversas situações, inclusive no dia a dia.

Essa simbologia moderna trouxe um grande avanço para a matemática, visto que fez as representações e cálculos mais rápidos, mas também trouxe uma complexidade em relação à compreensão dos conteúdos. Durante as pesquisas para a elaboração deste material, pode ser observado que a álgebra atual é muito focada nos símbolos e em suas operações, não dando espaço para a construção do pensamento algébrico. Isso faz com que muitas pessoas vejam a álgebra como algo desconexo da realidade, portanto, sem significado.

Manipular os símbolos e as operações não garante a aprendizagem e a aplicabilidade da álgebra no cotidiano, visto que não terá sido desenvolvido o pensamento algébrico. A álgebra moderna não surgiu do nada, é fruto de uma história milenar que deve ser estudada para então ser compreendida. Pode-se entender que a matemática vem para solucionar problemas cotidianos e, por consequência, a álgebra possui o mesmo intuito de resolver problemas.

Este capítulo também demonstrou o quão ampla é a álgebra e o quanto há para ser estudado. Nesse ínterim, destaca-se a premência da formação inicial ou continuada de professores de matemática que promova a apropriação dos conceitos algébricos, para além das técnicas de resolução e, portanto, a importância do reconhecimento dos movimentos históricos. Por fim, elencam-se alguns segmentos de pesquisa futura: álgebra diofantina, o conceito de símbolo, a dificuldade da escrita algébrica de forma digital e, um dos mais instigantes, a construção do pensamento algébrico no campo da Educação Matemática.

REFERÊNCIAS

Álgebra. In Britannica Escola. Web, 2021. Disponível em: https://escola.britannica.com.br/artigo/álgebra/480569. Acesso em: 5 de julho de 2021.

ALMEIDA, J. R.. ÁLGEBRA ESCOLAR NA CONTEMPORANEIDADE: uma discussão necessária. **Em Teia | Revista de Educação Matemática e Tecnológica Iberoamericana**, [S.L.], v. 8, n. 1, p. 1-18, 1 jul. 2017. Universidade Federal de Pernambuco. Disponível em: http://dx.doi.org/10.36397/emteia.v8i1.12004. Acesso em: 20 jul. 2021.

ARAUJO, E. A. de. Ensino de álgebra e formação de professores. **Revista Educação Matemática Pesquisa**, São Paulo, v. 10, n. 2, p. 331-346, 2008. Disponível em: https://revistas.pucsp.br/index.php/emp/article/view/1740/1130. Acesso em: 24 jan. 2022.

ARRUDA, E. J. de. **A conceitualização antiga e moderna**: possibilidades de interpretação da origem do simbolismo algébrico moderno. jun. 2012. Disponível em:https://proativa.virtual.ufc.br/sipemat2012/papers/201/submission/director/201.pdf. Acesso em: 20 jul. 2021.

ARRUDA, E. J. de. **Atividades de história da matemática**: perspectivas e desafios na compreensão de conceitos aritméticos. set. 2012. Disponível em: https://ri.ufs.br/bitstream/riufs/10179/40/40.pdf. Acesso em: 20 jul. 2021.

ARRUDA, E. J. de. **O pensamento de Jacob Klein sobre a simbolização algébrica nos séculos XVI e XVII.** 2015. Disponível em: https://aplicacoes.ifs.edu.br/periodicos/index.php/caminhos_da_educacao_matematica/article/view/51/36. Acesso em: 20 jul. 2021.

BIANCHINI, B. L.; MACHADO, S. D. A. A Dialética entre Pensamento e Simbolismo Algébricos. **Revista Educação Matemática Pesquisa**, São Paulo, v. 12, n. 2, p. 354-368, 2010. Disponível em: https://revistas.pucsp.br/index.php/emp/article/view/4198/3310. Acesso em: 24 jan. 2022.

BRASIL. Fundo Nacional de Desenvolvimento da Educação. Ministério da Educação (ed.). Matemática. 2017. Disponível em: http://www.fnde.gov.br/component/k2/item/4081-matem%C3%A1tica. Acesso em: 10 jul. 2021.

COELHO, F. U.; AGUIAR, M. A história da álgebra e o pensamento algébrico: correlações com o ensino. 2018, **Estudos Avançados.** [S.L.]: Fapunifesp (Scielo), p. 171-187, 2018.

DUARTE, J. R. **Equações diofantinas associadas a funções aritméticas.** Unesp.br, p. 41–47, 27 out. 2020.

EVES, H. **Introdução à história da matemática**. 5. ed. Campinas: Unicamp, 2011. 848 p. Disponível em: https://ia803005.us.archive.org/32/items/HistriaDaMatemtica/Hist%C3%B3ria%20da%20Matem%C3%A1tica.pdf. Acesso em: 12 ago. 2021.

FIORENTINI, D.; MIORIM, M. A.; MIGUEL, A. Contribuição para um repensar a educação algébrica elementar. **Pró-Posições,** v. 1[10], n. 4, p. 78–91, 1993.

GIL, K. H. **REFLEXÕES SOBRE AS DIFICULDADES DOS ALUNOS NA APRENDIZAGEM DE ÁLGEBRA**. 2008. 120 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Mestrado em Educação em Ciências e Matemática, Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2008. Disponível em: https://repositorio.pucrs.br/dspace/bitstream/10923/2962/1/000401324-Texto+Completo-0.pdf. Acesso em: 24 jan. 2022.

KAPUT, J. J. What is Algebra? What is Algebraic reasoning? In: KAPUT, J. J.; CARRAHER, D. W.; BLANTON, M. L. (Eds). **Algebra in the Early Grades**. New York: Lawrence Erlbaum, 2008, p. 5-17.

MOURA, A. R. L. de; SOUSA, M. do C. de. O lógico-histórico da álgebra não simbólica e da álgebra simbólica: dois olhares diferentes. **Zetetike**, v. 13, n.2, p. 11–46. 2009. Disponível em: https://doi.org/10.20396/zet.v13i24.8646987. Acesso em: 20 de jul. 2021.

MELLO, T. **A vida verdadeira**, 2011. Disponível em: https://eupassarin.wordpress.com/2011/01/27/thiago-de-mello-brasil-1926. Acesso em: 24 jan. 2022.

OLIVEIRA, T. S. P. de; LIMA, A. C. de S.; SILVA, E. N. Estudo da álgebra. In: IV Seminário cearense de história da matemática, 2020. **Boletim Cearense de Educação e História da Matemática.** [S.L.] Bocehm, 2020. p. 347-356.

PEREIRA, C. A.; **Dificuldades do ensino da álgebra no ensino fundamental**: algumas considerações. R. Eletr. Cient. Inov. Tecnol, Medianeira, v. 8. n. 15, 2017. E – 5047. Disponível em: https://periodicos.utfpr.edu.br/recit. Acesso em: 24 jan. 2022.

PONTE, J. P. da; BRANCO, N.; MATOS, A. Álgebra no ensino básico. Lisboa: Dgidc, 2009. 181 p. Disponível em: http://hdl.handle.net/10451/7105. Acesso em: 24 jan. 2022.

RAMOS, M. D. C. P. **Da Álgebra Geométrica Grega à Geometria Analítica de Descartes e de Fermat.** [s.l.] , 2013. Disponível em: https://repositorio-aberto.up.pt/bitstream/10216/70070/2/24533.pdf. Acesso em: 12 jul. 2021.

RIBEIRO, A. J.; CURY, H. N. Álgebra para a formação do professor: explorando os conceitos de equação e função. Belo Horizonte: Autêntica Editora, 2015. (Coleção Tendências em Educação Matemática)

ROQUE, T. **História da matemática: uma visão crítica, desfazendo mitos e lendas.** 5. ed. Rio de Janeiro: Zahar, 2020.

SCHAPPACHER, N. **Diophantus of Alexandria**: a Text and its History. [s.l.], 2005. Disponível em: http://www.24grammata.com/wp-content/uploads/2013/06/Diophantus-24grammata.com_.pdf. Acesso em 12 jul. 2021.

SERRÃO, M. M.; BRANDEMBERG, J. C.. **Utilizando problemas da história antiga da matemática como estratégia para o ensino de equações no 9° ano da escola básica.** 10. ed. Campinas: SNHM, 2013. 9 p.

SOUSA, A. S. de; OLIVEIRA, G. S. de; ALVES, L. H. A pesquisa bibliográfica: princípios e fundamentos. **Cadernos da Fucamp**, Monte Carmelo, v. 20, n. 43, p. 64-83, 2021. Disponível em: file:///C:/Users/user/Downloads/2336-8432-1-PB.pdf. Acesso em: 19 jul. 2021.

CAPÍTULO VI

DESCARTES E O DISCURSO DO MÉTODO

Jussara Andrade[1]

Larissa Hang[2]

Samanta Diatrine Jaeger Martins[3]

Bruno Henrique Labriola Misse[4]

Neste capítulo, abordaremos a obra "O discurso do Método", a mais importante do filósofo, matemático e pesquisador René Descartes, seu discurso deu origem a um pensamento moderno, que era racional e tinha como principal ideia de que o conhecimento é inato ao ser humano.

René Descartes contribuiu em diversas áreas do conhecimento, por exemplo, na matemática, criou o plano cartesiano relacionando álgebra com a geometria favorecendo a criação da geometria analítica; e na filosofia estabeleceu um método capaz de racionalizar o pensamento filosófico.

Descartes se baseou em seu conhecimento e suas experiências para criar sua própria compreensão de razão, porém já dizia: "(...) meu propósito não é ensinar aqui o método que cada um deve seguir para bem conduzir sua razão, mas somente mostrar de que modo procurei conduzir a minha" (DESCARTES, 2001, p. XXIV).

No decorrer do texto, observamos e analisamos sua obra mais detalhadamente, a fim de compreender seu pensamento, lembrando sempre que: "Ler

1 Licencianda em Matemática (2020), Instituto Federal Catarinense (IFC) – *Campus* Rio do Sul. e-mail: ja0937131@gmail.com.

2 Licencianda em Matemática (2020), Instituto Federal Catarinense (IFC) – *Campus* Rio do Sul. e-mail: larissahang123@gmail.com.

3 Licencianda em Matemática (2020), Instituto Federal Catarinense (IFC) – *Campus* Rio do Sul. e-mail: samantajaeger07@gmail.com.

4 Doutor em Educação Matemática pela UNESP Rio Claro, Professor no Instituto Federal Catarinense - *Campus* Rio do Sul. E-mail: bruno.misse@ifc.edu.br.

atentamente o discurso é um pouco como conviver com o filósofo, e este não é o menos atrativo de uma leitura como essa" (DESCARTES, 2001, p. XXX).

Podemos perceber com a leitura de sua obra, que ele queria que seu método fosse de fácil acesso para todos, incluindo as mulheres, não aceitando pré-conceitos. E almejava que todos conseguissem chegar a um conhecimento verdadeiro, de forma autônoma sem nenhum tipo de dogma.

Ao ler a obra, compreendemos a importância que o método representa para seus leitores, pois ele nos possibilita criar um pensamento autônomo, de forma que nos proporciona diversas reflexões acerca dos assuntos tratados.

CONTEXTO HISTÓRICO E BIBLIOGRAFIA

Para melhor entendermos o que escreve Descartes, buscaremos neste item contextualizar a vida do autor, trazendo fatos relevantes de sua vida que podem ser encontrados em livros como Eves (2011), sites e no prefácio da tradução que utilizamos como objeto de estudo.

René Descartes nasceu em La Haye, França, no dia 31 de março de 1596, em um período de transição, no qual começaram a surgir os estados nacionais em que o Absolutismo era o sistema de governo. Nesse sistema, o rei comandava e tinha o poder absoluto de decisão, daí deriva a palavra absolutismo.

Quando pequeno, Descartes foi deixado aos cuidados de seu pai, de sua avó e, também, de uma governanta, após ter ficado órfão por parte de mãe nos seus primeiros anos de vida. Por seu pai ser conselheiro do parlamento teve a chance de ter um estudo de qualidade e desde muito cedo teve contato com a filosofia e a matemática, que se tornaram sua paixão.

Descartes estudou no seminário de Jesuítas no período de 1606 a 1614 dentro da doutrina escolástica que limitava o pensamento autônomo em relação à fé. No prefácio da obra *Discurso do Método* (DESCARTES, 2001) nos é dito que, após vivenciar a doutrina escolástica por um período, ele começou a discordar das ideias impostas, tornando-se mais autônomo e criando suas próprias ideias e teorias.

Historicamente, na Europa, após o período escolástico surge uma necessidade de resgatar a Ciência e a Pesquisa do cenário em que a fé limitava o pensamento e ditava verdades, e com isso surge no século XV o Renascimento, que tinha como um de seus objetivos a busca pelo conhecimento científico. Descartes foi a favor desse movimento até que ocorreu o rompimento da sabedoria com a Ciência, no qual ele defendia que uma era essencial à outra, pois a sabedoria só se desenvolvia dentro de uma ciência certa e a ciência sem a sabedoria seria incerta.

Depois de concluir o seminário, entrou para a faculdade de direito e se tornou bacharel em 1616, porém nunca atuou na área. Descartes se tornou soldado do exército do príncipe holandês em 1618 por um período de um ano. Em 1619, alistou-se no exército católico do duque da Baviera, contudo percebeu que sua carreira militar não estava destinada ao sucesso, assim desiste de ser militar e passa a dedicar sua vida à filosofia e à matemática, mas ainda exerce o papel de conselheiro e estrategista militar.

Nos séculos XV e XVI, historicamente, deu-se início a avanços significativos em diversos campos das ciências, sendo que o século XVII foi o mais favorável à disseminação da ciência e da pesquisa, que se expandiram em praticamente toda a Europa. Participaram desse movimento de expansão grandes nomes, como por exemplo: Galileu Galilei[5], Leonardo da Vinci[6] e Francis Bacon[7].

Em 1630, Descartes começou a escrever um esboço do seu livro intitulado "O Mundo ou tratado da luz", em novembro de 1633 publicaria essa obra, porém ficou com medo do que a igreja fizera com Galileu[8] e decidiu não publicá-la. Em 1635, nasce Francine sua filha e, em 1637, ele publica o livro "O discurso do método", uma de suas obras mais relevantes e objeto de estudo deste capítulo.

No ano de 1640, Descartes perde seu pai e sua filha. Já no ano seguinte, publica outra grande obra intitulada "Meditações Metafísicas", ele publicou outras obras, porém foge ao escopo de nosso trabalho, por esse motivo não iremos enumerá-las. No ano de 1649 se mudou para a Suécia, a convite da rainha Cristina para ser seu conselheiro. O rigoroso inverno da Suécia causou uma forte pneumonia em Descartes, que não resistiu e acabou falecendo em Estocolmo no dia 2 de fevereiro de 1650.

---

5 Galileu Galilei (1564 - 1642). Originário da Itália, foi um matemático, físico, filósofo e astrônomo.

6 Leonardo Da Vinci (1452 - 1519). Originário da Itália, foi um cientista, matemático, engenheiro, inventor, anatomista, pintor, escultor, arquiteto, botânico, poeta e músico.

7 Francis Bacon (1561 - 1626). Originário de Londres, foi um filósofo, político e um dos fundadores do método indutivo de investigação científica.

8 Galileu defendia algumas teorias não aprovadas pela igreja e com isso foi condenado a fogueira, porém negou seus princípios para não ser condenado, confessando seu erro e então foi condenado apenas para prisão domiciliar até o fim de sua vida.

