



UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO
CENTRO ACADÊMICO DO AGRESTE
NÚCLEO DE FORMAÇÃO DOCENTE
CURSO DE LICENCIATURA EM MATEMÁTICA

THALITA RAFAELA LOPES DA SILVA

**A INTEGRAÇÃO DA ASTRONOMIA NO ENSINO DE MATEMÁTICA: Uma
abordagem interdisciplinar focada em explorar conceitos geométricos nos anos finais do
Ensino Fundamental**

CARUARU

2025

THALITA RAFAELA LOPES DA SILVA

**A INTEGRAÇÃO DA ASTRONOMIA NO ENSINO DE MATEMÁTICA: Uma
abordagem interdisciplinar focada em explorar conceitos geométricos nos anos finais do
Ensino Fundamental**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à
Coordenação do Curso de Licenciatura em
Matemática do Campus Agreste da
Universidade Federal de Pernambuco – UFPE,
na modalidade de monografia, como requisito
parcial para a obtenção do grau de licenciado
em Matemática.

Área de concentração: Ensino de
Matemática

Orientadora: Tassiana F. G. de Carvalho

CARUARU
2025

Ficha de identificação da obra elaborada pelo autor,
através do programa de geração automática do SIB/UFPE

Silva, Thalita Rafaela Lopes da.

A integração da Astronomia no ensino de Matemática: Uma abordagem interdisciplinar focada em explorar conceitos geométricos nos anos finais do Ensino Fundamental / Thalita Rafaela Lopes da Silva. - Caruaru, 2025.

102 p. : il., tab.

Orientador(a): Tassiana Fernanda Genzini de Carvalho

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) - Universidade Federal de Pernambuco, Centro Acadêmico do Agreste, Matemática - Licenciatura, 2025.

Inclui referências.

1. Ensino de Geometria. 2. Astronomia. 3. Interdisciplinaridade. 4. Geometria. 5. Anos finais do ensino fundamental.. I. Carvalho, Tassiana Fernanda Genzini de. (Orientação). II. Título.

520 CDD (22.ed.)

THALITA RAFAELA LOPES DA SILVA

**A INTEGRAÇÃO DA ASTRONOMIA NO ENSINO DE MATEMÁTICA: Uma
abordagem interdisciplinar focada em explorar conceitos geométricos nos anos finais do
Ensino Fundamental**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à
Coordenação do Curso de
Matemática-licenciatura do Campus Agreste
da Universidade Federal de Pernambuco –
UFPE, na modalidade de monografia, como
requisito parcial para a obtenção do grau de
bacharel/licenciado em Matemática.

Aprovado em: 24/03/2025

BANCA EXAMINADORA

Prof^ª. Dr^ª. Tassiana F. G. de Carvalho (Orientadora)
Universidade Federal de Pernambuco

Prof^ª. Dr^ª. Diana Patrícia Gomes de Almeida (Examinadora Interna)
Universidade Federal de Pernambuco

Prof^ª. M.a. Maria Janiely de Siqueira Gomes (Examinadora Interna)
Universidade Federal de Pernambuco

Dedico este trabalho à minha família, cujo apoio incondicional, ajuda constante e amor sempre me sustentaram. Também dedico a todos aqueles que, assim como eu, se fascinam com o estudo do universo e buscam, por meio da ciência, compreender a grandiosidade que nos cerca.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente, agradeço a Deus por ser minha sustentação e minha base. Sua luz iluminou meus pensamentos e me deu forças em cada instante de temor, em cada momento de dificuldade ao longo da graduação e, especialmente, durante a escrita deste trabalho sendo Ele minha inspiração e meu guia.

A minha família, meu porto seguro, expresso minha gratidão profunda. Obrigada por cada palavra de incentivo, por todo apoio incondicional e por se doarem para que eu pudesse estudar e entrar na universidade. Obrigada por sempre acreditarem na minha capacidade e tornarem este trabalho possível. Dedico esta conquista a vocês: minha mãe, Jadeilda Lopes da Silva; meu pai, Jozué Antônio da Silva; minha querida avó, Elza Quitéria da Silva; minha avó, Maria Lopes da Silva; minha tia Maria Cristina da Silva e minha prima Izabella Maria da Silva, que sempre fizeram questão de estar presentes em minha vida.

Ao meu amado Carlos Roberto da Silva Neto, minha imensa gratidão por todo apoio e encorajamento durante essa jornada acadêmica. Obrigada por ser meu companheiro, por me oferecer suporte emocional e psicológico, pela paciência e por ouvir sobre esta pesquisa incontáveis vezes. Sua presença constante foi fundamental nos momentos de dúvida e cansaço, e suas palavras de incentivo me deram forças para seguir em frente. Agradeço por celebrar cada pequena conquista ao meu lado e por acreditar no meu potencial, mesmo quando eu mesma duvidei.

Aos meus grupos de amigos, que tornaram a vida universitária mais leve e alegre, um agradecimento especial. Adriani Débora de Moraes Cardoso e Elisson Lúcio de Almeida Figueiredo pais da minha querida Amelie, obrigada por me incentivarem, por estarem ao meu lado nos momentos difíceis e por todo o apoio e suporte. A amizade de vocês significa muito para mim. Cícera e Jucileide, minhas primeiras amigas na universidade, vocês foram presentes preciosos, sou grata pelos momentos que tivemos e pela nossa amizade. Aos "Números Amigáveis", que me acolheram com tanto carinho: Jéssica, minha grande amiga e parceira de todas as horas; Miriam e Eduarda, amigas das melhores conversas; e Emerson, Victor, Edgar e Aurélio, amigos do Diretório Acadêmico, a quem tanto admiro. Aos amigos da turma 2020.2, que me acolheram em tantas disciplinas e trouxeram alegria aos momentos de aula: Claudiany, Eduarda, Jhonatan e Darlan, sou grata por cada instante compartilhado. Agradeço também aos amigos que conheci nessa reta final do curso, Jonas, Lutero, Kawan, Emanuel e José Eric, um ótimo anfitrião. Agradeço por sempre me receberem da melhor

forma no LEMAPE e tornarem minhas noites divertidas. A todos vocês amigos de curso, meu muito obrigado por tornar essa jornada incrível e significativa para mim.

A minha orientadora, Tassiana, minha gratidão imensa pelo compromisso, paciência e dedicação ao longo da construção desta pesquisa. Sua prontidão em corrigir e responder minhas dúvidas com tanta atenção foi um diferencial inestimável. Além disso, sua orientação não apenas contribuiu para o desenvolvimento deste trabalho, mas também foi fundamental para o meu crescimento acadêmico e pessoal. Sou grata por cada conselho, incentivo e pelo apoio constante em cada etapa desse processo.

Um agradecimento especial à professora Ana Valéria, minha professora do Ensino Fundamental em Matemática e Ciências. Suas aulas foram a inspiração para este tema de pesquisa e seu incentivo me conduziu pelos caminhos da Matemática e da Licenciatura.

Agradeço também a todo o corpo docente da Universidade Federal de Pernambuco, que contribuiu para minha formação acadêmica ao longo desses anos, também agradeço aos professores que produzem vídeo aulas, pois, com seu trabalho, ampliaram o acesso ao conhecimento e contribuíram para minha jornada acadêmica. Um agradecimento especial à equipe gestora da EM Professora Iva do Carmo Silva, onde concluí o Ensino Fundamental e realizei meus estágios supervisionados. Expresso minha sincera gratidão à gestora Geane Gleise, às coordenadoras Fabiana Maria e Holanda Maria, e ao professor Jeová Lima, pela receptividade, carinho e pelo apoio à minha formação profissional.

Também deixo minha gratidão aos gigantes da ciência, que dedicaram suas vidas ao estudo do universo e me inspiraram a me aprofundar nos conhecimentos matemáticos e nas ciências da natureza. Em especial, às grandes mulheres cientistas como Marie Curie, Hipátia, Vera Rubin, e tantas outras que, com sua inteligência e determinação, mudaram o mundo.