A OBRA: O DISCURSO DO MÉTODO

Nessa obra observamos as ideias e entendemos o porquê de Descartes criar esse Método. Ele divide a obra em seis partes, e no decorrer do nosso capítulo exporemos cada uma delas, de forma individual, para melhor compreendermos.

Descartes começa a primeira parte do seu discurso apresentando um conceito sobre o *bom senso* e a *razão*, na qual ele diz que existem diferentes opiniões, uma vez que as pessoas possuem histórias de vida próprias, carregando bagagens históricas únicas, que fazem com que cada uma considere diferentes aspectos em cada situação. Nesse caso, ninguém seria melhor do que o outro, "Pois não basta ter o espírito bom, mas o principal é aplicá-lo bem" (DESCARTES, 2001, p. 05). Ele se considerava igual a todos os homens, e para ele a única coisa que nos diferencia dos animais é a nossa razão e o nosso bom senso.

Por duvidar de tudo e ter desenvolvido um pensamento autônomo durante sua vida, ele criou seu próprio método para adquirir cada vez mais conhecimento, e queria que este perdurasse durante toda sua vida, e além dela. Usando sempre a dúvida como instrumento da busca pela verdade.

Uma de suas premissas para o desenvolvimento do método é que todos os seres humanos estão sujeitos a falhas. Entendemos, com a leitura de Descartes (2001), que seu objetivo com a publicação do livro é mostrar os caminhos que ele percorreu em sua vida e o modo como conduziu sua razão por entre eles. O autor deixa claro que o objetivo não era ensinar o método e sim demonstrá-lo, com o propósito de se tornar útil às pessoas. "Assim, meu propósito não é ensinar aqui um método que cada um deve seguir para bem conduzir sua razão, mas somente mostrar de que modo procurei conduzir a minha" (DESCARTES, 2001, p. 7).

Desde muito pequeno foi iniciado nos estudos, e habituado a adquirir conhecimento, porém, com o passar do tempo, começou a não concordar com as dinâmicas de sua aprendizagem, o que fez com que ele começasse a ler e estudar por conta própria. Apesar de não concordar com o que lhe foi ensinado, ou com a forma pela qual foi ensinado, ele não descartava este conhecimento, uma vez que tal conhecimento foi útil para a sua vida. Entendemos que, para ele, o século em que estava vivendo seria muito promissor para avanços científicos e para a pesquisa. Descartes dedicou muito tempo à leitura de livros, buscando conhecer diferentes povos e diferentes épocas. Apesar desse hábito lhe proporcionar boas viagens imaginativas aos séculos passados, ele preferiu deixá-las um pouco de lado e viver o mundo real, realizando viagens pela Europa.

Na segunda parte de sua obra, ele descreve sua estadia na Alemanha, em que, devido ao frio, se isolou em uma caserna[9], o que lhe possibilitou pensar, estudar e organizar as suas ideias, entre elas, a comparação entre as cidades construídas pelos arquitetos e a razão construída pelos homens, no edifício, seria mais favorável ficar perfeito se fosse construído por apenas um arquiteto, comparando assim com a nossa razão que devíamos construir de forma autônoma, então, "é quase impossível que nossos juízos sejam tão puros e tão sólidos como teriam sido se tivéssemos tido inteiro uso de nossa razão desde a hora de nosso nascimento, e se tivéssemos sido conduzidos sempre por ela" (DESCARTES, 2001, p. 17).

Entendemos da leitura da segunda parte da obra que ele buscava absorver as informações e opiniões dos outros indivíduos guardando-as para si e depois em um momento oportuno usá-las de forma racional. Desse modo, tentava reconstruir seus pensamentos para, assim, criar um pensamento que seria só dele.

No decorrer de seu discurso, Descartes afirma que haveria pessoas que se identificariam com suas ideias, e pessoas que teriam propósitos mais elevados; e também haveria pessoas que se considerariam menos hábeis, com isso se contentando com as opiniões dos outros do que ter a sua própria.

Descartes se considerava um homem hábil, assim construindo suas próprias ideias e pensamentos. Trabalhando sempre em suas teorias de forma individual e solitária, pois não queria divergências de ideias que acontecem quando se está em grupo. Compreendemos que ele seguia de forma lenta e cautelosa, para evitar uma queda em suas teorias por algum erro, e buscava sempre o método "perfeito".

Ao analisar a lógica, ele constatou várias divergências, pois a lógica, segundo o seu entendimento, teria muitas regras, deixando-a confusa para quem buscasse entendê-la, então a partir disso observou que, quando se tem muitas regras, isto propicia o vício, e quando se tem poucas e administradas rigorosamente,

9 Segundo Dicionário da Língua Portuguesa, o termo caserna significa construção destinada ao alojamento de soldados (DICIO).

favorece um conhecimento verdadeiro. Conseguiu então criar um método com quatro preceitos que se, seguidos corretamente, levariam à verdade.

O primeiro seria duvidar de tudo e não simplesmente aceitar algo como verdade; o segundo, seria dividir em partes os problemas para melhor resolvê-los; o terceiro, seria organizar os pensamentos dos mais simples aos mais complexos, para entendê-los de forma gradual e, o último, revisar tudo para não haver incertezas. Para a construção desse método, Descartes observou as demonstrações matemáticas, que entre as ciências seria a única que lhe fornecia uma certeza. Examinando pouco a pouco, encontrava uma verdade que lhe ajudaria com outra incerteza mais complexa para chegar ao final com total conhecimento. No entanto, para Descartes, "(...) o que mais me contentava neste método era que por meio dele tinha a certeza de usar em tudo minha razão, senão perfeitamente, pelo menos da melhor forma em meu poder" (DESCARTES, 2001, p. 26).

Na terceira parte, ele descreve o momento em que ele reconstrói sua linha de raciocínio. Então, ele formou uma moral provisória que consistia em três ou quatro normas, a primeira seria seguir as crenças e leis de seus pais, conservando a sua religião. Essa norma implica que ele aceitava as opiniões das pessoas sensatas com quem ele vivia, sempre com moderação, com o objetivo de saber a verdadeira opinião das pessoas por meio de seus atos, pois nem sempre elas falam o que realmente pensam, e ele dizia que as opiniões são mutáveis e que cada uma agrega em algo em determinado momento.

A segunda seria não aceitar as opiniões duvidosas, e ser rígido e decidido em todas as suas ações, mesmo se estando perdido em pensamentos, devemos sempre seguir em uma linha reta, e não ficar indo em várias direções.

Na terceira, ele queria vencer a si mesmo, modificando seus desejos antes de mudar o mundo ou receber algo em troca. Ele afirmava que o único poder que tínhamos era sobre os nossos pensamentos.

Ao final, chegou à conclusão de que ele devia seguir seu próprio raciocínio, cultivando sua própria razão a fim de chegar à verdade. Instruído através de seu método que lhe permitia grandes satisfações, admitindo que as três normas que se propôs agregaram na sua reconstrução de pensamentos.

Descartes volta a viajar para vários lugares durante nove anos consecutivos, observando o ser humano e refletindo sobre as atitudes deles, depois destas viagens e experiências que teve conclui que:

> (...) como se derrubar uma velha casa conservam-se geralmente os materiais da demolição para usá-los na construção de uma nova, do mesmo modo, ao destruir todas as minhas opiniões que julgava mal fundamentadas eu fazia diversas observações e adquiria muitas experiências, que me servirão depois para estabelecer outras mais certas. (DESCARTES, 2001, p. 34).

Na quarta parte, Descartes diz que podemos nos enganar por mais simples que determinado assunto ou coisa sejam, e começa a descrever de que forma chegou a sua tão famosa frase “penso, logo existo” (DESCARTES, 2001, p. 38), julgando-a como seu princípio filosófico. Ele examinou a si próprio, e o mundo ao seu redor. Chegou à conclusão de que ele seria apenas uma substância, que para existir não necessariamente precisaria de um corpo, e sim precisaria da essência, que seria o pensar. Segundo ele, para pensar é preciso existir, então tomou esta frase como regra geral para busca da verdade.

Após refletir que o seu ser não era completamente perfeito por duvidar de tudo, ele decidiu buscar um ser perfeito, que fosse independente e que pudesse ter todas as perfeições.

> De modo que ela só podia ter sido inculcada em mim por uma natureza que fosse verdadeiramente mais perfeita do que eu, e que até tivesse em si todas as perfeições de que eu poderia ter alguma ideia, isto é, para explicar-me numa só palavra, que fosse Deus (DESCARTES, 2001, p. 40).

Descartes dependeria deste ser, pois senão ele próprio seria um ser infinito, imutável, onisciente, onipotente e eterno, ou seja, perfeito. Mas, por não possuir estas características, e ter o princípio da dúvida, da tristeza e outras coisas semelhantes, não poderia ser considerado um ser perfeito, e se Deus não existisse, como todas as coisas dependiam dele, nada existiria.

Em seguida, analisou os estudos e demonstrações dos geômetras, e ao final comparou a geometria com Deus, utilizando o exemplo da suposição do triângulo, constatou que não existia nenhuma regra na qual poderia de fato dizer que aquele triângulo existia. De mesmo modo que não existia nenhuma regra que assegurava que Deus existia, ele afirmava que muitas pessoas teriam dificuldades de conhecer este ser, por usarem muito de sua imaginação e sentidos que não forneciam conhecimento algum, por isso deveria existir a intervenção da razão, para que esta pudesse afirmar, de fato, a existência do ser perfeito. Ele afirma que se algum homem ainda duvidar da existência de Deus, com os fatos apresentados, poderia acreditar que haveria mais incertezas nas verdades, que acreditamos conhecer, do que na certeza de que Deus existe.

Para concluir, Descartes afirma que não devemos confiar em nossa imaginação, e nem em nossos sentidos, mas sim em nossa razão, "pois a razão não nos dita que o que assim vemos e imaginamos seja verdadeiro. Mas ela nos dita que todas as ideias ou noções devem ter algum fundamento de verdade" (DESCARTES, 2001, p. 46).

Na quinta parte, Descartes esclarece que entre os doutos haveria divergências em vários assuntos, e que ele preferia não opinar sobre isso. Ele afirma que não desviou de sua verdade, e em seu conhecimento já adquirido. E resolveu em pouco tempo muitos problemas da filosofia. Ele observou as leis que Deus estabeleceu na natureza, e após refletir sobre elas descobriu muitas verdades úteis e importantes. Ele quis explicar estas leis em um tratado, porém, como não conseguiu publicá-las, resolveu então apresentar as leis mais iluminadas em seu discurso. Temendo não poder expor todo seu pensamento no discurso, resolveu expor nele tudo que considerava possuir luz, e depois em outro momento acrescentar algo sobre o sol e as estrelas, pois é deles que deriva a luz.

Descartes começa descrevendo a matéria, e apresentando-a de forma clara. E demonstrou as leis da natureza que mais causam dúvidas, através das ideias perfeitas de Deus. Em seguida, demonstrou de que forma a matéria estava organizada, onde se dividia em partes que formam a terra, planetas, cometas, o sol e estrelas fixas. Ele focou em estudar e apresentar a terra, mostrando as partes que as compõem e mostrando o poder de mutação da natureza. Descrevendo que Deus criou o mundo em meio ao caos, e que preserva ele da mesma maneira.

Depois de falar sobre a terra, resolveu falar sobre o homem, mesmo não tendo conhecimento para falar de sua criação. Descartes supôs que Deus, na época da criação, formou o corpo dos primeiros homens semelhante a nós, porém esta primeira criação não possuía razão. Depois Deus criou uma alma racional, que unirá ao nosso corpo e que nos diferencia de um animal. Descartes descreveu o funcionamento do corpo humano, em especial o coração, as artérias e as veias. Explicando os movimentos do ser humano e como os nossos membros se movimentam, comparando o corpo humano com uma máquina criada por Deus, que é mais perfeita que qualquer outra máquina criada pelo homem.

Segundo Descartes, mesmo se fosse criada uma máquina semelhante ao homem, seria possível reconhecer que não seriam homens verdadeiros, pois não seria capaz de expor seus pensamentos e emoções, e mesmo sendo programado para fazer várias coisas, estas máquinas falhariam em algo que não tivesse sido programada. Ele diferencia o ser humano dos animais, e diz que mesmo os animais treinados que desenvolvem certas habilidades não possuem razão, apenas o ser humano possui.

"Depois disto, eu descrevera a alma racional, e mostrara que ela não pode de modo algum ser tirada do poder da matéria, como as outras coisas de que falara, mas que deve ser expressamente criada" (DESCARTES, 2001, p. 66), com isso Descartes afirma que devemos desenvolver a alma racional e não apenas possuí-la, e tal alma seria imortal por não morrer juntamente ao corpo.

Descartes começa a sexta parte, revelando o motivo pelo qual não publicará o seu tratado, tal motivo seria a desaprovação da igreja e do povo perante outra obra anterior publicada sobre física. Em seu texto, Descartes refere-se ao escritor da obra de maneira genérica, utilizando o termo "outra pessoa". Contudo, a história nos conta que ele se referia ao trabalho de Galileu Galilei, que foi excomungado por ter publicado uma obra que contrariava os preceitos até então legitimados pela igreja. Apesar de não aceitar opiniões alheias, esta desaprovação lhe causou certo incômodo, sendo assim necessária uma revisão da publicação do seu tratado, e, após muitos questionamentos para si próprio, decidiu não publicá-lo.

Em seguida, ele começa a estudar a física mais a fundo e experimentá-la em seu máximo, com isso, ele conseguiu adquirir vários conhecimentos úteis para a sua vida, que ao seu ver deveriam ser compartilhadas com outras pessoas. Descartes começa a relacionar a medicina com a física, dizendo que ainda haveria muitas coisas para serem estudadas, como por exemplo, a cura das doenças, o enfraquecimento da velhice e a criação de remédios. Dedicou-se à pesquisa e encontrou um caminho que lhe parecia certo, apresentando cada descoberta ao seu público, e convidando os de mesmo pensamento a participar e desenvolver consigo a sua pesquisa.

Em seguida, começa a descrever e explicar as experiências que ele desenvolveu. De início, considera que Deus criou o mundo e queria encontrar os princípios e causas primordiais de tudo que há no mundo. Depois, examinou o que poderiam explicar essas causas, e encontrou os céus, astros e uma terra, e sobre ela a água, fogo, ar e os minerais, que seriam fáceis de deduzir. Logo após, decidiu ir mais a fundo, não acreditando ser possível o ser humano diferenciar corpos mais específicos da terra. Repassou o que havia estudado e observou que não lhe serviu para explicar as coisas da natureza, pois elas são muito amplas e complexas e tais princípios que havia encontrado eram muito simples e gerais.

Decidiu então ir em busca de novas experiências, para tentar avançar seus conhecimentos sobre a natureza. Depois, percebeu que havia mais razões para publicar o seu tratado do que de não publicá-lo. E deveria continuar a escrever todas as coisas que achava importante, se fosse para um bem maior, e que no futuro pudesse ser útil às pessoas.

Descartes não perde a esperança de poder aprender cada vez mais, mesmo tendo algumas dificuldades, ele não desiste. Ele afirma que as oposições criadas a partir da publicação de seus trabalhos, seriam úteis para ele identificar os seus erros. Ele era contra as pessoas utilizarem e repassarem os seus pensamentos, pois de uma forma ou outra eles acabam distorcendo tais pensamentos.