Por fim, agradeço a mim mesma por não ter desistido, por ter superado as dificuldades e mantido a resiliência, especialmente durante o período desafiador das aulas na pandemia, quando estive sozinha. Foi um grande desafio vencer a timidez e enfrentar o medo de falar em público em diversas ocasiões ao longo da faculdade. Conciliar trabalho, estudos e projetos exigiu muita dedicação, e considero uma verdadeira vitória ter conseguido dar conta de tudo, preservando minha saúde mental.

A todos que, de alguma forma, fizeram parte desta jornada, minha mais sincera gratidão.

“A Geometria surgiu da sensatez Divina que a utilizou para desenhar um universo perfeito, e é a forma mais prática que os homens encontraram de mantê-lo livre do caos.” (Calvino Junior apud Silva, 2014, p. 7)

RESUMO

A Astronomia e a Matemática estiveram historicamente interligadas, sendo fundamentais para o desenvolvimento de diversas áreas do conhecimento impulsionando avanços científicos e tecnológicos. Desde a antiguidade, a observação dos astros levou à criação de modelos geométricos para descrever os movimentos celestes, contribuindo para o surgimento de conceitos matemáticos. Diante dessa relação histórica, este trabalho investiga a integração da astronomia no ensino de matemática, com ênfase na exploração de conceitos geométricos nos anos finais do Ensino Fundamental. O objetivo é analisar como a abordagem interdisciplinar pode contribuir para a compreensão e o engajamento dos estudantes, tornando a aprendizagem mais contextualizada e envolvente, relacionando conteúdos matemáticos a conceitos astronômicos. Do ponto de vista educacional, este trabalho justifica-se pela necessidade de tornar o ensino mais conectado com a realidade dos alunos, proporcionando um aprendizado que dialogue com o mundo ao seu redor. Além disso, pretende-se contribuir com a construção de estratégias pedagógicas inovadoras que facilitem a articulação entre Matemática e Astronomia, tornando os conteúdos mais acessíveis e estimulantes. Dessa forma, a pesquisa investiga como essa integração pode fortalecer a compreensão de conceitos geométricos e despertar maior interesse pelos temas abordados. Para isso, a pesquisa explora o conceito de espacialidade na geometria, permitindo que os alunos desenvolvam uma melhor percepção do espaço e compreendam a importância das formas geométricas na descrição do universo. Além disso, são abordados aspectos históricos da geometria e da astronomia, destacando como diferentes civilizações utilizaram conhecimentos geométricos para estudar a astronomia e criar calendários, mapas celestes e instrumentos de observação. Com base nessa fundamentação teórica, o trabalho propõe um conjunto de atividades didáticas para os anos finais do Ensino Fundamental, alinhadas às habilidades da Base Nacional Comum Curricular (BNCC), dentro das unidades temáticas de Geometria e Terra e Universo. Metodologicamente, trata-se de uma pesquisa qualitativa, de caráter exploratório, estruturada como um estudo de caso. A investigação busca analisar a aplicação e a viabilidade de um projeto interdisciplinar voltado para a integração entre matemática e astronomia no contexto escolar. Ao promover a conexão entre teoria e prática, verificou-se que essa abordagem estimulou o pensamento crítico e a curiosidade científica dos estudantes, tornando o ensino da matemática mais dinâmico e motivador.

Palavras-chave: Ensino de Geometria; Astronomia; Interdisciplinaridade; Geometria; Anos finais do ensino fundamental.

ABSTRACT

Astronomy and mathematics have historically been intertwined and have been fundamental to the development of various areas of knowledge, driving scientific and technological advances. Since ancient times, observing the stars has led to the creation of geometric models to describe celestial movements, contributing to the emergence of mathematical concepts. Given this historical relationship, this paper investigates the integration of astronomy into mathematics teaching, with an emphasis on exploring geometric concepts in the final years of elementary school. The aim is to analyse how an interdisciplinary approach can contribute to student understanding and engagement, making learning more contextualized and engaging by relating mathematical content to astronomical concepts. From an educational point of view, this work is justified by the need to make teaching more connected to students' reality, providing learning that dialogues with the world around them. It also aims to contribute to the construction of innovative teaching strategies that facilitate the link between mathematics and astronomy, making the content more accessible and stimulating. In this way, the research investigates how this integration can strengthen the understanding of geometric concepts and arouse greater interest in the topics covered. To this end, the research explores the concept of spatiality in geometry, allowing students to develop a better perception of space and understand the importance of geometric shapes in describing the universe. In addition, historical aspects of geometry and astronomy are addressed, highlighting how different civilizations used geometric knowledge to study astronomy and create calendars, celestial maps and observation instruments. Based on this theoretical foundation, the work proposes a set of teaching activities for the final years of elementary school, aligned with the skills of the National Common Core Curriculum (BNCC), within the thematic units of Geometry and Earth and Universe. Methodologically, this is a qualitative, exploratory study, structured as a case study. The investigation seeks to analyze the application and feasibility of an interdisciplinary project aimed at integrating mathematics and astronomy in the school context. By promoting the connection between theory and practice, it was found that this approach stimulated students' critical thinking and scientific curiosity, making math teaching more dynamic and motivating.

Keywords: Geometry teaching; Astronomy; Interdisciplinarity; Geometry; Final years of elementary school.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Quadro 1 - Conteúdos da BNCC: Unidade temática Geometria	56
Quadro 2 - Conteúdos da BNCC: Unidade temática Terra e universo	62
Quadro 3 - Perguntas utilizadas no questionário	78
Quadro 4 - Cronograma do Projeto interdisciplinar	83
Figura 1- Atividade de construção da Elipse	90

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	13
2	INTERDISCIPLINARIDADE.....	19
2.1	<i>A Interdisciplinaridade No Contexto Educacional.....</i>	<i>22</i>
3	ASPECTOS HISTÓRICOS DA ASTRONOMIA E A CONEXÃO COM O CONHECIMENTO MATEMÁTICO NAS PRIMEIRAS CIVILIZAÇÕES.....	24
3.1	<i>Astronomia Na Pré-História.....</i>	<i>24</i>
3.2	<i>Astronomia Dos Povos Indígenas.....</i>	<i>25</i>
3.3	<i>Astronomia Na Mesopotâmia.....</i>	<i>28</i>
3.4	<i>Astronomia Egípcia.....</i>	<i>31</i>
3.5	<i>Astronomia Chinesa.....</i>	<i>33</i>
3.6	<i>Astronomia Grega.....</i>	<i>35</i>
3.7	<i>A Astronomia Da Idade Média Ao Século XIX: Avanços E Descobertas.....</i>	<i>39</i>
3.8	<i>Marcos Históricos Da Astronomia Moderna.....</i>	<i>41</i>
4	A GEOMETRIA E SUA RELEVÂNCIA INTERDISCIPLINAR NO ENSINO... 	45
4.1	<i>Aspectos Históricos Da Geometria.....</i>	<i>45</i>
4.2	<i>Espacialidade: Uma Perspectiva Interdisciplinar Entre Geometria E Astronomia....</i>	<i>50</i>
5	A INTERSECÇÃO ENTRE ASTRONOMIA E MATEMÁTICA: TÓPICOS INTERDISCIPLINARES NA BASE NACIONAL COMUM CURRICULAR (BNCC).....	52
5.1	<i>A Matemática Na BNCC: A Unidade Temática Geometria.....</i>	<i>53</i>
5.2	<i>Ciências Da Natureza Na BNCC: A Unidade Temática Terra E Universo No Componente Curricular Ciências.....</i>	<i>60</i>
6	PROPOSTAS INTERDISCIPLINARES APLICADA NOS CONTEÚDOS DAS UNIDADES TEMÁTICAS - TERRA E UNIVERSO E GEOMETRIA.....	66
6.1	<i>Proposta Direcionada ao 6º Ano - Explorando os Movimentos da Terra e a Aplicação Do Plano Cartesiano.....</i>	<i>66</i>
6.1.1	<i>Como Realizar a Proposta Interdisciplinar.....</i>	<i>67</i>