Descartes afirma que se tivesse aprendido todas as verdades quando pequeno, não teria tido o trabalho em buscar esta verdade como buscou, e não teria desenvolvido as habilidades e facilidades de encontrar demonstrações para todas as coisas. “Em uma palavra, se há no mundo alguma obra que não possa ser tão bem acabada por mais ninguém que não seja quem a começou, é aquela em que trabalho” (DESCARTES, 2001, p. 79). Ou seja, afirma que seu trabalho buscava por verdades, que só poderiam ser encontradas por quem traçou o caminho até então percorrido. Evidenciando a sua compreensão de que a razão é uma construção humana, que deve ser moldada apenas por aquele que busca a sua essência.

Em seguida, para finalizar a sua fala, Descartes apresenta alguns de seus motivos para escrever esta obra, entre eles, publicá-la antes de seu tratado para ver a reação do povo.

É interessante notar que essa obra foi escrita propositalmente em francês, uma vez que facilitaria o entendimento do público. Compreendemos que essa atitude se deve ao fato de que na época a maioria dos livros era escrita em latim, destinado aos doutos, porém o intuito de Descartes era que sua obra chegasse ao maior número de pessoas.

No próximo item, apresentaremos nossas considerações finais em relação aos temas abordados neste capítulo.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Apresentamos neste capítulo, a vida e o contexto histórico, onde René Descartes estava inserido. Acreditamos que este estudo é de suma importância, para entendermos melhor a sua obra o “Discurso do método”, e seus pensamentos, com base na época em que vivia e na doutrina que cresceu.

Sabendo das vantagens que temos em conhecer e analisar tais fatos, que facilitam o entendimento de como uma obra, como esta que estudamos, foi importante para aquela época e o porquê é estudada até os dias de hoje, entendemos que Descartes e suas obras foram muito importantes para a criação de um pensamento moderno, pois em sua época o pensar diferente não era algo bem visto e mesmo assim ele revolucionou, se tornando o primeiro filósofo moderno racionalista.

Após estudarmos e analisarmos a obra, entendemos que o método que Descartes utiliza em sua vida, ou o modo de como ele conduziu a sua razão, foi duvidar de tudo para conseguir chegar a um conhecimento verdadeiro de forma autônoma e única.

Além de seu principal instrumento, a dúvida, ele utilizou-se de outros conceitos, raciocínios e observações, que adquiriu durante as suas viagens que lhe ajudaram a estabelecer suas verdades e premissas, entre elas, o uso do bom senso e a ideia de Deus e suas criações perfeitas.

O seu método pode ser aplicado também na atualidade, com os avanços tecnológicos que vêm ocorrendo ao longo dos anos. Existem muitas *fake news*, que nos prejudicam na hora de confiar ou não em determinada notícia, havendo então uma necessidade de se utilizar a dúvida, é um método capaz de garantir a veracidade da informação.

Podemos concluir que esta obra foi de suma importância tanto para Descartes, como para a história da ciência moderna, e de fato ele conseguiu o que almejava, que seria eternizar o seu método além de sua vida.

REFERÊNCIAS

ARBEX, F. Contexto Histórico. **Cogito Ergo Sum.** s/d. Disponível em: https://cogitodescartes.wordpress.com/contexto-historico/. Acesso em: 13 ago. 2020.

DESCARTES, R. **Discurso do método**.[tradução Maria Ermantina Galvão]. 3 ed. São Paulo: Martins Fontes. 2001. Disponível em: https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/363690/mod_resource/content/1/DESCARTES_Discurso_do_m%C3%A9todo_Completo.pdf. Acesso em:19 jun. 2020.

DESCARTES, R. **Discurso do método.** [Tradução Paulo Neves]. 2ed. Porto Alegre: L&PM. 2019.

EVES, H. **Introdução à história da matemática**. Campinas: Editora da Unicamp, 2004.

PORFÍRIO, Francisco. René Descartes. **Brasil Escola.** Disponível em: https://brasilescola.uol.com.br/biografia/rene-descartes.htm. Acesso em: 17 jun. 2020.

CAPÍTULO VII

O EXPERIMENTO DO TELESCÓPIO E A QUEDA DO GEOCENTRISMO

Thainá Laíz Lemke [1]

Viviane de Farias Gesser [2]

Bruno Henrique Labriola Misse [3]

GALILEU, A CIÊNCIA MODERNA E A RELAÇÃO COM O TELESCÓPIO

Galileu Galilei é considerado um importante filósofo e matemático, que contribuiu para o desenvolvimento da matemática, merecendo destaque em livros de história da matemática. Ele teve importância na ciência e no método científico praticado nos dias atuais, isso porque foi o inventor e grande defensor da prática experimental nas observações da natureza. Foi responsável por importantes experimentos históricos e descobertas revolucionárias.

Este trabalho tem o intuito de relatar a vida e as contribuições desse icônico nome para a matemática. Para isso, trataremos sobre o método científico por ele desenvolvido e também relataremos historicamente como a ciência era antes dessa revolução científica.

Como tema principal dentro da história de Galileu, tomamos como destaque o aperfeiçoamento do telescópio. Sendo um experimento essencial para a astronomia e revelações épicas na época do pensador, queremos relatar como

1 Licencianda em Matemática (2020) Instituto Federal Catarinense - *Campus* Rio do Sul. E-mail: thainaaa_lais@hotmail.com.

2 Licencianda em Matemática (2020) Instituto Federal Catarinense - *Campus* Rio do Sul. E-mail: vivianefarias07@gmail.com.

3 Doutor em Educação Matemática pela UNESP Rio Claro, Professor no Instituto Federal Catarinense - *Campus* Rio do Sul. E-mail: bruno.misse@ifc.edu.br.

esse experimento foi importante na comprovação das teorias de Copérnico de que a Terra não era o centro do universo. Tal descoberta, feita por Galileu, teve grande repercussão na época, de modo que ele foi obrigado a se retratar perante a igreja e a inquisição.

Abordaremos a relação entre o telescópio de Galileu e a futura queda do geocentrismo, como também relataremos as consequências dessa revelação e como contribuiu para a ciência moderna.

Para tratarmos desse assunto, dividiremos o texto em seis itens. O primeiro trata-se de uma pequena biografia do pensador Galileu Galilei, objeto de estudo deste trabalho com o objetivo de conhecer melhor a vida e a história do matemático.

O segundo item descreverá a forma de se fazer ciência até a revolução científica, isto é, antes de Galileu, quando as teorias eram feitas com base no modelo do pensador grego Aristóteles, que teve suas ideias difundidas por um longo período da história, desde a antiguidade até a idade média. Nesse item, também serão apresentadas a cosmologia e a teoria geocêntrica de Aristóteles.

O terceiro item abordará o método científico desenvolvido por Galileu, relatando o novo modo de se fazer ciência, baseado na experimentação. Já, no quarto item, trataremos sobre um experimento em específico de Galileu, o telescópio. No quinto item trabalharemos a relação entre o desenvolvimento do telescópio e como este equipamento contribuiu para a queda da teoria geocêntrica, até então aceita por grande parte da comunidade científica e até mesmo pela igreja.

No último item, falaremos um pouco sobre as consequências das descobertas de Galileu através do telescópio, e como esta descoberta e seu modelo científico contribuíram para a ciência moderna.

A HISTÓRIA DE GALILEU GALILEI

Considerado o pai da ciência moderna, Galileu Galilei (1564-1642) realizou importantes contribuições para a Física e a Astronomia, foi um cientista, físico, astrônomo, escritor, filósofo e professor italiano que deixou seu legado em diversas áreas. Seus estudos influenciaram e ajudaram no aprimoramento da Matemática, Física e Astronomia, porém, consideradas revolucionárias à época, suas teorias eram vistas aos olhos da Igreja Católica como controversas e polêmicas, sendo então julgado e perseguido (TANCREDI, s/d).

Galileu Galilei nasceu em Pisa, na Itália, no dia 15 de fevereiro de 1564, filho de Vincenzio Galilei (músico e comerciante) e de Giulia Ammannati di Pescia (de quem pouco se sabe), Galilei teve dois irmãos e quatro irmãs, pessoas que tiveram grande importância em sua vida, herdou de seu pai o amor pela música, o caráter independente e o espírito competitivo (MACHADO, 2017).

Desde cedo sua inteligência e aptidões foram notadas, destacou-se nos estudos na escola dominical e planejava ingressar no monastério, mas seu pai não satisfeito com a ideia o inscreveu para estudar medicina na Universidade de Pisa, conforme era sua vontade. Porém, dois anos após o ingresso, Galileu desistiu do curso e foi se dedicar ao estudo de Matemática. Durante duas décadas, pesquisou sobre os princípios da Hidrostática o que lhe trouxe muito reconhecimento e prestígios. Galileu ocupou um cargo na Universidade de Pisa onde ministrou aulas durante 18 anos conquistando ainda mais fama e apreciadores (TANCREDI, S/d).

O cientista foi pioneiro na arte de criar e desenvolver teorias acerca do funcionamento do Universo, realizou vários estudos importantes no ramo da Mecânica, como os do movimento pendular e do movimento uniformemente acelerado, descobriu a lei da queda dos corpos, criou o telescópio aprimorado, inventou um termômetro de água e um instrumento para medir a pulsação das pessoas denominado *pulsillogium*. Além disso, o italiano escreveu vários livros nos quais relatava suas ideias. Fato é que Galileu trouxe importantes contribuições para essa e tantas outras áreas (MORAIS, 2019).

Em 1610 escreveu uma obra, o *Sidereus Nuncius* ("Mensageiros das Estrelas"), na qual expôs ao mundo a maior parte das descobertas que fez com os seus estudos até à época. A obra gerou muita polêmica, pois Galileu defendia publicamente as controversas ideias de Nicolau Copérnico sobre a Terra ser apenas mais um planeta, girando ao redor do Sol. Naquela época, a Igreja Católica controlava totalmente a ciência e sustentava a visão oposta, de que o centro do universo era a Terra. Galileu foi perseguido pelas autoridades e ameaçado de pena de morte, caso não renegasse publicamente as verdades científicas que tinha comprovado (OLIVEIRA, 2010).

Impedido de seguir com suas pesquisas e teorias, foi estabelecido que Galileu cumprisse sua sentença em prisão domiciliar, isto é, em sua própria casa, que estava localizada em Arcetri perto de Florença, o cientista recolheu-se em seu castelo, onde se dedicou a prosseguir seus experimentos solitariamente (MACHADO, 2017). Galileu Galilei faleceu no dia 8 de janeiro de 1642, estava quase cego, acredita-se que devido à observação das manchas solares feita sem a proteção adequada durante décadas. Trezentos e cinquenta anos depois, através do Papa João Paulo II, em 31 de outubro de 1992, a Igreja Católica reconheceu formalmente a legitimidade das teorias de Galilei (OLIVEIRA, 2010).

Após tomarmos conhecimento da vida de nosso autor objeto de estudos deste texto, prosseguiremos apresentando o contexto histórico da filosofia da época, e as influências de outros pensadores em sua obra.

A CIÊNCIA E A COSMOLOGIA DE ARISTÓTELES

Historicamente, a ciência foi fortemente influenciada pelas ideias do filósofo grego Aristóteles (384-322 a.C.), que teve seus pensamentos difundidos até a revolução científica que deu origem à ciência moderna. Segundo Barbosa (2011), é comum que alguns historiadores não considerem a ciência aristotélica como ciência, pois é vista, em sua essência, como oposta à ciência moderna de Galileu, baseada em princípios matemáticos.

Galileu viveu em um período de transição filosófica, no qual é possível perceber influências de diversos modos de se relacionar com o mundo. Segundo Giordan (1999), é nítida a influência do pensamento aristotélico no período que remonta à era medieval. Nas palavras do autor, “O pensamento aristotélico marcou presença por toda a Idade Média entre aqueles que se propunham exercitar o entendimento sobre os fenômenos da natureza ” (GIORDAN, 1999, p. 43).

Reforçando esse pensamento, Damião expõe que “A Idade Média jamais havia perdido o contato com a Antiguidade, o que se evidencia claramente ao se observar a base aristotélica da filosofia escolástica” (DAMIÃO, 2018, p. 24), esta que podemos definir como a escola que procurava unir a razão e a fé. Para Damião (2018), o que houve, na Idade Média, foi uma transformação da Antiguidade, em que pensadores como São Tomás de Aquino e Santo Agostinho junto à Igreja cristianizaram a filosofia aristotélica.

Com base nesses autores, e o pensamento histórico apresentado por eles, podemos afirmar que encontramos a predominância da tradição escolástica-aristotélica nesse período. Nessa corrente filosófica, "as afirmações confiáveis da filosofia natural eram baseadas em verdades da experiência consideradas evidentes, inegáveis" (HENRY, 1998, p. 35).

Logo, esta filosofia que antecede a ciência moderna de Galileu pode ser caracterizada, segundo Barbosa (2011), por assumir pressupostos como:

> [...] os fenômenos e fatos do senso comum são dados diretamente aos sentidos e a percepção, servindo de fundamento para uma elaboração teórica. Ao se basear na percepção sensível, a física aristotélica rejeita a matemática e não aceita que uma abstração geométrica possa substituir os fatos qualitativamente determinados pela experiência direta. (BARBOSA, 2011, p. 4).

A ciência de Aristóteles partia, então, da ideia de "um conhecimento demonstrativo que exibe relações causais através de um discurso que procede de princípios indemonstráveis" (TROSTER, 2015, p. 16), contrária à de Galileu que propunha o caráter experimental às suas pesquisas.

Por isso, "Aristóteles e os outros filósofos da Grécia antiga não submeteram suas teorias a uma verificação experimental sistemática. Para eles, os únicos instrumentos que permitiam o acesso à verdade eram o discurso filosófico e a simples observação da natureza" (BEM-DOV, 1996, p. 16).

Podemos citar como uma das principais divergências entre a ciência de Aristóteles e de Galileu, a teoria do movimento. Conforme descreve Crease (2006), a filosofia natural de Aristóteles, que chamamos de sua física, tratava de sua explicação de movimento para uma visão de que a Terra estaria no centro do universo e imóvel, onde utiliza de argumentos sólidos, como o fato de quando se solta um objeto ele não cai longe de onde foi lançado. Essa teoria ainda abrange a ideia de um reino celeste onde os objetos se comportam de modo diferente ao que se vivencia na dimensão terrestre. Galileu vai de encontro a essa teoria ao pôr em dúvida e desafiar o sistema aristotélico, no que diz respeito a esses dois aspectos "a concepção de Aristóteles de uma Terra estacionária, assim como sua explicação do movimento terrestre" (CREASE, 2006, p. 31).