6.2	<i>Proposta Direcionada ao 7º Ano - Placas Tectônicas e a Rigidez Geométrica:</i>	
	<i>A Matemática Por Trás Da Estabilidade Das Estruturas.....</i>	68
6.2.1	Como Realizar a Proposta Interdisciplinar.....	69
6.3	<i>Proposta direcionada ao 8º ano - Explorando os Eclipses por Meio das</i>	
	<i>Transformações Geométricas.....</i>	71
6.3.1	Como Realizar a Proposta Interdisciplinar.....	71
6.4	<i>Proposta direcionada ao 9º ano - Distâncias no Sistema Solar Através do Teorema</i>	
	<i>de Pitágoras.....</i>	74
6.4.1	Como Realizar a Proposta Interdisciplinar.....	74
6.5	<i>Interdisciplinaridade por meio de projetos escolares.....</i>	77
7	METODOLOGIA.....	78
7.1	<i>Detalhamento da Pesquisa.....</i>	79
7.2	<i>Projeto Interdisciplinar.....</i>	81
7.3	<i>Projeto interdisciplinar : Aplicação e Desenvolvimento.....</i>	82
8	ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS.....	87
8.1	<i>Diagnóstico Inicial: Conhecimento Prévio dos Alunos.....</i>	87
8.2	<i>Acompanhamento do Projeto: Experiências, Desafios e a Construção do</i>	
	<i>Conhecimento Interdisciplinar.....</i>	89
8.3	<i>Reflexões Finais: Impacto do Projeto no Aprendizado e Percepções dos Alunos</i>	
	<i>sobre a Interdisciplinaridade.....</i>	92
9	CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	96
	REFERÊNCIAS	99

1 INTRODUÇÃO

A interdisciplinaridade entre Astronomia e Matemática surge como uma abordagem pedagógica inovadora e enriquecedora no contexto educacional contemporâneo, especialmente quando se trata de unir áreas do conhecimento que tradicionalmente foram isoladas, buscando promover a integração de diferentes áreas do conhecimento para proporcionar uma compreensão mais abrangente e contextualizada.

A presente pesquisa propõe explorar a integração entre duas áreas do conhecimento, focando na unidade temática de geometria no componente curricular de Matemática e nos conceitos relacionados à Astronomia presentes na unidade temática Terra e Universo do componente curricular de Ciências, presentes na Base Nacional Comum Curricular (BNCC), (2018), visando estabelecer relações interdisciplinares entre as disciplinas de Matemática e Astronomia. Propõe-se, ainda, explorar a integração do ensino de geometria por meio dos conteúdos astronômicos, destacando as oportunidades de aprendizado que surgem dessa abordagem conjunta.

A BNCC ressalta algumas ações para promover a interdisciplinaridade no contexto educacional brasileiro. De acordo com o documento (Brasil, 2018) é fundamental fortalecer a competência pedagógica das equipes escolares para adotar estratégias mais dinâmicas, interativas e colaborativas, além de decidir sobre formas de organização interdisciplinar dos componentes curriculares. Essa abordagem vai além da simples integração e reciprocidade entre as ciências, adentrando um domínio no qual as fronteiras entre as disciplinas tenderiam a desaparecer. No âmbito educacional, essa inter-relação entre as disciplinas assume um papel crucial, permitindo aos estudantes ultrapassar as fronteiras tradicionais do aprendizado fragmentado.

Este trabalho também propõe explorar a relação histórica entre a Matemática e a Astronomia, destacando as ferramentas matemáticas que estiveram e ainda estão presentes na Astronomia. Com base nessa conexão, busca-se identificar conceitos de geometria e Astronomia presentes na BNCC, direcionados aos anos finais do Ensino Fundamental, que podem ser ensinados de forma conjunta. Tendo em vista que:

A Astronomia, por seu caráter essencialmente interdisciplinar, além de contribuir de forma bastante eficiente para o desenvolvimento de inúmeras tarefas em sala de aula, desperta nos estudantes grande curiosidade e encantamento permitindo a exploração de diferentes conteúdos por meio da contextualização e interpretação de fenômenos presentes no cotidiano (Alvarenga, 2015, p. 3).

Nesse contexto, a integração da Astronomia no ensino de Matemática mostra-se uma prática pedagógica promissora, capaz de despertar o interesse dos alunos e proporcionar uma compreensão mais ampla e contextualizada dos conteúdos.

A escolha desse tema se fundamenta na necessidade de repensar a abordagem tradicional dessas disciplinas, através da constatação de lacunas no ensino, onde a Astronomia frequentemente é posta em segundo plano. Por consequência, frequentemente, não há uma integração adequada que permita aproveitar plenamente os benefícios que a Astronomia oferece. A Matemática, por outro lado, encontra-se com seus conteúdos devidamente estruturados na BNCC, porém é frequentemente percebida como uma ciência abstrata e isolada, desencadeando uma carência de abordagens interdisciplinares no ensino de Matemática, que muitas vezes se limita a uma visão fragmentada e descontextualizada dos conteúdos, dificultando a compreensão e o interesse dos alunos.

Nesse contexto, a interdisciplinaridade propõe não apenas enriquecer o conteúdo acadêmico, mas também estimular o desenvolvimento de habilidades cognitivas e a compreensão contextualizada do mundo. De acordo com Thiesen (2008, p.550) “Um processo educativo desenvolvido na perspectiva interdisciplinar possibilita o aprofundamento da compreensão da relação entre teoria e prática, contribui para uma formação mais crítica, criativa e responsável.”

Assim, questiona-se: de que maneira a integração de conceitos astronômicos ao ensino de Geometria nos anos finais do Ensino Fundamental pode fortalecer a interdisciplinaridade e contribuir para a compreensão dos conteúdos matemáticos, alinhando-se às diretrizes da BNCC?

Partindo dessa indagação, o presente trabalho tem como objetivo geral, explorar como os conceitos da Astronomia podem ser adequadamente integrados no ensino de Matemática nos anos finais do Ensino Fundamental, especialmente na unidade temática Geometria, com o propósito de fomentar a interdisciplinaridade entre essas áreas do conhecimento. Para alcançar esse objetivo, propõem-se os seguintes objetivos específicos: 1) Identificar tópicos específicos de Matemática que podem ser integrados com conceitos astronômicos, considerando a grade curricular dos anos finais do Ensino Fundamental, de acordo com a Base Nacional Comum Curricular; 2) Desenvolver um projeto interdisciplinar que integre conceitos fundamentais da Astronomia ao ensino de Matemática na unidade temática Geometria; 3) Analisar o impacto dessas atividades no engajamento e aprendizado dos alunos.

A justificativa social para este trabalho se fundamenta na necessidade de proporcionar aos estudantes uma aprendizagem mais relevante, conectada com suas vivências e o mundo ao seu redor, visando promover uma abordagem interdisciplinar e contextualizada no processo educacional, especialmente nos anos finais do Ensino Fundamental, tendo em vista que:

A contextualização permite ao aluno sentir que o saber não é apenas um acúmulo de conhecimentos técnico-científicos, mas sim uma ferramenta que os prepara para enfrentar o mundo, permitindo-lhe resolver situações até então desconhecidas...Isto porque o aluno vive num mundo regido pela natureza, pelas relações sociais estando exposto à informação e a vários tipos de comunicação. Portanto, o cotidiano, os ambientes físico e social devem fazer a ponte entre o que se vive e o que se aprende na escola (Maranhão, 2009 apud Rodas Neto, 2016, p.1).

Também baseia-se na importância de desenvolver habilidades como o pensamento crítico, resolução de problemas e raciocínio lógico, essenciais para a formação dos alunos. A Astronomia, por sua natureza desafiadora e fascinante, proporciona um contexto enriquecedor para o desenvolvimento dessas habilidades, estimulando a curiosidade e a investigação. Ao integrar essas disciplinas de maneira contextualizada, busca-se incentivar o interesse pela ciência, promover a curiosidade e a busca por soluções criativas para problemas complexos, habilidades essenciais no mundo contemporâneo. A aplicação da interdisciplinaridade também prepara os alunos para enfrentar desafios em um mercado de trabalho em constante transformação, onde a capacidade de integrar conhecimentos de diferentes áreas é uma competência cada vez mais valorizada.

A Astronomia, sendo uma das ciências mais antigas, sempre esteve profundamente conectada à Matemática, contribuindo para o desenvolvimento de diversos conceitos fundamentais, como medidas angulares, proporcionalidade, escalas e modelagem Matemática. No entanto, apesar de sua relevância histórica e educacional, essa relação ainda é pouco explorada nas práticas pedagógicas escolares.

O ensino de Matemática em qualquer nível constitui-se num grande desafio levando a busca de novas estratégias e formas de abordagem. Algumas dificuldades encontradas para o aprendizado são próprias de suas características. Fatores como a diversidade dos conteúdos, o grau de abstração e a abordagem tradicional dos mesmos podem contribuir para o aumento das dificuldades apresentadas pelos alunos, dificultando aprendizagens e impedindo a possibilidade de aplicação (Alvarenga, 2015, p. 4).

Dessa forma, este trabalho justifica-se pela necessidade de desenvolver propostas pedagógicas inovadoras que articulem a Matemática e a Astronomia de forma acessível e relevante, contribuindo para um ensino mais atrativo e eficaz. A pesquisa busca evidenciar como essa integração pode potencializar a aprendizagem de conceitos geométricos, além de

incentivar o interesse dos alunos por ambas as disciplinas. Acredita-se que, ao promover essa integração, seja possível despertar o interesse dos alunos pelo estudo de corpos celestes e fenômenos cósmicos, onde a vastidão do universo serve como motivação para explorar como a Matemática pode servir como ferramenta essencial na compreensão desses fenômenos na qual a Astronomia é complementada pela compreensão de que a Matemática não apenas quantifica, mas também revela os padrões e formas que permeiam todo universo. Dessa forma, a interdisciplinaridade surge como uma ponte que une essas áreas, proporcionando uma abordagem educacional integrada e multidimensional, no qual, busca-se transcender a abordagem tradicional do ensino

A Base Nacional Comum Curricular, (Brasil, 2018) enfatiza a necessidade de um ensino que promova a contextualização dos conteúdos e o desenvolvimento de competências Matemáticas aplicáveis ao cotidiano dos estudantes. A Geometria, por sua vez, é um dos eixos fundamentais da Matemática, e sua relação com a Astronomia pode proporcionar uma aprendizagem mais concreta e visual, favorecendo a compreensão de conceitos abstratos. Explorar essa conexão pode tornar o ensino mais dinâmico, permitindo que os estudantes percebam a Matemática como uma ferramenta essencial para a compreensão do universo.

Além disso, a Astronomia, em toda sua totalidade, sempre me encantou, fazendo-me perceber ao longo de minha formação acadêmica a íntima relação entre Astronomia, Matemática e as demais ciências. Meu interesse por esse campo começou ainda no Ensino Fundamental, quando, no 6º ano, participei de uma aula de Ciências que abordou conceitos de Astronomia, como os planetas do Sistema Solar, as dimensões da nossa galáxia e a imensidão do universo. Esse primeiro contato despertou em mim um fascínio pelo assunto. No entanto, ao longo do Ensino Fundamental, percebi que a Astronomia não era abordada de maneira integral, mas apenas de forma fragmentada dentro de outras disciplinas, o que acabou criando um distanciamento entre o ensino de Astronomia e as atividades práticas realizadas em sala de aula.

Apesar desse afastamento, sempre notei que a Astronomia estava intrinsecamente ligada à Matemática, disciplina que sempre foi minha favorita durante o Ensino Fundamental e Médio. Ao ingressar na universidade, passei a pesquisar mais sobre conceitos astronômicos, especialmente sobre os grandes filósofos da natureza, que na antiguidade buscavam explicações lógicas para fenômenos astronômicos, como os eclipses. Figuras como Pitágoras, Platão, Hipátia de Alexandria, Tales de Mileto e Arquimedes, que eram tanto filósofos quanto

matemáticos, ajudaram-me a enxergar essa profunda conexão entre Astronomia e Matemática. Com isso, tive a certeza de que seguir o curso de Matemática era a escolha certa para minha trajetória acadêmica, pois estudar esses conceitos ampliou minha visão sobre a natureza e tornou o aprendizado matemático mais prazeroso e significativo.

Ao longo da graduação, conheci outros cientistas que reforçaram minha paixão pela Astronomia e pela Matemática. Nomes como Galileu Galilei, René Descartes, Johannes Kepler e Albert Einstein despertaram meu interesse pela física, ciência que rege o universo, e me impulsionaram a buscar um tema de pesquisa que integrasse essas áreas do conhecimento. Dessa forma, decidi direcionar minha investigação para o Ensino Fundamental, uma vez que percebo uma carência no ensino de Astronomia nessa etapa escolar, algo que eu mesma experienciei durante minha formação básica.

Além disso, a universidade me proporcionou a oportunidade de estar mais próxima dos estudos astronômicos aplicados a diferentes culturas. Participar do Planetário Céu do Agreste e das disciplinas eletivas de História da Matemática e Conceitos e Práticas de ensino de Astronomia, foram experiências fundamentais que reforçaram meu interesse pela relação entre Matemática e Astronomia. Esses momentos foram essenciais para minha formação, pois me motivaram a aprofundar minhas pesquisas e me mostraram o caminho para explorar essa conexão de forma interdisciplinar, contribuindo para um ensino mais significativo e enriquecedor para os alunos dos anos finais do Ensino Fundamental.

Ao longo deste trabalho, será examinado como a integração dessas disciplinas pode ser efetivamente incorporada no contexto educacional, reconhecendo os desafios e explorando as oportunidades que surgem quando geometria e Astronomia se entrelaçam. A estrutura desta pesquisa é composta por sete capítulos, cada um dedicado a abordar aspectos específicos relacionados à interdisciplinaridade entre Astronomia e geometria. Inicialmente o capítulo 1 tem um caráter introdutório, apresentando o contexto da pesquisa, os objetivos do estudo, a justificativa para sua realização e a relevância do tema abordado, além de fornecer uma visão geral da estrutura do trabalho.

O Capítulo 2 tratará da interdisciplinaridade, analisando sua origem, desenvolvimento e relevância no ensino. Além disso, discutirá a interdisciplinaridade no contexto educacional, destacando seus benefícios para a aprendizagem e seu papel na integração entre diferentes áreas do conhecimento.

No capítulo 3 irá abordar a evolução histórica da Matemática e da Astronomia, destacando a influência de diferentes culturas e períodos. A análise histórica servirá de base para compreender como essas disciplinas se desenvolveram ao longo do tempo, fornecendo um contexto para a interação entre Astronomia e geometria.

O Capítulo 4 discutirá a trajetória histórica da Geometria, passando pela Geometria Euclidiana até a Geometria Analítica, ambas presentes no ensino fundamental. Além disso, abordará a espacialidade e sua importância interdisciplinar, destacando conexões com outras áreas do conhecimento.

O Capítulo 5 analisa os conteúdos de Matemática e Astronomia focando na Base Nacional Comum Curricular (BNCC), este capítulo examina como os conteúdos de Matemática e Astronomia estão estruturados nas unidades temáticas de Geometria e terra e universo nos componentes curriculares de Matemática e Ciências respectivamente.

O Capítulo 6 é dedicado a uma análise mais aprofundada dos conceitos de geometria que serão explorados no contexto da interdisciplinaridade com a Astronomia. Serão discutidos os principais tópicos geométricos relevantes para a abordagem proposta e serão identificadas as oportunidades de integração entre essas disciplinas e como isso pode contribuir para o desenvolvimento de habilidades e competências dos alunos.

O capítulo 7 descreve a metodologia utilizada na pesquisa, que conta com uma abordagem qualitativa, detalhando os instrumentos de coleta de dados, detalhamento do projeto interdisciplinar desenvolvido para aplicação, entre outros aspectos relevantes para o progresso e desenvolvimento da pesquisa.

A interpretação dos dados obtidos está no capítulo 8, onde são analisadas as respostas dos estudantes sobre sua participação no projeto interdisciplinar, destacando os principais resultados obtidos.