Buscando compreender o que dizia Aristóteles sobre os aspectos criticados por Galileu, encontramos a obra de Bem-dov (1996), que nos esclarece que:

> Além de sua teoria do movimento, Aristóteles elaborou também uma cosmologia, ou seja, uma teoria do universo. Um dos princípios fundamentais dessa cosmologia é a separação do universo físico em, por um lado, um mundo sublunar, feito dos quatro elementos e compreendendo a Terra e sua atmosfera, e, por outro, um mundo supralunar, compreendendo os planetas visíveis – entre os quais figuram igualmente a Lua e o Sol -, presos em esferas concêntricas e transparentes, parecidas com globos de cristal, que giram umas dentro das outras de maneira a reproduzir os movimentos planetários. Além dos planetas encontra-se a esfera das estrelas fixas, e, além dessa esfera, o "primeiro móbil", que põe todo o sistema em movimento. Na idade média, este último componente foi identificado a Deus (BEM-DOV, 1996, p. 16)

Podemos dizer, portanto, que a cosmologia aristotélica diz que o Universo é composto de duas regiões diferentes, a celeste e a terrestre. Essa compreensão é corroborada por Évora (2005) que reitera, afirmando que, na perspectiva de Aristóteles, a região celeste é formada pelo éter (elemento celeste, a quintessência, puro, eterno, inalterável e incorruptível). Já a região terrestre é formada pelos quatro elementos: terra, água, ar e fogo (ou de uma combinação deles). Estes elementos, sejam eles celestes ou terrestres tendem, segundo Aristóteles, a mover-se naturalmente para seus lugares 'naturais'. O lugar natural da terra como sendo a mais absolutamente pesada é o centro do Universo. E seu movimento natural é retilíneo para baixo, logo, para o centro do Universo.

GALILEU E A CIÊNCIA MODERNA

Como já citado no item anterior, Galileu caminha em direção oposta à filosofia de Aristóteles. Segundo Giordan (1999), esse ataque à filosofia aristotélica, por parte do pensador italiano, se dá ao fato de que ele atribui à experimentação um papel central no fazer ciência, ao contrário do filósofo grego.

Galileu Galilei deu início a um novo método que dá origem à nova concepção de mundo, fruto da revolução científica. Conforme Modena (2015), essa revolução se desenvolveu graças a esse plano de pesquisa definido a partir da lei geral para a aplicação mecânica. "Esse método científico foi o fator determinante para a evolução da ciência" (MODENA, 2015, p. 6).

De acordo com Henry (1998, p. 36), "um dos traços característicos da revolução é a substituição da 'experiência' evidente por si mesma que formava a base da filosofia natural escolástica por uma noção de conhecimento demonstrado por experimentos especificamente concebidos para esse propósito".

Segundo Barbosa (2011), "a ciência moderna nasceria da experiência e teria como marca o caráter prático, em oposição ao caráter abstrato do saber antigo e medieval" (BARBOSA, 2011, p. 2). Entendemos, em consonância com esse autor, que essa nova perspectiva é caracterizada pela forma de fazer ciência através da prática e do caráter experimental.

Com base nos autores supracitados, podemos dizer que a experimentação como forma de se fazer ciência após a revolução científica evidencia o choque entre as filosofias de Galileu e Aristóteles, e o principal evento histórico dessa contradição diz respeito ao experimento na Torre Inclinada, que, segundo Crease (2006), cumpre essa função admiravelmente, de exemplificar a importância da prática na nova ciência de Galileu. Podemos, ainda, destacar que "as considerações sobre o movimento foram o principal motivo do choque entre os dois modelos" (CREASE, 2006, p. 35).

> Em seus escritos, Galileu ensina repetidamente por meio de exemplos, mostrando como a prática matemática pode nos ajudar a compreender a natureza do mundo, mesmo naqueles casos em que a adequação entre a análise matemática e a realidade física é apenas aproximada, sendo a matemática baseada numa circunstância idealizada, irrealizável (HENRY, 1998, p. 30-31)

Esse novo modelo científico de Galileu é constituído em se estabelecer um problema a partir do qual o pesquisador deve "efetuar alguns experimentos que o levem a fazer observações cuidadosas, coletar dados, registrá-los e divulgá-los entre outros membros de sua comunidade, numa tentativa de refinar as explicações para os fenômenos subjacentes ao problema em estudo" (GIORDAN, 1999, p. 44).

Os passos apresentados por Giordan (1999) podem parecer, à primeira vista, usuais para aqueles que, atualmente, fazem ou fizeram uma pesquisa científica, contudo, a perspectiva apresentada por Galileu era inovadora e distinta daquela que era praticada nas academias da época. Segundo Atle (2015), o modelo de Galileu é baseado no ponto de vista de Arquimedes, e não de Aristóteles e da filosofia escolástica. Esse autor nos diz que Galileu usou de experimentos práticos, como a queda dos corpos e o plano inclinado, para refutar Aristóteles e o inflexível pensamento acadêmico.

Com essa nova concepção de ciência, segundo Barbosa (2011), expressão e fruto da revolução científica do século XVII, podemos destacar dois grandes acontecimentos, a saber, a queda da teoria dualista de Aristóteles, que dizia que o universo é dividido entre o plano celeste e o terrestre, e a consolidação da nova visão do universo de Copérnico com a geometrização do espaço. Essas transformações são representadas “como o resultado de avanços técnicos: a observação e a experiência direta associada a interesses práticos levariam à criação de instrumentos, como o telescópio de Galileu, que transformariam a ciência” (BARBOSA, 2011, p. 3).

De acordo com a autora, “é a partir de Galileu, a partir da ciência moderna, que telescópios, pêndulos, relógios e posteriormente microscópios são pensados, percebidos e construídos como instrumentos científicos, instrumentos de precisão” (BARBOSA, 2011, p. 9). Esses instrumentos, a partir da consolidação da ciência moderna, desenvolvem e provam teorias e não são mais consideradas simples ferramentas técnicas, que possuem somente a capacidade de extensão do corpo humano, não ultrapassando nunca o senso comum.

O APERFEIÇOAMENTO DO TELESCÓPIO

Com todo o estudo até aqui, podemos afirmar que Galileu Galilei revolucionou a ciência com seu método científico, no entanto, suas contribuições se estendem por outras áreas. Através dos seus experimentos, o filósofo e matemático italiano teve extrema importância no âmbito da astronomia. Neste item, falaremos sobre este importante momento na história de Galileu, dando enfoque para o desenvolvimento do telescópio. Justificamos nosso recorte de pesquisa entendendo que foi propriamente esse instrumento que colaborou de maneira mais significativa para o rompimento com a filosofia aristotélica e com a consequente queda do geocentrismo.

Segundo Diniz (2012), não se sabe ao certo quem inventou o telescópio, mas se sabe que o holandês Hans Lippershey foi o primeiro a requerer a patente da invenção. Eves (2011) conta que, por volta de 1607, um aprendiz do holandês que brincava com algumas lentes do patrão, descobriu que quando ele colocava duas lentes em sequência com determinada distância entre elas, ao se olhar por elas os objetos vistos se tornavam maiores. Com essa descoberta, o patrão colocou estas lentes em um tubo e o exibia em seu estabelecimento. A invenção caiu aos olhos de um funcionário do governo, que o levou ao comandante das forças militares dos Países Baixos, que viu o brinquedo como grande possibilidade como óculos de alcance para fins militares.

Depois de um tempo, por volta de 1609, a invenção dos óculos de alcance chegou a Galileu, que logo construiu um outro par muito superior ao de Lippershey. “A pedidos, ele fez uma demonstração de seu instrumento em Veneza, onde, do alto da igreja mais alta da cidade, os senadores venezianos puderam ver as velas de um navio que se aproximava, bem umas duas horas antes de ele ser visível a olho nu ” (EVES, 2011, p. 354).

É claro que não demorou muito para que o instrumento tomasse grandes proporções nas mãos de Galileu. De acordo com Diniz (2012), enquanto os holandeses conseguiram um aumento de 3 a 4 vezes, Galileu apresentou um aumento de 9 vezes. De acordo com Eves (2011, p. 354), “Galileu construiu mais quatro telescópios (como veio a se chamar o novo instrumento – o grego *tele*, “distante”, *skopos*, “observar”), cada um mais potente do que o outro”.

Com o quinto telescópio, com potência de 30 diâmetros, em 1910, o cientista italiano fez, então, uma de suas maiores descobertas na história. Com o equipamento apontado para o céu, Galileu foi o primeiro a observar as luas de Júpiter (CREASE, 2006).

Foi Galileu que conseguiu comprovar de forma empírica, por meio do seu telescópio, que a Lua é acidentada, o Sol possui manchas e Júpiter têm seus próprios astros. (BRANDÃO, 2010).

O TELESCÓPIO E A QUEDA DO GEOCENTRISMO

Um dos primeiros pensadores a criar uma teoria de que a Terra não é o centro do universo foi o polonês Nicolau Copérnico (1473-1543). De acordo com Brandão (2010), Copérnico contrariava as teorias de Aristóteles e o senso comum de sua época, ao publicar, em 1543, a sua obra mais conhecida, *De revolutionibus orbium coelestium*[4]. Na obra, ele defende um modelo no qual o universo teria seu centro no Sol, o heliocentrismo (*Helios* – Sol e *Kentron* – cen-

4 O título da obra de Copérnico em português pode ser encontrado como “Sobre as revoluções das esferas celestes”.

tro). No entanto, ele não conseguiu provar, de forma empírica, essa teoria, pois não possuía ferramentas tecnológicas necessárias.

O argumento utilizado, então, por Copérnico foi de proporcionalidade e importância no mundo, onde o sol teria suma importância no universo, logo estaria no centro dele. Foi um argumento, também utilizado por Kepler, para justificar a sua adesão ao heliocentrismo. Apesar do instinto místico dessa formulação, sua aparição dá-se possivelmente dos povos antigos. Os egípcios, por exemplo, atribuíam ao deus Sol um lugar privilegiado na hierarquia divina (TEZA, 2014?).

Apesar da grande revolução epistemológica renascentista que Copérnico iniciou ao substituir a teoria da antiguidade e o dogma da Idade Média de um universo hermético e hierarquizado por um universo infinito e heliocêntrico, o polonês não teve sua obra muito compreendida em seu princípio na época (DAMIÃO, 2018).

O autor atribui a Kepler e a Galileu a fama de Copérnico e sua teoria heliocentrista. Segundo Damião (2018, p. 37), "a Galileu por usar o telescópio e melhorar os métodos de observação e mensuração dos movimentos, assegurando a visão heliocêntrica e consolidando a cosmométrica da epistemologia moderna. "

Crease (2006) nos diz que foi, por meio do telescópio que ele deixou a astronomia e a filosofia natural em uma situação delicada, isso porque suas descobertas iam contra o que se acreditava na época. Outro autor a apontar o sucesso de seu invento é Diniz (2012), que afirma que Galileu, com o telescópio, em um nível impressionante de detalhes, consegue desenhar a superfície lunar.

Seus desenhos, retratos de sua observação, mostravam que a Lua não possuía sua superfície polida e nem uma esfericidade regular, como também possuía crateras, o que de fato colocava em xeque a versão aristotélica quanto ao corpo celeste perfeito. Na verdade, o que se observava é que a Lua era tão imperfeita e irregular quanto a Terra.

Além da descoberta da superfície irregular, Galileu consegue observar através do telescópio a presença de manchas no Sol, como também acreditava haver um movimento de rotação nas mesmas. Galileu publica, em 1613, a obra *História e demonstrações sobre as manchas solares*, um novo golpe na filosofia aristotélica, na qual o Sol deveria ser perfeito e imutável. (DINIZ, 2012).

Ainda com o seu telescópio, em uma noite, Galileu observou duas pequenas estrelas a leste do planeta Júpiter e uma a oeste. Na noite seguinte, ao observar estas mesmas estrelas, notou que suas posições mudaram, e agora estavam a oeste do planeta. Continuando com essa observação, passadas três noites, conseguiu ver então uma quarta pequena estrela e que todas giravam em torno de Júpiter. Descobriram-se ali, por Galileu, os quatro satélites luminosos de Júpiter.

Segundo Eves (2011), essa descoberta confirma a teoria de Copérnico de que corpos pequenos giravam em torno de maiores. Também, através da ciência experimental e por observação de Galileu, entrava em dúvida a teoria de que a Terra é o centro do universo e tudo gira em torno dela.

Isso acontece porque, como relata Diniz (2012), um dos principais argumentos para a teoria de que a Terra é o centro do universo é que se ela não for o centro, como que "carregaria" a lua se girasse em torno do Sol? Com a descoberta de Galileu de que Júpiter tinha quatro satélites este argumento cairia, sendo um empecilho dentro do próprio geocentrismo, já que se Júpiter gira em torno da Terra, como pode o planeta carregar seus satélites consigo?

> Tais descobertas lançaram sérias dúvidas sobre os modelos teóricos que dividem o mundo em dois (o sublunar e o supralunar), e postulam a incorruptibilidade dos corpos celestes. Isso porque Galileu descobriu que o nosso planeta não é imóvel e tão pouco ocupa uma posição central em relação aos outros astros. Além disso, se a lua é acidentada e o sol possui manchas, então eles não são incorruptíveis e as leis naturais poderiam ser universalmente válidas (BRANDÃO, 2010, p. 2).

Com todas estas descobertas podemos afirmar que Galileu deu origem a uma teoria revolucionária. Segundo Barbosa (2011), Cohen atribui um papel fundamental ao telescópio, como resultado disso, chega-se a estabelecer o ano de 1609, como fundamental para a história da astronomia, isso se dá pelo fato de que nesse ano o telescópio passaria a ser utilizado em observações científicas. O que se pode considerar como observações extremamente importantes e decisivas no desenvolvimento científico, proporcionadas pelo instrumento.

> É significativo que o telescópio, [...], tenha se tornado pela primeira vez um instrumento de filosofia natural nas mãos de Galileu, um praticante da matemática que nutria uma apaixonada ambição de ser reconhecido como filósofo natural (HENRY, 1998, p. 36).

CONSEQUÊNCIAS E CONTRIBUIÇÕES PARA A CIÊNCIA

Com o estudo aqui realizado, e as fontes históricas consultadas podemos afirmar que Galileu teve grande importância na história da humanidade. No entanto, segundo Eves (2011), um ano depois de Galileu publicar o livro que sustentava a teoria de Copérnico de que a Terra não é o centro do universo, o matemático teve de comparecer frente à Inquisição e foi obrigado a se retratar por suas descobertas e ainda teve de ficar em prisão domiciliar o resto de sua vida.

Mesmo com essa retratação, a filosofia aristotélica enfraquecia-se, figuras como Copérnico, Galileu e Kepler estabeleceram um realismo matemático à astronomia e à epistemologia da época. A visão metafísica sobre o mundo foi substituída pelos conceitos matemáticos e formas geométricas para se compreender a realidade. "A matemática deixou de ser um conjunto de teorias hipotéticas (abstratas), para facilitar cálculos e predileções interpretativas, tornando-se uma ferramenta "realista" que revelaria o mundo e a realidade de modo fidedigno" (DAMIÃO, 2018, p. 38).

Ainda, de acordo com Eves (2011), devemos a Galileu a harmonia entre a experiência e a teoria, base do moderno espírito científico. Galileu "fundou a mecânica dos corpos em queda livre, lançou os fundamentos da dinâmica em geral, e sobre esses fundamentos mais tarde Newton foi capaz de construir uma ciência" (EVES, 2011, p. 355).

> A partir de Galileu, o uso dos telescópios foi se tornando uma necessidade cada vez maior na Astronomia. Equipamentos cada vez mais poderosos passaram a revelar os mais incríveis segredos guardados há milhares de anos no céu. Com o uso dos telescópios e com a fusão entre a Astronomia e a Física, a Astronomia nunca mais seria a mesma (SIMON, 2016, p. 154).