Por fim, o capítulo 9, contemplará as considerações finais da pesquisa, suas implicações para a prática educacional nos anos finais do ensino fundamental. Além disso, serão apresentadas reflexões sobre a viabilidade e a importância da interdisciplinaridade entre Astronomia e geometria.

2 INTERDISCIPLINARIDADE

Ao longo da história, a educação tem enfrentado o desafio de conectar diferentes áreas do conhecimento, tornando o aprendizado mais dinâmico para os alunos. Diante disso, surgem abordagens que buscam superar essa separação, promovendo uma visão mais ampla e interconectada do conhecimento. Este capítulo propõe explorar o conceito de interdisciplinaridade, abordando suas definições, fundamentos teóricos e relevância no contexto educacional, evidenciando sua importância para o desenvolvimento de práticas pedagógicas mais contextualizadas e inovadoras.

A interdisciplinaridade possui raízes históricas que remontam aos debates educacionais do século XX, especialmente nos Estados Unidos, quando começou a ganhar destaque como uma resposta à necessidade de diálogo entre diferentes áreas do conhecimento, inicialmente nas ciências sociais. Segundo Gozzer e Klein (apud Garcia, 2008, p. 365), esse movimento foi impulsionado por reformas educacionais modernas e por iniciativas voltadas à pesquisa aplicada, com o intuito de romper com as barreiras disciplinares e promover uma visão mais integrada do saber.

A interdisciplinaridade, embora consolidada como um conceito moderno, remonta a ideias clássicas sobre a unidade do conhecimento e a interconexão entre diferentes campos do saber. Com raízes filosóficas que podem ser encontradas nos pensamentos de Platão e Aristóteles, ela evoluiu ao longo dos séculos, refletindo a necessidade de integrar áreas de estudo para responder a desafios complexos. De acordo com Abreu (2009, p. 48)

[...] A interdisciplinaridade não pode ser vista, de modo algum, como uma questão nova. Esse tipo de integração entre diferentes saberes, em menor ou maior grau, já era promovido na Antiguidade. É o caso do trivium (gramática, retórica e dialética) e do quadrivium (aritmética, geometria, astronomia e música), nos quais as disciplinas articulavam-se e complementavam-se.

No século XIX, com a revolução industrial e tecnológica, a ideia de integração do conhecimento começou a ser questionada, uma vez que surgiram novas demandas por especialistas capazes de resolver problemas específicos nos novos processos de produção e comercialização. Isso resultou na fragmentação do conhecimento, com um foco crescente na especialização, o que fez com que a integração proposta anteriormente fosse desvalorizada. Nesse contexto, o especialista passou a ser aquele com profundo conhecimento em um campo cada vez mais restrito. No século XX, a ideia de integração do conhecimento voltou a ser destacada como uma crítica à crescente especialização e fragmentação do saber (Abreu, 2009).

Neste início de século encontramos o conceito de interdisciplinaridade presente em políticas, teorias e práticas educacionais em todos os níveis de ensino, em diversos países. Na literatura educacional brasileira, este conceito passou a ser discutido teoricamente a partir dos anos 70, através dos escritos de Hilton Japiassu (1976) e Ivani Fazenda (1979) (Garcia, 2008, p. 366).

A interdisciplinaridade, conforme proposta por Japiassu (1976), surge como uma resposta a várias críticas sobre a fragmentação do conhecimento e a crescente especialização. Também argumenta contra a divisão e isolamento do saber dentro das universidades, que se distanciam da realidade concreta e dinâmica da sociedade, com isso o autor destaca que a interdisciplinaridade luta contra:

- a) Contra um saber fragmentado, em migalhas, pulverizado numa multiplicidade crescente de especialidades, em que cada um se fecha como que para fugir ao verdadeiro conhecimento;
- b) Contra o divórcio crescente, ou esquizofrenia intelectual, entre uma universidade cada vez mais compartimentalizada, dividida, subdividida, setorizada e subsetorizada, e a sociedade em sua realidade dinâmica e concreta, onde a “verdadeira vida” sempre é percebida como um todo complexo e indissociável. [...]
- c) Contra o conformismo das situações adquiridas e das “idéias recebidas” ou impostas (JAPIASSU, 1976, apud Abreu, 2009, p. 49).

Seguindo a mesma linha de pensamento de Japiassu (1976), Fazenda (1979) concebe a interdisciplinaridade como uma categoria de ação, enfatizando seu caráter colaborativo e associando-a ao conceito de parceria. Esse aspecto é um dos pilares fundamentais de sua abordagem. Ivani Fazenda, em suas obras, foca na aplicação do conceito de interdisciplinaridade no contexto da educação básica.

Ela também faz uma crítica importante sobre a maneira como o conceito de interdisciplinaridade foi introduzido no contexto da educação básica brasileira, especialmente nos documentos oficiais do Conselho Federal de Educação, argumentando que a interdisciplinaridade foi aplicada de forma superficial, sem uma compreensão plena de seu potencial, proposta de forma desconectada do verdadeiro significado e das suas possibilidades de transformação do currículo escolar. Em vez disso, o conceito foi interpretado de forma restrita e reducionista, sendo utilizado apenas como uma tentativa de conectar disciplinas de forma mecânica, sem uma reflexão sobre a construção conjunta do conhecimento. Nessa visão, a autora defende que nenhum conhecimento é completo por si só, tornando essencial a interação e o diálogo entre diferentes áreas. seguindo essa linha de pensamento, Abreu (2009, p. 52) destaca que:

Falar em interdisciplinaridade significa recolocar a questão das disciplinas, a relação entre elas, a teoria, o método, a natureza e a finalidade das ciências e da própria educação. Um projeto interdisciplinar deverá ser marcado por uma visão geral da educação, num sentido progressista e libertador.

Nos anos 90, o Brasil vivenciou um aumento significativo de publicações sobre a interdisciplinaridade. Nesse período, surgiram diversos textos discutindo a aplicação do conceito em diferentes níveis de ensino, como a Educação Infantil, o Ensino Fundamental, o Ensino Médio e a Educação Superior. De acordo com Garcia (2008) as discussões sobre interdisciplinaridade podem ser abordadas sob duas perspectivas principais. A primeira, de caráter epistemológico, trata da interdisciplinaridade como um diálogo integrativo entre diferentes campos do saber, ou seja, busca promover uma troca de conhecimento entre áreas distintas para enriquecer a compreensão de um determinado tema.

A segunda perspectiva, mais voltada para a prática educacional, relaciona-se com a integração das disciplinas no currículo escolar, propondo estratégias para conectar matérias que, tradicionalmente, são ensinadas de forma isolada. Nesse contexto, a interdisciplinaridade se apresenta como um princípio de integração, desafiando a fragmentação do saber e sugerindo um currículo mais completo e colaborativo, ao contrário do modelo tradicional, que privilegia o recorte e a especialização dos conteúdos. Além disso, essa década marcou um momento de debates sobre os fundamentos didático-pedagógicos da interdisciplinaridade e deu início a uma nova abordagem sobre as práticas interdisciplinares nas escolas.

No início deste século tornou-se evidente o grande destaque conquistado pela interdisciplinaridade, tanto na literatura acadêmica quanto no debate nacional sobre Educação. Isso parece refletir, ao menos em parte, a presença destacada desse termo em documentos da reforma curricular promulgada pelo MEC a partir da nova LDB (Lei 9.394/96). Considerando as dimensões e a importância dessa reforma, nos parece que foi através das novas diretrizes curriculares nacionais, propostas pelo Governo Federal, que a interdisciplinaridade passa a ser, efetivamente, um conceito central e indispensável para pensar e fazer a Educação Básica neste País (Garcia, 2008, p. 367).

A presença do termo nos documentos oficiais da reforma curricular mostra que a adoção da interdisciplinaridade como uma proposta importante para a construção de um ensino mais integrado. A partir dos PCNs, professores começaram a se envolver ativamente na compreensão e aplicação desse conceito, buscando integrar diferentes áreas do conhecimento em suas práticas pedagógicas.

2.1 A Interdisciplinaridade No Contexto Educacional

A interdisciplinaridade é um conceito que busca a integração entre diferentes disciplinas, promovendo uma abordagem integral do conhecimento. No contexto da educação, essa abordagem visa superar as barreiras entre as matérias, proporcionando uma compreensão mais ampla e conectada do mundo. Ao adotar uma abordagem interdisciplinar, é possível promover uma aprendizagem mais relevante e contextualizada. De acordo com (Fazenda, 2011, p.59)

O que se pretende na interdisciplinaridade não é anular a contribuição de cada ciência em particular, mas apenas uma atitude que venha a impedir que se estabeleça a supremacia de determinada ciência, em detrimento de outros aportes igualmente importantes.

Essa abordagem reconhece a complexidade do mundo real, onde os problemas muitas vezes não podem ser compreendidos ou resolvidos apenas por meio de uma única disciplina. O principal objetivo da interdisciplinaridade na educação é proporcionar aos alunos uma compreensão mais profunda e abrangente dos temas abordados, estimulando a conexão entre conceitos e habilidades de diferentes áreas. Isso não apenas enriquece a experiência de aprendizado, mas também prepara os estudantes para enfrentar os desafios do mundo real, que geralmente exigem uma abordagem multidisciplinar.

Atualmente, o modelo de qualificação profissional tenta romper o paradigma que privilegia a especialização, um conhecimento específico, dando lugar ao leque do saber universal. Diante das profundas transformações tecnológicas que têm acontecido nas últimas décadas, o conhecimento passa a ser visto como a principal ferramenta de inserção do homem no mercado de trabalho (Abreu, 2009, p. 53).

Com o avanço tecnológico e a crescente complexidade dos desafios contemporâneos, o conhecimento, antes fragmentado em áreas isoladas, precisa agora ser integrado e contextualizado, permitindo uma visão mais ampla e dinâmica. Essa abordagem interdisciplinar, que busca conectar diferentes campos do saber, se torna essencial para a adaptação ao mercado de trabalho. Dessa forma vale destacar que:

O homem precisa de uma formação educacional que viabilize um processo de compreensão, reflexão e análise crítica da realidade que o circunda. Através da intersubjetividade, o homem consegue buscar respostas mais concretas e sólidas para suas perguntas. É preciso uma nova pedagogia para o saber. Nesse sentido, a escola deve exercer o papel de multiplicadora do conhecimento através da associação de disciplinas, com um programa eficaz de ensino e de aprendizagem. A interação do conhecimento é algo imprescindível para a efetivação da interdisciplinaridade (Abreu, 2009, p. 54).

Existem várias maneiras de implementar a interdisciplinaridade no contexto educacional. Uma delas é por meio de projetos ou atividades que abordam problemas do mundo real, exigindo a aplicação de conhecimentos de diversas disciplinas. Outra abordagem é a integração curricular, na qual os conteúdos são organizados de maneira a enfatizar as relações entre as disciplinas, proporcionando uma compreensão mais integrada do conhecimento.

No entanto, é importante destacar que a implementação bem-sucedida da interdisciplinaridade requer um comprometimento por parte dos educadores, bem como uma mudança na estrutura curricular e nas práticas pedagógicas. Japiassu (1976, p. 74) considera que “a interdisciplinaridade se caracteriza pela intensidade das trocas entre os especialistas e pelo grau de integração de um projeto de pesquisa”. Isso sugere que a interdisciplinaridade não apenas reconhece, mas promove ativamente a troca de conhecimentos, metodologias e perspectivas entre profissionais de diferentes disciplinas.

A prática do conhecimento interdisciplinar traz uma imensa riqueza para o desenvolvimento da intelectualidade do ser humano, além de proporcionar uma aprendizagem que esteja atrelada aos porquês, às descobertas, dando origem a um novo conhecimento. O professor que desenvolve sua metodologia de trabalho, tendo como princípio a prática interdisciplinar, sabe que não existe saber absoluto, que tanto ele como os alunos estão participando de um processo de aprendizagem, buscando articulação dos saberes entre as disciplinas, visando um pensamento que ultrapasse a memorização e se vincule à indagação, ao questionamento dos fatos (Abreu, 2009, p. 54).

Além disso, a interdisciplinaridade reflete uma abordagem mais alinhada com a natureza dinâmica e interconectada do conhecimento contemporâneo. À medida que as fronteiras entre as disciplinas se tornam mais permeáveis, é essencial que os estudantes estejam preparados para integrar conhecimentos de diferentes fontes e aplicá-los de maneira eficaz em situações do mundo real, promovendo o desenvolvimento de habilidades como pensamento crítico, resolução de problemas, colaboração e comunicação. Os alunos são incentivados a analisar situações sob diferentes perspectivas, a trabalhar em equipe comunicando suas ideias de maneira clara e eficaz.

Portanto, é evidente que a interdisciplinaridade no contexto educacional é uma abordagem valiosa que visa preparar os alunos para um mundo complexo e interconectado, promovendo uma compreensão mais profunda, habilidades práticas e uma visão integrada do conhecimento. Essa abordagem não apenas enriquece a experiência de aprendizado, mas também contribui para o desenvolvimento de cidadãos mais capacitados e preparados para enfrentar os desafios do século XXI.

3 ASPECTOS HISTÓRICOS DA ASTRONOMIA E A CONEXÃO COM O CONHECIMENTO MATEMÁTICO NAS PRIMEIRAS CIVILIZAÇÕES

A Astronomia é uma das ciências mais antigas da humanidade, nascida da curiosidade humana em observar o céu e entender os mistérios do universo. Desde os tempos mais remotos, povos ao redor do mundo se fascinaram pelos astros que brilham no firmamento, utilizando suas observações não apenas para fins científicos, mas também religiosos, culturais e agrícolas. De acordo com Oliveira Filho (2004, p.1)

Os registros astronômicos mais antigos datam de aproximadamente 3000 a.C. e se devem aos chineses, babilônios, assírios e egípcios. Naquela época, os astros eram estudados com objetivos práticos, como medir a passagem do tempo (fazer calendários) para prever a melhor época para plantio e a colheita, ou com objetivos mais relacionados a astrologia, como fazer previsões do futuro, já que, não tendo qualquer conhecimento das leis da natureza (física), acreditavam que os deuses do céu tinham o poder da colheita, da chuva e mesmo da vida (Oliveira Filho, 2004, p. 1).

Esta ciência, que começou como um misto de mitologia e observação empírica, evoluiu para uma disciplina altamente sofisticada que continua a expandir os limites do nosso conhecimento. A história da Astronomia é uma jornada que atravessa culturas, civilizações e eras.

3.1 Astronomia Na Pré-História

Desde a pré-história, a humanidade já demonstrava um profundo interesse pelo céu, utilizando os astros para compreender e organizar o mundo ao seu redor. Esse conhecimento primitivo, muitas vezes associado à sobrevivência, também se manifestou por meio de construções monumentais que revelam um impressionante entendimento astronômico.

Evidências de conhecimentos astronômicos muito antigos foram deixadas na forma de monumentos, como o de Stonehenge, na Inglaterra, que data de 3000 a 1500 a.C. Nessa estrutura, algumas pedras estão alinhadas com o nascer e o pôr do Sol no início do verão e do inverno (Oliveira Filho, 2004, p. 1).

Esses alinhamentos sugerem que os povos pré-históricos observavam e registravam os movimentos celestes para marcar as estações do ano, essas construções serviam para marcar solstícios e equinócios, funcionando como calendários solares que ajudavam na agricultura o que era crucial para atividades agrícolas e os rituais religiosos.

Stonehenge, por exemplo, além de contar com grande número de alinhamentos astronômica e estatisticamente significantes, está, atualmente, sendo interpretado como previsor de eclipses, verdadeiro observatório astronômico (Almeida, 1998, p. 113).

Assim, a Astronomia na pré-história não apenas atestava a curiosidade humana, mas também tinha um papel prático e simbólico no cotidiano dessas sociedades. A influência da Matemática nesse desenvolvimento foi fundamental, mesmo que de forma inicial e intuitiva. Os alinhamentos precisos observados em monumentos como Stonehenge indicam que os povos da pré-história utilizavam conceitos básicos de geometria e aritmética para planejar e construir essas estruturas, como por exemplo:

A avenida que ligava Stonehenge ao rio Avon tinha 21,5 m de largura perto desse monumento, sua largura aumentava para 30 m nas proximidades das margens do rio. Foi construída provavelmente entre 2.580-2.280 a.C, e seu primeiro trecho era alinhado com o solstício de verão (Almeida, 1998, p. 110).