No decorrer do processo de pesquisa, podemos compreender o conceito de ciência moderna criado por Galileu. Entendemos que, na perspectiva desse autor, o mundo passa a ser estudado com o auxílio de experiências e principalmente da matemática. Assim, quando evidenciamos suas descobertas revolucionárias, e suas ideias originais, enxergamos o tamanho de sua obra, bem como as contribuições que este personagem fez por toda a ciência.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Podemos observar hoje uma forte presença das atividades práticas na metodologia do ensino de ciências em escolas e universidades. Além de ilustrar o que lhes foi passado por meio da teoria, a atividade experimental contribui no aumento do interesse dos alunos com o assunto abordado. No entanto, como podemos demonstrar ao longo deste capítulo, a experimentação não esteve presente em todo o decorrer da história da ciência. Foi por intermédio de Galileu Galilei que a ciência como vemos hoje teve seu início, com princípios matemáticos e experimentais.

Galileu mostrou por muitos de seus experimentos uma nova concepção de ciência e de ver mundo. Podemos citar como grande feito filosófico e histórico a sua comprovação científica de que a Terra não é o centro do universo.

Como vimos, o precursor da teoria de que a Terra gira em torno do Sol foi Copérnico, no entanto ele nunca conseguiu comprovar essa teoria. Foi Galileu com seu telescópio aprimorado que pôde fazer tal comprovação por meio da observação.

Apesar de não ter sido aceita essa teoria, no princípio, e Galileu ter sido obrigado a se retratar por suas descobertas, nos dias atuais o modelo de universo aceito é o que ele tanto fez para provar, de que o sol fica no centro e os planetas giram em sua órbita. Podemos afirmar que Galileu contribui com esse marco histórico e também com a sua forma de "descobrir" essa e tantas outras teorias, tendo em vista que fazer ciência, nos dias de hoje, tem puro caráter experimental e as teorias somente são aceitas mediante uma comprovação científica por observação e experimentação.

REFERÊNCIAS

ABNT. NBR 6023: **informação e documentação**: referências: elaboração. 2.ed. Rio de Janeiro: ABNT, 2018.

ATLE, Naess. **Galileu Galilei, Um revolucionário e seu tempo**. Zahar, 2015. 9788537814079. Disponível em: https://integrada.minhabiblioteca.com.br/#/books/9788537814079/. Acesso em: 05 ago. 2020

BARBOSA, Mohana Ribeiro. Alexandre Koyré e a Revolução Científica do século XVII: formulação de um novo conceito para a ciência experimental. In: **Anais do XXVI Simpósio Nacional de História** – ANPUH • São Paulo, julho 2011. Disponível em<http://www.snh2011.anpuh.org/resources/anais/14/1300848607_ARQUIVO_ComunicacaoANPUH.pdf> Acesso em: 11 ago. 2020.

BEM-DOV, Yoav. **Convite** à física. Rio de Janeiro: Jorge Zahar Editor, 1996.

BOYER, Carl. B. **História da matemática**. Editora Blucher, 2012. 9788521216117. Disponível em: https://integrada.minhabiblioteca.com.br/#/books/9788521216117/. Acesso em: 05 ago.2020.

BRANDÃO, Caius. **A revolução científica e a nova visão de mundo do homem moderno.** 2010. Disponível em:https://www.academia.edu/1085626/A_revolu%C3%A7%C3%A3o_cient%C3%ADfica_e_a_nova_vis%C3%A3o_de_mundo_do_homem_moderno. Acesso em: 13 ago. 2020.

CREASE, Robert P. **Os dez mais belos experimentos científicos**. Rio de Janeiro: Zahar, 2006. 9788537804742. Disponível em: https://integrada.minhabiblioteca.com.br/#/books/9788537804742/. Acesso em: 05 ago. 2020.

DAMIÃO, Abraão Pustrelo. **O Renascimento e as origens da ciência moderna**: Interfaces históricas e epistemológicas. História da Ciência e Ensino: construindo interfaces, [S.l.], v. 17, p. 22-49, jun. 2018. ISSN 2178-2911. Disponível em: https://revistas.pucsp.br/hcensino/article/view/34411. Acesso em: 12 ago. 2020. doi:https://doi.org/10.23925/2178-2911.2018v17p22-49.

DINIZ, Leonardo Gabriel. **Galileu Galilei –** O mensageiro das estrelas. Física/Coord. Formação Geral/CEFET-MG: 2012. Disponível em http://astronomianovaledoaco.blogspot.com/2012/03/galileu-galilei-o-mensageiro-das.html Acesso em: 12 ago. 2020.

DOMINGUES, B. H. O Aristotelismo Medieval e as Origens do Pensamento Científico Moderno. **Locus: Revista de História**, v. 2, n. 1, 11.

EVES, Howard. **Introdução à história da matemática**. Tradução Hygino H. Domingues. 5. ed. – Campinas, SP: Editora da Unicamp, 2011.

ÉVORA, Fátima Regina R. Natureza e Movimento: um estudo da física e da cosmologia aristotélicas. **Cadernos de História e Filosofia da Ciência**, Campinas. v. 15 n. 1, série 3, 2005.

GIORDAN, Marcelo. O papel da experimentação no ensino de ciências. In: **Química nova na Escola**, n. 10, novembro, 1999. Disponível em: http://qnesc.sbq.org.br/online/qnesc10/pesquisa.pdf Acesso em: 28 jun. 2020.

HENRY, John. **A revolução científica e as origens da ciência moderna**. John Henry: tradução Maria Luiza X. de A. Borges. Rio de Janeiro: Jorge Zahar Ed. 1998.

MACHADO, Y. A. M. **Diálogo e conhecimento no Ensino de Física:** contribuições a partir das epistemologias de Paulo Freire e Galileu Galilei. 2017. 233p. Dissertação (Mestrado) - Instituto de Física, Instituto de Química, Instituto de Biociências e Faculdade de Educação, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2017.

MODENA, Elis. (2015). O Surgimento Da Ciência/Filosofia Moderna e a Construção de Uma concepção utilitarista de natureza. **Geografia em Atos** (Online), Presidente Prudente, v.1, 2015. Disponível em: doi: https://doi.org/10.35416/geoatos.v1i15.3022. Acesso em: 12 ago. 2020.

OLIVEIRA, C. **Galileu Galilei**. InfoEscola Navegando e Aprendendo. 2010. Disponível em: https://www.infoescola.com/biografias/galileu-galilei. Acesso em 28 jun. de 2020.

SIMON, Rodrigo de Almeida. **Do geocentrismo à gravitação universal**: proposta e implementação de uma sequência didática para o Ensino médio. 2016. Dissertação (Mestrado em Ensino de Física). Programa de Pós-Graduação PROFIS – São Carlos - Universidade Federal de São Carlos, 2016.

TANCREDI, S. **Galileu Galilei**. Brasil Escola. Disponível em: https://brasilescola.uol.com.br/biografia/galileu-galilei.htm. Acesso em: 28 jun. 2020.

TEZA, Rogério De Souza. **GEOCENTRISMO versus HELIOCENTRISMO**: um debate além do centro do universo. [2014?] Disponível em: http://www.academia.edu/download/36953231/Geocentrismo_vs_Heliocentrismo _um_debate_além_do_centro_do_universo.pdf. Acesso em: 13 ago. 2020.

TROSTER, Tomás Roberto. **Indução a ciência em Aristóteles**. 2015. Tese (Doutorado em Filosofia) Faculdade de Filosofia, Letra e Ciências humanas – Universidade de São Paulo, São Paulo, 2015. Disponível em:https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/8/8133/tde-19082016-133155/publico/2015_TomasRobertoTroster_VOrig.pdf Acesso em: 12 ago. 2020.

WILTON, M. **Galileu Galilei, quem foi? Principais inventos e obras que o consagraram.** Conhecimento Científico. 2019. Disponível em: https://conhecimentocientifico.r7.com/galileu-galilei/. Acesso em: 15 ago. 2020.

CAPÍTULO VIII

MÉTODOS DE RESOLUÇÃO DE EQUAÇÕES QUADRÁTICAS E AS HABILIDADES ALGÉBRICAS DESENVOLVIDAS POR MEIO DELES

Daiane Carl[1]

Heloísa Gabriela Paterno[2]

Micheli Cristina Starosky Roloff[3]

A ÁLGEBRA PRESENTE EM SALA DE AULA

As primeiras ideias, procedimentos e práticas matemáticas surgiram na Babilônia por volta do ano 3000 a.C. quando foi desenvolvido o sistema de numeração de base sexagesimal (ROSA; OREY, 2013). A contar desse período, nota-se um grande avanço da complexidade dos problemas envolvidos e a necessidade de novos meios de resolução de problemas abstratos, nesse contexto que surge a álgebra. O desenvolvimento e a evolução das ideias algébricas permitiram que os babilônios resolvessem equações lineares e quadráticas, trabalhassem com números positivos, com sistemas de duas equações com duas variáveis e com equações de graus mais elevados.

Para escreverem os problemas matemáticos, utilizavam tabletes de argila cozida e cunhas compostas por caracteres específicos, os chamados cuneiformes.

1 Licencianda em Matemática (2020) Instituto Federal Catarinense-*Campus* Rio do Sul. E-mail: daianecarl@hotmail.com.

2 Licencianda em Matemática (2020) Instituto Federal Catarinense - *Campus* Rio do Sul. E-mail: helopaterno@gmail.com.

3 Mestre em Educação pela Universidade do Vale do Itajaí- SC (UNIVALI), Professora no Instituto Federal Catarinense - *Campus* Rio do Sul. E-mail: micheli.roloff@ifc.edu.br.

Um dos tabletes, escrito por volta de 1600 a.C. contém uma aproximação para a raiz quadrada de dois até a quinta casa decimal, evidenciando que os babilônios também trabalhavam com os números irracionais (ROSA; OREY, 2013). Dessa maneira, alguns tabletes de argila que contêm os problemas matemáticos mostram que os babilônios também desenvolveram um procedimento para a resolução de equações quadráticas, apesar de reconhecerem somente a raiz positiva como a solução de uma determinada equação.

No início do século IX, matemáticos árabes já usavam da álgebra e geometria dos gregos para encontrar resoluções para equações de segundo grau. No entanto, foi somente por volta do século XVI que surge uma fórmula geral para obter raízes de uma equação de segundo grau (CELESTINO; PACHECO, 2010).

O ensino da álgebra foi introduzido no ensino secundário brasileiro no início do século XIX e, segundo Araújo (2008), desde então o ensino tinha caráter reprodutivo. No Brasil, em decorrência do Movimento da Matemática Moderna, o ensino da álgebra recebeu um maior rigor e assumiu uma acentuada preocupação com os aspectos lógico-estruturais dos conteúdos e a precisão da linguagem (BORTOLETTI, 2015), e, ainda hoje,

> [...] o método de resolução de problemas não permite que os estudantes desenvolvam o conhecimento matemático, mas apenas memorizem a fórmula geral para resolver equação quadrática, além de reproduzir a maneira como os professores de matemática ensinam o estudante em resolver um exemplo de cálculo algébrico ou exercício (BRANCO; BRITO; BRITO, 2019, p. 16).

No entanto, segundo a Base Nacional Comum Curricular (BRASIL, 2018), os conhecimentos algébricos são essenciais na compreensão, representação e análises das estruturas matemáticas que utilizam letras e símbolos em sua construção. Nesse contexto, o objetivo deste capítulo é mostrar diferentes métodos de resolução de equações quadráticas, explorar sua abordagem em sala de aula e discutir a eficiência que têm para o ensino de competências algébricas.

Para tal, realizou-se um levantamento bibliográfico sobre o ensino da álgebra em sala de aula com os diferentes métodos de resolução de equações quadráticas. A partir de pesquisas qualitativas e quantitativas sobre o desempenho dos alunos após o ensino de equações quadráticas, foram analisados os métodos de resolução considerando as diferentes habilidades desenvolvidas e estimuladas por cada um deles.

AS HABILIDADES ALGÉBRICAS E O CONCEITO DE SENTIDO DE ESTRUTURA

De acordo com Hoch e Dreyfus (2005, p. 145), “a maior parte da literatura sobre técnicas algébricas se refere a aprender a utilizá-las, e não sobre como os alunos as utilizam no futuro” (tradução livre[4]). É necessário considerar a necessidade de uso futuro das habilidades que são construídas durante a formação matemática dos alunos, de modo a entender o que precisa ser ensinado e de que forma. Nesta perspectiva, um conceito importante é o de “sentido de estrutura” como uma “coleção de habilidades [...] que permite aos estudantes fazer melhor uso das técnicas algébricas aprendidas anteriormente” (HOCH; DREYFUS, 2005, p. 146)[5].

No contexto da álgebra do ensino médio, os autores ainda definem sentido de estrutura como a capacidade de (a) lidar com um termo composto como se fosse uma única entidade, (b) reconhecer a equivalência de estruturas familiares, e (c) escolher as manipulações apropriadas para fazer melhor uso da estrutura. Na pesquisa conduzida por Hoch e Dreyfus (2005), poucos estudantes foram capazes de resolver problemas em contextos não-familiares, mesmo tendo acesso à fórmula conhecida e familiar; dessa forma, demonstraram ter dificuldade com sentido de estrutura, ou seja, não eram capazes de utilizar suas habilidades algébricas quando os problemas dados não eram exatamente análogos aos problemas conhecidos.

No contexto do ensino de equações quadráticas, portanto, a capacidade de resolver um problema não pode ser tida como mais importante do que a construção das habilidades algébricas para que tal resolução seja possível, já que são as habilidades que permitem a construção dos conhecimentos futuros e a resolução de outros problemas, em contextos não-familiares. Dessa forma, faz-se necessário analisar os métodos de resolução ensinados aos alunos para que se busque compreender quais são as habilidades estimuladas por cada método, para que futuramente possa-se entender quais métodos são mais benéficos e construtivos para a formação matemática e algébrica dos estudantes.

4 Most of the literature on algebraic techniques is about learning to use them, not about how students use these techniques later (HOCH; DREYFUS, 2005, p. 145)

5 Hoch (2003) suggested that structure sense is a collection of abilities, separate from manipulative ability, which enables students to make better use of previously learned algebraic techniques (HOCH; DREYFUS, 2005, p. 146)

DESCRIÇÃO DOS MÉTODOS DE RESOLUÇÃO DE EQUAÇÕES QUADRÁTICAS

O método mais comum é o uso da equação conhecida como *Fórmula de Bhaskara* (PASSOS *et al.*, 2015). A partir de uma equação , com , tem-se que . Por exemplo, para resolver a equação , tem-se:

Figura 1 – Resolução da equação x^2-x-6=0 pela Fórmula de Bhaskara

$$x^2 - x - 6 = 0$$

$$x = \frac{-b \pm \sqrt{b^2 - 4ac}}{2a}$$

$$x = \frac{-(-1)) \pm \sqrt{(-1)^2 - 4(1)(-6)}}{2(1)}$$
$$x = \frac{1 \pm \sqrt{1+24}}{2}$$
$$x = \frac{1 \pm \sqrt{25}}{2}$$
$$x = \frac{1 \pm 5}{2}$$
$$x_1 = \frac{1+5}{2} = \frac{6}{2} = 3$$
$$x_2 = \frac{1-5}{2} = \frac{-4}{2} = -2$$

Fonte: Criação das autoras, 2020.

O método de completar o quadrado consiste em manipular os dois lados da equação para que se encontre um quadrado da soma ou da diferença, e a partir disso se resolva a questão (PASSOS *et al.,* 2015). Além disso, é desse método que deriva a Fórmula de Bhaskara. Na Figura 2 tem-se a resolução da equação utilizando o método exposto.