Ainda que sem a formalização matemática que conhecemos hoje, esses povos já demonstravam a habilidade de medir ângulos, calcular posições e prever ciclos astronômicos. O uso inicial da Matemática na construção de monumentos marca o início de uma conexão entre a observação astronômica e o conhecimento matemático, que evoluiu ao longo do tempo. A aplicação de conceitos de medidas, proporções e alinhamentos, como no caso da avenida que ligava Stonehenge ao rio Avon, demonstra como a Matemática foi essencial para organizar e planejar essas construções. Esse conhecimento, que inicialmente se baseava em práticas empíricas e observacionais, abriu caminho para o desenvolvimento de uma compreensão mais avançada dos fenômenos celestes, estabelecendo as bases para a futura formalização da Astronomia como ciência.

3.2 Astronomia Dos Povos Indígenas

Em várias partes do mundo, como nas culturas indígenas das Américas, os céus eram mapeados e suas constelações eram associadas a mitos que explicavam a origem do mundo, as estações e os ciclos naturais. Diferentemente da ciência moderna, que utiliza tecnologias avançadas para explorar o universo, os povos indígenas observavam o céu a olho nu e desenvolviam um entendimento sofisticado dos astros, o que influenciava diretamente suas práticas cotidianas, mitologias e sistemas de orientação.

As constelações, os movimentos do Sol, da Lua e dos planetas eram interpretados com base em uma estreita conexão entre o mundo natural e o espiritual, refletindo uma cosmovisão que integrava o céu e a Terra. Segundo Afonso (2009, p.3)

Quando indagados sobre quantas constelações existem, os pajés dizem que tudo que existe no céu existe também na Terra, que nada mais seria do que uma cópia imperfeita do céu. Assim, cada animal terrestre tem seu correspondente celeste, em forma de constelação.

Entre os povos indígenas das Américas, a observação do céu tinha grande importância não apenas para a compreensão dos ciclos naturais, mas também para a organização da vida social, agrícola e religiosa. Por exemplo, muitos povos utilizavam o movimento das estrelas para determinar o início das estações, o que era essencial para o plantio e a colheita.

Os indígenas associavam as estações do ano e as fases da Lua com a biodiversidade local, para determinarem a época de plantio e da colheita, bem como para a melhoria da produção e o controle natural das pragas. Eles consideram que a melhor época para certas atividades, tais como, a caça, o plantio e o corte de madeira, é perto da lua nova, pois perto da lua cheia os animais se tornam mais agitados devido ao aumento de luminosidade, por exemplo, a incidência dos percevejos que atacam a lavoura (Afonso, 2009, p. 2).

A Lua também desempenhava um papel fundamental na vida dos povos indígenas, que utilizavam suas fases para marcar o tempo e planejar atividades cotidianas. Além disso, a observação dos eclipses era envolta em simbolismos; os indígenas frequentemente interpretavam esses fenômenos como presságios que poderiam influenciar a vida na Terra.

Os povos indígenas também desenvolveram suas próprias constelações, que diferiam das constelações ocidentais conhecidas. De acordo com Afonso (2009, p.3) “para os indígenas, as constelações são constituídas pela união de estrelas e, também, pelas manchas claras e escuras da Via Láctea, sendo mais fáceis de imaginar.”. Enquanto a Astronomia ocidental tende a identificar figuras humanas ou animais nas estrelas, muitos povos indígenas viam nelas símbolos que representavam elementos do seu ambiente e cultura. Por exemplo, para os Guaranis, a Via Láctea é conhecida como o "Caminho da Anta" (Tapirapé), um ser mítico que guia as almas dos mortos para o outro mundo.

Os povos indígenas também desenvolveram métodos de orientação baseados nas estrelas, a observação da "Estrela Polar", ou equivalente do hemisfério sul, como o Cruzeiro do Sul, permitia que eles se orientassem durante longas jornadas noturnas. Esse conhecimento astronômico era transmitido oralmente de geração em geração, preservando tradições que, além de fornecer orientação prática, também serviam para reforçar a identidade cultural e os laços sociais. Em relação às constelações, é entendido que:

O Cruzeiro do Sul fica em plena Via Láctea, sendo a constelação mais conhecida dos indígenas do Hemisfério Sul, que a utilizam para determinar os pontos cardeais, as estações do ano e a duração do tempo à noite. As Plêiades ficam em segundo lugar, sendo utilizadas para calendário. [...] Quando elas apareciam no lado leste, ao anoitecer, afirmavam que as chuvas chegariam como chegavam, efetivamente, poucos dias depois (Afonso, 2009, p. 3).

A observação da constelação de Plêiades (conhecida como "Seichu" ou "sete-estrela") marcava o início da temporada de chuvas, um período crucial para a agricultura. Essa constelação aparecia no céu logo após o pôr do sol durante o mês de novembro, marcando o início da época de plantio de mandioca, milho e outros alimentos essenciais para a subsistência das comunidades indígenas. “Além dessas duas constelações, há outras que servem para calendário e orientação geográfica, tais como o Colibri, o Homem Velho, a Ema e a Cervo-do-Pantanal, todas elas localizadas na Via Láctea.” (Afonso, 2009, p. 4)

Portanto, a Astronomia indígena não é apenas um testemunho do engenho humano, mas também uma prova da capacidade dos povos tradicionais de viver em harmonia com o seu entorno natural. Seus conhecimentos sobre os astros são um lembrete de que existem múltiplas formas de compreender o universo, cada uma com suas próprias verdades e significados, enriquecendo nossa percepção da realidade e nos convidando a olhar para o céu com novos olhos.

A Astronomia indígena, ao integrar conhecimentos sobre os astros com a natureza e a cultura local, revela também uma profunda conexão com a Matemática, que se manifesta de forma única nas práticas desses povos. Embora suas abordagens não seguissem as convenções matemáticas ocidentais, os indígenas demonstravam um entendimento avançado de conceitos como a contagem do tempo, o ciclo das estações e as distâncias no céu, utilizando a observação das constelações e dos fenômenos naturais para orientar suas atividades cotidianas e rituais. O uso de constelações para o calendário, como as Plêiades para marcar o início das chuvas, e a orientação espacial com o Cruzeiro do Sul, são exemplos de como os povos indígenas aplicavam conhecimentos geométricos e aritméticos em suas práticas diárias.

A Matemática, assim como a Astronomia, se manifesta de forma única nas diferentes culturas, refletindo as necessidades e o contexto de cada grupo. Para os povos indígenas, suas práticas Matemáticas estavam profundamente ligadas ao entendimento do cosmos e da natureza, adaptadas ao seu modo de vida e às exigências do ambiente. D'Ambrosio, ao desenvolver o conceito de etnomatemática, esclarece de forma significativa essa ideia. Na qual Almeida (1998, p. 156) aborda que “Para a etnomatemática essa ciência é um produto cultural, obra de um determinado grupo social; logo, todo o povo, toda cultura ou subcultura, desenvolve sua própria Matemática particular.”

Assim, a Astronomia indígena não apenas ilustra a sabedoria ancestral, mas também reflete a habilidade dos povos tradicionais de desenvolver uma Matemática própria, integrada ao seu contexto cultural e ecológico, permitindo uma compreensão harmônica do universo e de seu lugar nele.