Figura 2 – Resolução da equação x^2+8x-9=0 pelo método de completar o quadrado

$$x^2 + 8x - 9 = 0$$

$$(x+a)^2 = x^2 + 2ax + a^2$$

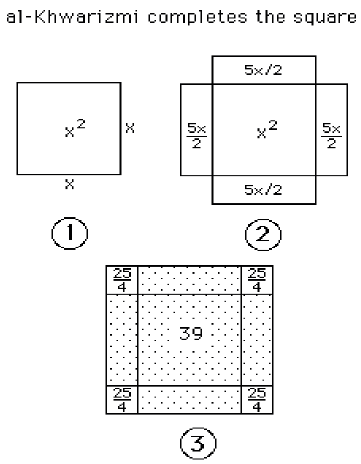
$$2a = 8 \quad \rightarrow \quad a = 4$$

$$x^2 + 8x - 9 = 0$$
$$x^2 + 8x + 16 - 9 = 0 + 16$$
$$(x+4)^2 - 9 + 9 = 16 + 9$$
$$(x+4)^2 = 25$$
$$x + 4 = \pm 5$$
$$x_1 = 5 - 4 = 1$$
$$x_2 = -5 - 4 = -9$$

Fonte: Criação das autoras, 2020

Já o método de Al-Khwarizmi corresponde à interpretação geométrica do método de completar o quadrado para a resolução de uma equação de segundo grau (CONNOR; ROBERTSON, 1999), como ilustrado pela Figura 3.

Figura 3 – Resolução da equação $x^2+10x=39$ pelo método de Al-Khwarizmi



Fonte: Connor e Robertson, 2009

Um outro método, utilizado historicamente por Viète, utiliza duas incógnitas auxiliares e que são inseridas numa a equação quadrática como e permitem a manipulação da equação até encontrar o resultado de (AMARAL, 1988).

Figura 4 – Resolução da equação $x^2-3x+2=0$ pelo método de Viète

$$x^2 - 3x + 2 = 0$$
$$x = u + v$$

$$(u+v)^2 - 3(u+v) + 2 = 0$$
$$v^2 + (2u-3)v + u^2 - 3u + 2 = 0$$

Escolhendo u para anular o coeficiente de v,

$$u = \frac{3}{2}$$
$$v^2 + \frac{9}{4} - \frac{9}{2} + 2 = 0$$
$$v^2 - \frac{1}{4} = 0$$
$$v = \pm\frac{1}{2}$$

Logo, $x = u + v$ e $x = 1$ ou $x = 2$.

Fonte: Criação das autoras, 2020

Outra forma de resolver uma equação quadrática é realizando a fatoração, quando possível. Para isto, é necessário manipular algebricamente a equação para que se obtenha um produto, como exemplificado na Figura 5:

Figura 5 – Resolução da equação $2x^2$-$3x$-20=x^2+34 através da fatoração

$$
\begin{aligned}
&2x^2 - 3x - 20 = x^2 + 34 \\
&x^2 - 3x - 54 = 0 \\
&(x+6)(x-9) = 0 \\
&x_1 = -6 \\
&x_2 = 9
\end{aligned}
$$

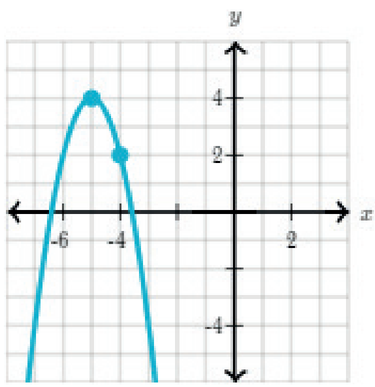
$$
\begin{aligned}
&3x^2 + 33x + 30 = 0 \\
&x^2 + 11x + 10 = 0 \\
&(x+1)(x+10) = 0 \\
&x_1 = -1 \\
&x_2 = -10
\end{aligned}
$$

Fonte: Criação das autoras, 2020

Por fim, a representação gráfica da equação pode auxiliar a imaginar qualquer função quadrática como uma transformação da curva , e permite comparar as equações e funções entre si a partir de outros formatos de escrever funções quadráticas, como a forma canônica, a partir do vértice. Este tipo de equação tem formato tal que é o vértice da parábola; ainda, pode-se ver a parábola como uma transformação de onde denota a abertura da mesma e direção para cima ou para baixo e há o deslocamento da curva em unidades na horizontal e unidades na vertical.

Figura 6 – Resolução da equação -$2(x+5)^2$+4=0 por meio da representação gráfica

$$y = -2(x+5)^2 + 4 \quad y = a(x-h)^2 + k$$



Fonte: Acervo das autoras, 2020

PANORAMA ATUAL DO ENSINO ALGÉBRICO E DE EQUAÇÕES QUADRÁTICAS

Muito além de aprender a resolver determinado tipo de equação, o aluno necessita estimular o pensamento abstrato e compreender o uso da álgebra efetivamente para que, futuramente em sua educação, possa fazer uso de tais habilidades. Um exemplo disso dá-se nos conteúdos já do Ensino Médio, como funções e polinômios, que necessitam diretamente das habilidades algébricas do Ensino Fundamental.

Lima (2011) indica que os professores costumam ensinar aos alunos os métodos mais fáceis de se resolver um problema. No caso das equações quadráticas, este método é a Fórmula de Bhaskara, como evidenciado pelo estudo de Passos *et al*. (2015) intitulado "Análise da sequência de aplicação dos métodos de Bhaskara, Al-Khwarizmi e Viète para o ensino-aprendizagem da equação do 2º grau no 9º ano do ensino fundamental".

No entanto, saber resolver problemas pelas formas fáceis nem sempre é o mais benéfico para o aluno. De acordo com Thorpe (1989, *apud* LIMA, 2011), a fórmula de Bhaskara pode apresentar valores para a incógnita que não tem significado para os alunos, e em geral os conceitos que cerceiam regras e fórmulas não são de claro entendimento para os alunos. Além disso, a própria ideia de existir uma fórmula pronta para resolver problemas pode ser prejudicial, especialmente por não existirem fórmulas correspondentes em outros casos matemáticos.

No estudo feito por Lima (2011), apresentou-se uma equação quadrática na forma fatorada para os alunos. Constatou-se, então, que os alunos buscam recorrer à fórmula mesmo nessa situação em que a resposta poderia ser facilmente inferida utilizando os princípios matemáticos; e o uso da fórmula inibiu a criatividade para resolver a questão usando conceitos "já-encontrados". Naquela situação não-familiar,

> muitos dos alunos tiveram que usar a fórmula para terem certeza de quais eram as raízes da equação. Se eles tivessem a flexibilidade de lidar com símbolos, eles seriam capazes de buscar diferentes maneiras de abordar o problema, e, talvez, serem mais bem-sucedidos. Uma gama de já-encontrados provavelmente ampliaria a visão deles sobre a situação, e eles poderiam explorar características mais gerais de equação (LIMA, 2011, p. 70).

Dessa forma, constatamos que as capacidades algébricas dos estudantes não são devidamente estimuladas quando estudando a resolução de equações pela Fórmula de Bhaskara. Ou seja, apesar de o método poder ter um maior índice de sucesso dentro do conteúdo, como mostrado no estudo de Passos *et al*. (2015), ele pouco contribui para a formação matemática para além deste conceito, e mesmo dentro do conceito quando este é apresentado de forma não-familiar.

Diante disso, faz-se necessário analisar outros métodos que podem ser utilizados e ensinados no lugar da Fórmula de Bhaskara para garantir uma formação matemática abrangente, suficiente e satisfatória.

ANÁLISE DOS DIFERENTES MÉTODOS

Talvez a primeira solução para este impasse seria reforçar o ensino da equação quadrática - e da álgebra como um todo - não como um problema a ser resolvido, mas sim como um conceito matemático a ser explorado. Nesta visão, o ensino das diferentes formas que a equação quadrática pode ter (vértice, foco-diretriz, fatorada…) traz mais uma habilidade para o arsenal do aluno e permite a compreensão plena disso que é trabalhado; além disso, permite a fácil detecção no caso de situações simples, porém não-familiares, como o exemplo explorado da equação fatorada no estudo de Lima, e estimula o sentido de estrutura como descrito por Hoch e Dreyfus (2005).

Correspondentemente, se trabalhados mais os conceitos algébricos incluindo a representação gráfica dos mesmos, os alunos podem imaginar uma equação quadrática como a transformação da curva $y=x^2$, auxiliando na concepção de mais uma habilidade por parte do aluno. Com isso, tanto a compreensão sobre este conceito quanto a capacidade de resolver as equações seriam estimuladas, além da capacidade visual sobre a álgebra que é, também, extremamente importante para estudos futuros de matemática, e da manipulação de tais conceitos com certa abstração.

Outro conceito relacionado que pode ser utilizado como método para resolver equações quadráticas (mas que não se limita a isso) é a fatoração. A maior vantagem deste método é que requer uma manipulação algébrica não convencional, o que apesar de tornar seu uso complicado contribui muito para a formação do aluno, com o desenvolvimento de habilidades que serão importantes no futuro e que contribuem para o pensamento algébrico a qualquer momento. Ainda, a fatoração utiliza-se de princípios matemáticos, como o do produto zero, que devem ser de ciência de todo aluno; por meio do ensino da fatoração de equações, portanto, pode-se ainda recuperar e garantir o aprendizado do aluno em tais tópicos.

Similarmente, o método de completar do quadrado também exige forte manipulação da equação e pensamento abstrato, e também reforça conteúdos anteriores de produtos notáveis - ou seja, o aluno aprende a reconhecer padrões, mais uma habilidade matemática necessária e fundamental tanto dentro como fora da álgebra. Há, ainda, a interpretação geométrica grega do método, também conhecida como método de Al-Khwarizmi, que permite uma representação visual da álgebra e do problema em questão e auxilia os alunos a relacionarem o pensamento abstrato com sua realidade e auxilia no processo de ensino-aprendizagem.

Por fim, há também o Método de Viète, que trabalha muito com abstração e é a base intuitiva para a Fórmula de Bhaskara. “Os alunos podem chegar à solução de uma equação completa do 2º grau sem que seja necessário utilizar a fórmula de maneira decorada como tantas vezes acontece” (AMARAL, 1988). Sua eficiência em sala de aula, no entanto, é discutível; segundo os estudos de Passos *et al*. (2015), uma porcentagem significativamente menor de estudantes teve sucesso em resolver questões usando esse método, comparado ao método de completar o quadrado e à fórmula de Bhaskara. No entanto, tal dificuldade e complexidade do método mostra o quanto ele tem para ensinar aos alunos e a lógica por trás da Fórmula de Bhaskara ainda não é de pleno domínio dos estudantes.

Outros métodos menos ortodoxos também são interessantes para engajar o aluno e apresentar mais uma perspectiva nas equações quadráticas. Um exemplo é o método geométrico, que explora as construções geométricas e promove a conexão entre as diferentes áreas da matemática; no entanto, a complexidade deste método torna-o demorado e pouco útil para a prática, apesar de fornecer aplicações ainda mais importantes na geometria. Por motivos como este, tais métodos não serão desenvolvidos no presente texto, mantendo o foco em métodos de resolução que têm potencial para serem mais amplamente ensinados e, possivelmente, substituir o ensino da Fórmula de Bhaskara como elemento principal das aulas de matemática sobre este assunto.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

De acordo com Hoch e Dreyfus (2005), a maior parte da literatura em técnicas algébricas diz respeito a aprender a utilizá-las, e não sobre como os alunos usam essas técnicas no futuro. No entanto, as pesquisas que já são feitas sobre o assunto indicam que é necessário estimular mais a criatividade e compreensão dos conteúdos e que a simples memorização e mecanização não é suficiente para que o aluno adquira as habilidades necessárias.

Apesar de a Fórmula de Bhaskara ser um método simples de ser ensinado e memorizado pelos alunos, e relativamente rápido de usar para resolver uma equação, é necessário considerar suas repercussões do ensino em toda a trajetória escolar de um aluno. Os demais métodos, como completar quadrados e fatoração, podem não ser tão rápidos, simples e práticos quanto a fórmula de Bhaskara, tanto para ensinar quanto para aprender e usar, mas podem ser muito mais benéficos se considerados a longo prazo por conta do mais forte ensino e estímulo a capacidades algébricas.

Considerando, ainda, seu caráter histórico, estes métodos mostram-se com um enorme potencial para enriquecer o aprendizado dos estudantes, fornecendo mais uma ferramenta para os estudantes compreenderem a matemática e relacionarem os conceitos de dentro da sala de aula com o mundo em que vivem, tanto na história como em seu dia a dia, através da contextualização da criação de cada método suprindo as necessidades da época.

Diante do exposto, podemos concluir que o ensino da álgebra necessita ser repensado. Para que um avanço ocorra, é preciso que se contemple além dos aspectos formais, a construção do pensamento algébrico. No caso das equações quadráticas, é importante e necessário que os docentes apresentem aos estudantes diferentes métodos de resolução de equações de segundo grau e que reforcem mesmo os mais difíceis e complexos, para que as competências algébricas se desenvolvam e se concretizem desde a fase inicial do seu estudo.

REFERÊNCIAS

AMARAL, João Tomas do. **Método de Viète para Resolução de Equações do 2.° Grau**. Revista do Professor de Matemática, Rio de Janeiro, n. 13, 1988. Disponível em http://www.rpm.org.br/cdrpm/13/4.htm. Acesso em: 27 jun. 2020.

ARAUJO, Elizabeth Adorno de. **Ensino de Álgebra e formação de professores**. São Paulo, 2008.

BRANCO, Maurício Neves; BRITO, Ramon Gabriel Santos de; BRITO, Estela Márcia de. **Dificuldade de estudante em resolver equação quadrática no ensino médio**: uma pesquisa quantitativa. Macapá, 2019.

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

BORTOLETTI, Anderson de Abreu. **O Ensino de Álgebra**: Uma visão em dois momentos distintos da trajetória da matemática nos currículos escolares. Porto Alegre, 2015.

CELESTINO, Kamila Gonçalves; PACHECO, Edilson Roberto. **Bhaskara**: Algumas Evidências. Paraná: Unicentro, 2010.

CONNOR, J. J.; ROBERTSON, E. F. **Abu Ja'far Muhammad ibn Musa Al-Khwarizmi**. Biografia. University of St Andrews, Escócia, 1999. Disponível em: https://mathshistory.st-andrews.ac.uk/Biographies/Al-Khwarizmi/. Acesso em: 10 abr. 2021.

HOCH, Maureen; DREYFUS, Tommy. **Students' Difficulties With Applying a Familiar Formula in an Unfamiliar Context**. In: CHICK, H. L.; VINCENT, J. L. (Ed). Proceedings of the International Group for the Psychology of Mathematics Education. Melbourne, v. 3. p. 145-152, 2005. ISSN 0771-100X.

LIMA, Rosana Nogueira de. Equações quadráticas e a fórmula de Bhaskara: Sucesso garantido?. In: **Revista Iberoamericana de Educación Matemática**. España, n.25, p.63-72, 2011. ISSN 1815-0640. Disponível em https://pdfs.semanticscholar.org/ed19/ba3f3f5e70d01e673fecca9ab9b7ff420b47.pdf. Acesso em: 30 jul. 2020.

PASSOS, Homailson Lopes *et al.* **Análise da sequência de aplicação dos métodos de Bhaskara, Al-Khwarizmi e Viète para o ensino-aprendizagem da equação do 2º grau no 9º ano do ensino fundamental**. In: I Congresso Internacional Salesiano de Educação. Lorena, 2015. Disponível em: lo.unisal.br/sistemas/conise2015/anais/38_13500232_ID.pdf. Acesso em: 28 jul. 2020.

ROSA, Milton; OREY, Daniel Clark. Etnomatemática e modelagem: a análise de um problema retórico babilônio. **Revista Latinoamericana de Etnomatemática**, 2013.

CAPÍTULO IX

TALES DE MILETO

Lucas Ferrari dos Santos[1]
Kauane Ferrari Luiz[2]
José Gustavo Costa dos Santos[3]
Johann Felipe Voigt[4]

INSERÇÃO

Esta análise discorre sobre as contribuições e a produção científica, com ênfase nos setores da filosofia, astronomia e, principalmente, matemática, deixadas por Tales de Mileto, a fim de entendermos seu impacto na história e o marco que inicia com esse sábio a partir das referências que foram estudadas.

Apoiado nestas informações surge a questão que norteia o tema: como é o surgimento do pensamento que levou Tales a realizar as primeiras descobertas matemáticas atribuídas a alguém e, desenvolver seu pensamento crítico que o faz questionar a origem de tudo? Com base nessa linha de pensamento, tivemos como objetivo estudar os conhecimentos atribuídos a Tales a partir das escritas de Filósofos, visto que não há obras de autoria dele.

Para realizar o estudo procedemos da seguinte forma: primeiramente, foram lidos os feitos que serão relatados, buscando entender como foi possível e qual o processo de Tales para desenvolvê-los; e quando os feitos eram práticos, nos movemos na tentativa de observar e raciocinar com os recursos que ele

1 Licenciando em Matemática (2020), Instituto Federal Catarinense (IFC) – *Campus* Rio do Sul. E-mail: . ferrarilucas0910@gmail.com.

2 Licencianda em Matemática (2020), Instituto Federal Catarinense (IFC) – *Campus* Rio do Sul. E-mail: . Kauane.ferrari09@gmail.com.

3 Licenciando em Matemática (2020), Instituto Federal Catarinense (IFC) – *Campus* Rio do Sul. E-mail: . Jose13042002@gmail.com.

4 Mestre em Matemática Aplicada a computação gráfica pela Universidade Federal de Alagoas (UFAL), Professor do Instituto Federal Catarinense (IFC) - *Campus* Rio do Sul. E- mail: johann.voigt@ifc.edu.br.

tinha disponível em seu tempo. Ou seja, realizamos uma reflexão histórica, sem utilizar dos conhecimentos atuais, os quais foram desenvolvidos a partir das contribuições de Tales.

TALES DE MILETO

Considerado o primeiro indivíduo conhecido a quem foi atribuída uma descoberta matemática, Tales de Mileto comprovou sua eficiência e seu conhecimento na antiga civilização grega. Ainda que fosse um grande matemático, filósofo, astrônomo, e engenheiro, não há indícios de obras de sua autoria, tudo o que se sabe sobre sua vida provém de citações de outros filósofos e historiadores, como Boyer (2010, p. 31) explica que "seu nascimento e sua morte estão datados com base no fato de que o eclipse de 585 a.C. provavelmente ocorreu quando estava em plena maturidade, digamos 40 anos, e diz-se que tinha 78 anos quando morreu".

Apolodoro de Atenas (180-120 a.C.), afirma que Tales nasceu em 625 a.C. Sabe-se, ainda, que seu local de origem é Miletos, antiga colônia grega e atual Turquia. Heródoto (484 - 425 a.C.) descreve Tales como um "fenício de ascendência remota". Além dessas características, não se sabe ao certo a origem de sua família, e há muitos debates sobre isso. Acredita-se que Tales não tenha se casado e que não tenha descendência direta. Mesmo sem uma conclusão sobre sua árvore genealógica, teorias afirmam que sua família era abastada, pois somente, assim, Tales teria condições de subsidiar suas viagens. Ainda há uma teoria de Aristóteles em que ele cita que Tales previu uma farta colheita de azeitonas, e por ser proprietário de uma plantação de oliveiras, alugou máquinas de moer oliva, se beneficiando depois com sua abundante semeada. Florian Cajori, em "Uma História da Matemática", explica outra teoria sobre suas viagens: "Durante seu período de meia-idade dedicou-se ao comércio, o que o levou até o Egito. Consta que ele passou alguns anos lá, e assim estudou com os seus sacerdotes egípcios as ciências físicas e matemáticas" (CAJORI, 2017, p. 44).

Poucas informações se tem sobre o fim da vida de Tales de Mileto. Diógenes Laertius apresenta a crônica de Apolodoro de Atenas, em que afirma que Tales morreu aos 78 anos de idade, de insolação, enquanto assistia o 58° jogo olímpico (548-545 a.C).

CONTRIBUIÇÕES À FILOSOFIA

Segundo Aristóteles, Tales de Mileto foi o primeiro que ousou dar respostas aos questionamentos da época pré-socrática de maneira científica, sem recorrer a mitos e crenças. Considerado o primeiro sábio do grupo dos sete sábios da Grécia, e o fundador da escola Jônica, é nítida a importância desse nome ao pensamento filosófico racional ocidental.

Tales estudava qual era a origem de toda matéria, e por meio de uma perspectiva racional e por análises observatórias críticas, chegou à conclusão de que: "tudo é água". Ele propagava a ideia de que tudo se originou de um elemento, em diferentes proporções e densidades: a água. Seus principais argumentos para essas ideias eram de que todo objeto, em algum momento, se tornava úmido e da quantidade de água existente no planeta. Tales ainda era hilozoísta, acreditava que a matéria estava viva, o que trazia ainda mais argumentos à teoria, já que o que morre, resseca.

Hoje, tem-se o conhecimento de que a água não é um elemento, e sim um composto, porém, para a época em questão, era um pensamento interessante, e pela tentativa de descobrir uma partícula igual em cada objeto (como a ciência moderna em seus estudos dos átomos), alguns historiadores nomeiam Tales de Mileto como um dos pioneiros no ramo científico, contudo, há uma divergência de ideias sobre isso.

Ainda sobre sua tentativa de quebra de paradigmas religiosos da época, Tales acreditava que as coisas naturais tinham explicações racionais, por exemplo, ele explicava que os terremotos vinham do fato de que a terra estava flutuando por cima da água, e não que os deuses estavam castigando a população. Tales entendia que fenômenos naturais estavam intimamente ligados à matéria. Quando falava sobre as almas dentro dos minerais, ou que as coisas estavam cheias de deuses, ele não ligava isso ao mundo espiritual, mas sim que alguns fatos ocorriam por que deveriam ocorrer, a natureza era viva da sua maneira.

CONTRIBUIÇÕES À ASTRONOMIA

A principal descoberta astronômica relacionada a Tales é mencionada por Plínio, em História Natural (77 d.C.). Segundo esse autor, Heródoto afirmava que Tales de Mileto previu, com a ajuda de conhecimentos babilônicos, o eclipse solar que ocorreu em 585 a.C. Ainda que essa história traga diversos questionamentos, como o fato de que, naquela época, não se sabia nem como ocorria um eclipse solar ou lunar.

Outras teorias astronômicas relacionadas a Tales têm ligações aos seus estudos matemáticos: Ele foi capaz de calcular a duração do ano; calculou a posição de um grupo de estrelas das constelações de touro, a Plêiades; e há teorias que afirmam que haveria dois escritos seus: “Sobre equinócios” e “Sobre Solstícios”. Contudo, nenhum sobreviveu até os dias atuais.

Adorava tanto a astronomia que uma suposta queda trouxe a ele o apelido de desajeitado e distraído, como relata Platão, no caso da escrava de Trácia que zombou de Tales por cair em um buraco enquanto observava as estrelas:

> Foi o caso de Tales, quando observava os astros; porque olhava para o céu, caiu num poço. Contam que uma decidida e espirituosa rapariga da Trácia zombou dele, com dizer-lhe que ele procurava conhecer o que passava no céu, mas não via o que estava junto dos próprios pés. Essa pilhéria se aplica a todos os que vivem para a filosofia (PLATÃO, TEETETO 174a.C.)

Entre seus achados é atribuída a ele a primeira observação das Híades, aglomerado de estrelas na constelação de Touro, feita a partir do cálculo da posição das Plêiades, grupo de estrelas na mesma constelação. Ainda sobre as estrelas, Tales descreveu a posição da Ursa Menor, e acreditava que a mesma poderia ser útil para navegações marinhas.

CONTRIBUIÇÕES À MATEMÁTICA

Com relação à matemática, Tales foi responsável por várias inovações que, como já dito, decorrem de suas experiências em suas viagens, principalmente para o Egito. Buscando aprender sobre práticas que pudessem facilitar a vida do povo de sua terra, ao exemplo da agricultura, o filósofo grego entrou em contato com áreas diferentes da matemática que conhecia, sobretudo com a geometria egípcia. Porém, diferente dos sacerdotes egípcios, detentores da maior parte desse conhecimento, Tales foi além do padrão de o utilizar para atividades cotidianas, podendo assim evoluir esta área do conhecimento humano.

O raciocínio de Tales girava em torno de deduções e proporcionalidade: todos os seus teoremas e suas descobertas têm como fundamento a percepção visual dos objetos. Além das proposições mais famosas de sua autoria, Proclo, Laércio e Plutano atribuem a ele diversas provações matemáticas isoladas, sem comprovações científicas, mas com análises dedutivas. Também são atribuídos feitos matemáticos que teriam impressionado diversos sábios na época e lhe deram renome e popularidade através dos tempos.

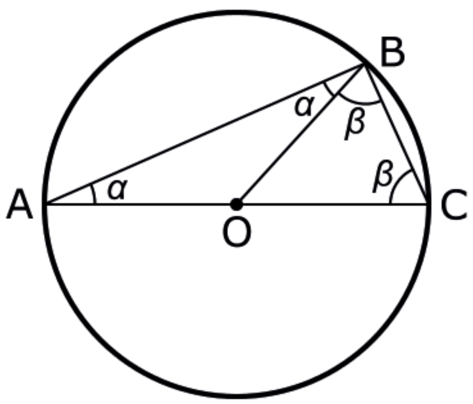
OS TEOREMAS DE TALES

Como existem duas importantes proposições associadas à figura do Tales, surge a necessidade de diferenciá-las, e o mais comum é fazê-la de acordo com o objeto de estudo da proposição: como Teorema de Tales da circunferência ou Teorema de Tales da interseção.

A primeira, que hoje é reconhecida como sendo um caso particular do teorema do ângulo inscrito, considera que um triângulo qualquer ABC inscrito em uma circunferência, se a medida AC for o diâmetro desta circunferência, então os pontos A, B e C formam um triângulo retângulo.

Para enunciar esse teorema, Tales provavelmente utilizou de seus conhecimentos de proporcionalidade e dedução lógica, pois é necessário saber que todo triângulo possui 180° de ângulos internos e que triângulos isósceles possuem dois ângulos iguais, proposição atribuída ao próprio matemático, para poder entendê-lo e prová-lo da seguinte forma:

Figura 1: Primeiro teorema de Tales



Fonte: Texto "Teorema de Tales (círculo) " na Wikipédia[5].

5 Disponível em: https://pt.wikipedia.org/wiki/Teorema_de_Tales_(c%C3%ADrculo). Acesso em: 20 set. 2020.

Como OA, OB e OC são iguais, pois equivalem ao raio da circunferência, logo ΔAOB e ΔBOC são isósceles. A partir disso podemos estabelecer a equação: $2\alpha + 2\beta = 180$, e então tem-se que $\alpha + \beta = 90° = B$, que prova este teorema.

A segunda, que também pode ser chamada apenas de "teorema da interseção", ou ainda "teorema dos segmentos proporcionais", explica que se um feixe de retas paralelas é interceptado por duas retas transversais, então os segmentos determinados pelas paralelas sobre as transversais são proporcionais. Citado pela primeira vez no livro "Os Elementos" de Euclides, é um teorema que demonstra todo o entendimento que Tales tinha de geometria, raciocínio lógico e proporcionalidade.

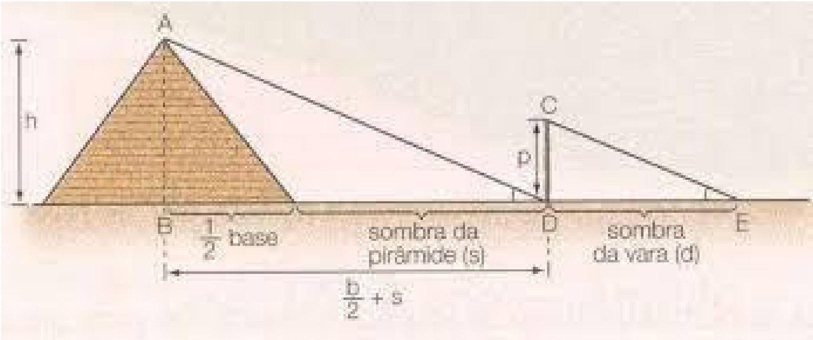
Há também algumas deduções lógicas que possivelmente foram feitas por Tales seguindo seus teoremas. Por exemplo, a demonstração de que os ângulos da base de dois triângulos isósceles são iguais, a afirmativa de que todo círculo é dividido pelo diâmetro em duas partes iguais, e também o fato de que os ângulos opostos pelo vértice são iguais.

O CÁLCULO DA ALTURA DAS PIRÂMIDES

Essa história é um dos feitos mais marcantes ligados ao nome de Tales, tem diversos pontos de vista e gera certas dúvidas a respeito de sua veracidade. Mas, de modo geral, ela se desenvolveria assim:

Tales desafiado, ou por vontade própria, decide descobrir a altura de uma pirâmide egípcia, possivelmente a de Quéops. Para tal, ele utilizou de uma sombra, de algo como um bastão (versões dos historiadores Diógenes Laércio e Plutarco divergem neste ponto), para comparar com a sombra da pirâmide. Ele esperou até que a sombra que observava fosse igual a altura do próprio objeto, pois então a sombra da pirâmide seria igual a sua própria altura somada a metade de um dos lados da base e então Tales coletou os dados necessários para realizar os cálculos. Sabendo dos tamanhos da sombra da pirâmide e do objeto, e da altura do objeto também, ele fez uma comparação entre os dois, chegando na proporção final de que: altura da pirâmide/ altura do objeto = sombra da pirâmide/ sombra do objeto.

Figura 2: Representação da medição da altura da Pirâmide por Tales segundo Plutarco



Fonte: Iezzi; Dolce; Machado, 2009, p.117.

Para realizar os cálculos ditos na história, Tales teria usado dos conhecimentos que aprendeu com os egípcios junto com o que havia aprendido por conta própria. Ele foi um dos primeiros a ter esse feito, pois foi um dos primeiros a juntar conhecimentos de proporcionalidade de retas, triângulos e dedução, e poder efetuar um único cálculo por meio de todas estas observações.

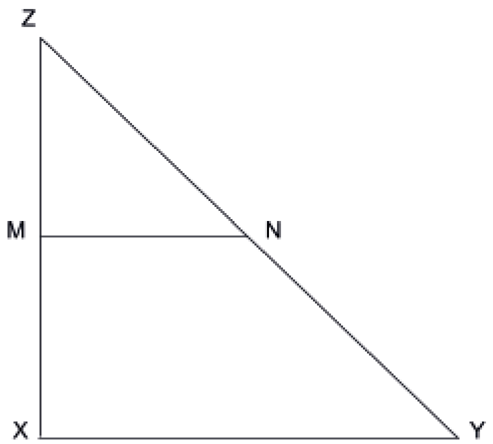
Com esse experimento, Tales pôde pôr em prática algumas de suas teorias tais como: os triângulos equiângulos são triângulos proporcionais e, consequentemente, se dois triângulos têm dois ângulos e um lado semelhante, então eles são congruentes. E possivelmente um de seus maiores teoremas, o teorema dos segmentos proporcionais. Embora seja possível que, por meio dessa experiência, que tenha sido desenvolvida o teorema, outra dúvida presente dessa história.

CÁLCULO DA DISTÂNCIA DE UM NAVIO A PRAIA

Outro feito que, comumente, é atribuído a Tales é este cálculo. O filósofo teria, através de seu conhecimento em semelhanças de triângulos, teria descoberto a distância que um navio em relação à costa onde ele estava.

De um ponto X, Tales observou o Navio no ponto Y, e traçou uma reta. Foi então a outro ponto, Z, em que traçou uma reta transversal a XY, nomeada de ZX. Entre os pontos X e Z, ele escolheu outro ponto, M, e traçou uma reta paralela a XY, transversal a XZ, a reta MN. Utilizando da mesma forma matemática explicada anteriormente (XZ/XY = MN/NY), é possível descobrir a distância entre X e Y, ou seja, entre o navio e a praia, tendo o conhecimento das menores distâncias.

Figura 3: Representação do "problema do navio"



Fonte: Desenho dos autores[6].

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O tema deste capítulo se desenvolve ao redor do entendimento da vida e obra de Tales de Mileto e, com esse intuito, lendo obras a respeito do assunto, foi reunida uma coletânea significativa sobre os feitos de tal personagem histórico.

Através dos diversos pontos descritos no texto tem-se dimensão da influência que Tales exerceu e exerce em várias áreas do conhecimento humano, indo além do único campo geralmente relacionado a ele, a matemática. Dentro dos diferentes temas citados, como filosofia, astronomia, a própria "ciência dos números" e até para a realidade grega. Tales foi revolucionário e inspirador, trazendo importantíssimas inovações em tudo o que influenciou. E, portanto, fazendo parte do grupo dos sete sábios, o grupo dos sete homens mais influentes e respeitados da Grécia pré-socrática.

Porém, não se pode dar uma origem direta ao modo de pensar que dá origem a todo esse brilhantismo de Tales, novamente devido à falta de obras com sua autoria. Mas, mesmo sem conseguir compreender sua linha de raciocínio diretamente por suas palavras, por meio da sua vida e suas realizações é possível deduzir traços fundamentais desse grande gênio.

6 Desenho realizado utilizando as ferramentas do Google Drive.

REFERÊNCIAS

DE SOUZA BODÔ, Márcio. **Algumas contribuições de Tales de Mileto para a Matemática.** 2015. 44 F. Trabalho de Conclusão de Curso - Faculdade de licenciatura plena em matemática, Universidade Estadual do Ceará, Mauriti,2015.

FRAZÃO, Dilva. **Tales de Mileto**. Ebiografia. [S.L], 2019. Disponível em: https://www.ebiografia.com/tales_de_mileto/. Acesso em: 09 ago. 2020.

THALES OF MILETUS. Wikipédia. Disponível em: https://en.wikipedia.org/wiki/Thales_of_Miletus. Acesso em: 11 ago. 2020.

"Tales de Mileto". Só Matemática. Disponível na Internet em https://www.somate.matica.com.br/biograf/tales.php .Acesso em: 21 ago. 2020.

TALES DE MILETO: "O UNIVERSO É FEITO DE ÁGUA". Superinteressante.

[S.L.], 2019. Disponível em: https://super.abril.com.br/ideias/o-universo-e-feito-de-agua--tales-de-mileto/. Acesso em: 07 ago. 2020.

BONGIOVANNI, Vincenzo. O Teorema de Tales: uma ligação entre o geométrico e o numérico. **REVEMAT - Revista Eletrônica de Educação Matemática**, [*s.l.*], v.2.5, p.94-106, 2007. Disponível em: https://periodicos.ufsc.br/index.php/revemat/article/download/12993/12094. Acesso em: 18 ago.2020.

LESSA, José Roberto. **Teorema de Tales**. Infoescola. [S.L].[2019?] data provável. Disponível em: https://www.infoescola.com/matematica/teorema-de-tales/. Acesso em: 18 ago.2020.

OS ORGANIZADORES

Elisângela Regina Selli Melz

Doutoranda em Educação Científica e Tecnológica pela Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC). Mestre em Educação pela Universidade do Oeste de Santa Catarina (UNOESC) - Campus Joaçaba. Licenciada em Matemática pela UNOESC - Campus São Miguel do Oeste. Atualmente, é professora do Instituto Federal Catarinense - Campus Rio do Sul. Tem experiência docente na área de Matemática do Ensino Médio, no Curso de Licenciatura em Matemática e em cursos de Formação Continuada de Professores, com ênfase em Educação Matemática, atuando, principalmente, nos seguintes temas: ensino e aprendizagem, educação, matemática básica.

Bruno Henrique Labriola Misse

Doutor em Educação Matemática pela Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho (Unesp). Mestre em Educação Matemática pela Unesp - Rio Claro (2014) e graduado em Licenciatura em Matemática pela Unesp - Guaratinguetá (2011). Tem experiência na área de Matemática, com ênfase em Educação Matemática e Filosofia da Matemática, atuando, principalmente, nos seguintes temas: Ensino de Matemática, Olimpíadas de Matemática, Fenomenologia e Filosofia da Matemática. Atualmente é professor EBTT do Instituto Federal do Sul de Minas - Campus Inconfidentes.

OS AUTORES

Bianca de Mendonça

Acadêmica da Licenciatura em Matemática (2021) pelo Instituto Federal Catarinense (IFC/Rio do Sul).

Daiane Carl

Acadêmica da Licenciatura em Matemática (2020) pelo Instituto Federal Catarinense (IFC/Rio do Sul). Tem experiência na área de Ciências da Computação, com ênfase em Sistemas de Computação.

Eden Luciana Boing Imhof

Possui graduação em Pedagogia pela Universidade para o Desenvolvimento do Alto Vale do Itajaí - UNIDAVI (2002), com especialização em Psicopedagogia ((2004), graduação em História pela UNIDAVI (2014), e mestrado em Educação pela Universidade do Oeste de Santa Catarina (UNOESC) (2016). Atualmente, é professor da Universidade para o Desenvolvimento do Alto Vale do Itajaí. Tem experiência na área de Educação e História, com ênfase em Educação, atuando, principalmente, nos seguintes temas: Educação, Valorização da carreira docente. Trabalha atualmente com a educação básica (séries iniciais e finais) e no ensino superior.

Heloísa Gabriela Paterno

Acadêmica de Licenciatura em Matemática e Técnica em Informática pelo IFC/Rio do Sul. Teve sua primeira oportunidade por meio da OBMEP (Olimpíada Brasileira de Matemática das Escolas Públicas), e, com isso, iniciou uma jornada marcada por oportunidades acadêmicas e em que obteve diversas premiações em olimpíadas do conhecimento de Matemática, Robótica, Física, Informática, Astronomia e Astronáutica e Linguística. Agora, busca democratizar oportunidades e possibilitar um desenvolvimento pleno para outras crianças e jovens, participando de projetos sociais em educação, formação de lideranças, STEM e igualdade de gênero. Em 2019, fundou a Rocketing, negócio social que busca desenvolver jovens integralmente por meio do ensino de STEM. Tem interesse nas áreas de educação inclusiva, altas habilidades/superdotação, educação não-formal, inovação na educação e educação matemática.

Igor Mohr

Acadêmico da Licenciatura em Matemática no Instituto Federal Catarinense (IFC) - Campus Rio do Sul. Professor ACT da Rede Estadual de Ensino de Santa Catarina, atuando na EEB São João Bosco, como orientador do Laboratório de Matemática.

Igor Willian Muniz

Acadêmico de graduação em Licenciatura em Matemática (2020) pelo Instituto Federal Catarinense - Campus Rio do Sul e tesoureiro do Centro Acadêmico Leibniz (CALE). Participou do Projeto de Extensão "Apoio à Organização e Participação de Professores e Alunos em Feiras de Matemática, Ciência e Tecnologia" desenvolvido pelo IFC - Campus Rio do Sul. Tem interesse nas áreas de Matemática Pura com ênfase em Sistemas Dinâmicos, Feiras de Matemática e Jogos Pedagógicos.

Johann Felipe Voigt

Possui Licenciatura em Matemática pelo Instituto Federal Catarinense (2013) e Tecnologia e Redes de Computadores pelo Centro Universitário Leonardo da Vinci (2009), e mestrado em Matemática Aplicada à Computação Gráfica pela Universidade Federal de Alagoas (2018). Tem experiência nas áreas de Educação Matemática, com ênfase na Criação de Materiais Didáticos, e na de Computação Gráfica, com ênfase em Visão Computacional e Reconhecimento de gestos de mãos, atuando, principalmente, nos seguintes temas: matemática, ensino, jogos eletrônicos, redes neurais e reconhecimento de gestos.

José Gustavo Costa dos Santos

Acadêmico da Licenciatura em Matemática (2020) pelo Instituto Federal Catarinense (IFC/Rio do Sul).

Joyce Priscila Prochnow

Acadêmica da Licenciatura em Matemática (2021) pelo Instituto Federal Catarinense (IFC/Rio do Sul).

Júlia Dâmaris Fachini

Aluna de graduação em Licenciatura em Matemática (2020) pelo Instituto Federal Catarinense - Campus Rio do Sul e vice-presidente do Centro Acadêmico Leibniz (CALE). Já foi participante do Programa Institucional de Bolsa de Iniciação à Docência (PIBID) e atualmente é bolsista do Projeto de Extensão "Pluralidades no Movimento Feiras", desenvolvido pelo IFC - Campus Rio do Sul, no qual ajuda na organização de cursos, eventos e também nos processos de avaliação. Tem interesse nas áreas de Educação Matemática, Jogos Pedagógicos, Feiras de Matemática e Uso das Tecnologias Digitais na Educação.

Jussara Andrade

Acadêmica da Licenciatura em Matemática (2020) pelo Instituto Federal Catarinense (IFC/Rio do Sul).

Kauane Ferrari Luiz

Acadêmica da Licenciatura em Matemática (2020) pelo Instituto Federal Catarinense (IFC/Rio do Sul).

Larissa Hang

Cursa Licenciatura em Matemática no Instituto Federal Catarinense - Campus Rio do sul a partir de 2020 e desde o início da sua formação docente envolveu-se em atividades extracurriculares como o PIBID. Atualmente atua no Núcleo de Acessibilidade às Pessoas com Necessidades Específicas (NAPNE) e é presidente do Centro Acadêmico Leibniz (CALE). Faz parte do projeto de extensão do IFC- Campus Rio do Sul, denominado "Pluralidades no movimento Feiras" de matemática, participando de cursos de formação e avaliação das mesmas. Trabalha como estagiária na Prefeitura Municipal de Rio do Sul, atuando na Educação Especial como profissional de apoio no Ensino Fundamental Anos Iniciais e Finais. Possui interesse nas áreas de Educação Matemática, Educação Inclusiva e Feiras de Matemática.

Lucas Ferrari dos Santos

Acadêmico da Licenciatura em Matemática (2020) pelo Instituto Federal Catarinense (IFC/Rio do Sul).

Micheli Cristina Starosky Roloff

Professora do Ensino Básico, Técnico e Tecnológico do Instituto Federal Catarinense - Campus Rio do Sul. Possui Licenciatura em Matemática pela Universidade Federal de Santa Catarina (2004), especialização em Educação de Jovens e Adultos pelo Centro Federal de Educação Tecnológica de Santa Catarina (2007) e mestrado em Educação pela Universidade do Vale do Itajaí (2009). Tem experiência na área de Matemática, atuando principalmente nos seguintes temas: matemática, engenharia mecatrônica e ensino de matemática.

Paula Andrea Grawieski Civiero

Pós-doutora e Doutora em Educação Científica e Tecnológica (UFSC). Mestre em Ensino de Matemática (UFRGS). Especialista em Metodologia do Ensino de Matemática (UNIDAVI/UFSC). Graduada em Ciências, habilitação plena em Matemática (FAFI-PR). Professora da Educação Básica, Técnica e Tecnológica no Instituto Federal Catarinense (IFC) - Campus Rio do Sul, no Ensino Médio e na Licenciatura em Matemática. Membro das Comissões Permanentes das Feiras de Matemática (Regional, Catarinense e Nacional). Membro do Núcleo de Pesquisa em Educação Tecnológica (NEPET/UFSC) e do Núcleo de Estudos e Pesquisas sobre Educação Matemática e suas perspectivas (NEPEMP/IFC). Linhas de pesquisa: Formação de Professores; Educação Matemática Crítica, Feiras de Matemática e Implicações Sociais da Ciência e da Tecnologia. Busca em seus estudos atuais reconhecer as variáveis contemporâneas da equação civilizatória, de modo a provocar reflexões sobre o papel social da educação.

Ricardo Alexandre Neves

AAcadêmico da Licenciatura em Matemática (2021) pelo Instituto Federal Catarinense (IFC/Rio do Sul). Também possui graduação em Administração pela Universidade para o Desenvolvimento do Alto Vale do Itajaí (2004). Tem experiência na área de Administração, com ênfase em Administração de Setores Específicos, possui ainda especialização Lato Sensu em Gerenciamento de Projetos pelo Serviço Nacional de Aprendizagem Comercial de Santa Catarina - SENAC-SC.

Samanta Diatrine Jaeger Martins

Acadêmica da Licenciatura em Matemática (2020) pelo Instituto Federal Catarinense (IFC/Rio do Sul).

Thainá Laíz Lemke

Acadêmica da Licenciatura em Matemática (2020) pelo Instituto Federal Catarinense (IFC/Rio do Sul).

Thaís Eduarda Willemann

Acadêmica da Licenciatura em Matemática (2020) pelo Instituto Federal Catarinense (IFC/Rio do Sul).

Viviane de Farias Gesser

Licencianda em matemática pelo Instituto Federal Catarinense - IFC Campus Rio do sul (2020-2022/1). Bacharela em Engenharia Civil pelo Centro Universitário para o desenvolvimento do alto vale do Itajaí- UNIDAVI.

O componente curricular de Pesquisa e Processos Educativos, ofertado no IFC, tem como objetivo a iniciação dos licenciandos no universo da pesquisa científica, e ainda, serve como movimento de formação articulada às demais disciplinas do curso.

A obra que apresentamos é uma materialização do trabalho final do componente curricular nos anos de 2020 e 2021 e cada capítulo foi escrito por acadêmicos sob a orientação de professores do curso. O que os une e possibilita a produção desta obra é a História da Matemática, que serviu como fio condutor para articular a pesquisa com as diferentes áreas estudadas durante o semestre.

A partir do projeto integrador elaborado pelos docentes, os acadêmicos buscaram temas de interesse e trouxeram a primeira escrita acadêmica no formato de pesquisa. Nosso orgulho, enquanto professores, orientadores e organizadores, está registrado nestas páginas, que, com carinho, compartilhamos com todos os leitores, para que possam conhecer o trabalho destes acadêmicos e acadêmicas do curso de Licenciatura em Matemática do IFC, campus Rio do Sul.

editora IFC

Associação Brasileira das Editoras Universitárias