3.3 Astronomia Na Mesopotâmia

A Mesopotâmia, localizada entre os rios Tigre e Eufrates, é considerada o berço de grandes avanços na Astronomia. Desde os primórdios das civilizações, a observação do céu desempenhou um papel central na organização das sociedades, influenciando em suas principais esferas e também em seus sistemas políticos. Os sumérios, babilônios e assírios dedicaram-se à observação do céu, influenciados pela necessidade de compreender os ciclos naturais para a agricultura e a organização da vida cotidiana. Na antiga Mesopotâmia, especialmente entre os babilônios e sumérios, o estudo dos céus foi sistematizado, marcando o início da Astronomia como uma ciência. De acordo com Oliveira Filho (2004, p.1) “Os babilônios, assírios e egípcios também sabiam a duração do ano desde épocas pré-cristãs”. Eles desenvolveram um dos primeiros calendários lunares e solares, criaram o sistema de 12 signos zodiacais e registraram eventos astronômicos detalhados, como eclipses e conjunções planetárias, em tábuas de argila.

Na antiga Baixa Mesopotâmia, onde hoje está localizado o Iraque, o surgimento da escrita e da Matemática caminharam lado a lado, moldados pelas necessidades práticas da organização social e econômica. Estima-se que por volta do quarto milênio antes da era comum, a crescente complexidade da sociedade, marcada pelo aumento populacional e pela consolidação das primeiras cidades, impulsionou o desenvolvimento de registros formais para gerenciar recursos essenciais. Esses primeiros sistemas de escrita estavam intrinsecamente ligados à contagem e ao controle de insumos, como alimentos e bens, fundamentais para a sobrevivência e administração coletiva. A relação estreita entre a escrita e os números reflete o esforço humano para estruturar e organizar a vida em sociedade.

Os primeiros numerais não eram símbolos criados para representar números abstratos, mas sinais impressos indicando medidas de grãos. Em um segundo momento, as marcas representando as quantidades passaram a ser acompanhadas de ideogramas que se referiam aos objetos que estavam sendo contados. Este foi um passo em direção à abstração, pois o registro das quantidades podia servir para coisas de natureza distintas, tanto que surgiu a necessidade de se indicar o que estava sendo contado (Roque; De Carvalho, 2012, p. 3).

Os babilônios, em particular, destacaram-se pelo desenvolvimento de métodos sistemáticos de observação e registro. Eles mantinham tabelas astronômicas detalhadas. Conforme Lopes (2001), os babilônios começaram a registrar fenômenos como eclipses, compreendendo que os lunares ocorriam durante a Lua cheia, enquanto os solares aconteciam apenas na Lua nova. Por volta de 700 a.C., compilações como o texto *Mul Apin* reuniam conhecimentos detalhados sobre constelações, planetas, fases da Lua, estações do ano e a variação das sombras solares. Esses avanços refletiam o desenvolvimento de registros sistemáticos e descrições Matemáticas dos fenômenos celestes, que se intensificaram durante o período Assírio, cerca de 10 séculos antes da era cristã.

A Astronomia na Mesopotâmia também destaca-se por ser profundamente entrelaçada com aspectos religiosos e culturais, sendo os astros frequentemente associados a divindades que governavam o destino e a ordem cósmica, os registros que eram feitos em tábuas de argila não só ajudavam na organização do tempo, mas também serviam para prever fenômenos celestes e interpretá-los como mensagens divinas. Segundo Lopes (2001), os caldeus, sucessores culturais dos sumérios, concebiam o Universo como uma região limitada, na qual a Terra era plana, imóvel e flutuava sobre um vasto mar cercado por uma enorme muralha que represava suas águas. Acima da Terra, o céu, descrito como uma estrutura hemisférica feita de metal polido e criada pelo deus Marduk, repousava sobre essa muralha. Durante o dia, sua superfície polida refletia a luz solar, enquanto à noite, tornava-se escura, permitindo o surgimento dos deuses, associados à Lua, aos planetas e às estrelas.

Essas observações foram cruciais para o estabelecimento de calendários, que eram usados para prever as estações, organizar festivais religiosos e marcar eventos importantes, como o início do plantio e da colheita.

Na Mesopotâmia foi desenvolvido um calendário lunar, com um ciclo de 12 meses. Como o mês lunar (intervalo de tempo entre duas luas cheias, chamado de mês sinódico) tem, aproximadamente, 29,5 dias ($12 \times 29,5 = 354$ dias), no decorrer do tempo haveria uma defasagem entre o calendário e as estações. Assim, um 130 mês era, às vezes, adicionado para que o ano mantivesse a sua coincidência com o transcurso das estações. Este 130 mês, introduzido primeiramente de maneira aproximada, foi em seguida calculado com precisão: notou-se que certas estrelas, de preferência as mais brilhantes, pertencentes a certas constelações conhecidas, apareciam antes da aurora em épocas que deveriam ser previstas pelo calendário. Quando isso não acontecia um 130 era intercalado; caso contrário, o ano era de 12 luas. No entanto era difícil encontrar estrelas suficientemente brilhantes que fossem visíveis pouco antes do nascer do Sol, o que acarretava irregularidades na contagem dos anos de 13 meses. Os babilônios também usavam uma espécie de semana: os dias 7, 14, 21 e 28 do mês lunar eram considerados "nefastos". Nesses dias, certas classes de pessoas estavam proibidas de realizar determinadas atividades, ou ainda, deviam cumprir determinados rituais (Lopes, 2001, p. 10).

A precisão com que os babilônios registravam os movimentos celestes demonstra uma aplicação primitiva, mas sofisticada, de conceitos matemáticos como por exemplo, métodos e cálculos de interpolação fundamentados em ciclos previamente conhecidos, dessa forma a Matemática desempenhou um papel essencial na Astronomia mesopotâmica.

Os babilônios utilizavam um sistema numérico sexagesimal (base 60), que facilitava cálculos astronômicos complexos.

Qual a vantagem de se utilizar a base sessenta, ou seja, um sistema sexagesimal? A divisibilidade por inteiros pequenos é uma importante característica a ser levada em conta no momento de escolhermos a “base” para um sistema de numeração. A base 12 está presente até hoje no comércio quando usamos a dúzia, justamente pelo fato do número 12 ser divisível por 2, 3 e 4. Uma das vantagens do sistema sexagesimal é que o número sessenta é divisível por todos os inteiros entre 1 e 6, o que facilita o cálculo dos inversos multiplicativos dos números expressos nesta base (Roque; De Carvalho, 2012, p. 9).

Esse sistema foi aplicado na criação de tabelas de efemérides, que previam eventos celestes como eclipses solares e lunares, além de permitir o cálculo do período sinódico dos planetas. Essa combinação de Matemática e Astronomia não apenas auxiliava na organização da vida prática, mas também era usada como ferramenta para interpretar a vontade dos deuses, por meio de uma prática conhecida como astrologia celestial.

Além disso, a Mesopotâmia foi pioneira na criação de zigurates, grandes estruturas arquitetônicas que funcionavam como templos e observatórios astronômicos. Do alto dessas construções, os sacerdotes-astrônomos podiam observar os céus com mais clareza, registrando os fenômenos celestes e conectando-os aos ciclos terrestres. Esses registros também deram origem à criação de constelações e ao mapeamento do céu, como por exemplo, as constelações presentes no zodíaco, Áries, Touro, Gêmeos, Câncer, Leão, Virgem, Libra, Escorpião, Sagitário, Capricórnio, Aquário, Peixes. Também classificaram estrelas e agrupamentos estelares que seriam posteriormente incorporados pelas culturas grega e ocidental.

Por fim, temos que a Astronomia na Mesopotâmia representa um marco inicial no desenvolvimento do conhecimento astronômico, combinando observação empírica, cálculos matemáticos e crenças religiosas. O legado deixado por essas civilizações não só influenciou culturas posteriores, mas também estabeleceu as bases para o estudo sistemático do cosmos, mostrando que o desejo de entender o universo é uma característica profundamente humana.

3.4 *Astronomia Egípcia*

No Egito Antigo, a Astronomia também era profundamente integrada à vida cotidiana e à espiritualidade, desempenhando um papel fundamental tanto nas práticas religiosas quanto nas atividades cotidianas, influenciando a cultura, a arquitetura e a agricultura.

A astronomia no Egito Antigo foi desenvolvida com finalidades práticas, como, por exemplo, com o objetivo de fornecer o suporte de conhecimentos necessários para colaborar com a tarefa de cultivar a terra para atividades agrícolas. [...] O aparecimento a oriente, acima do horizonte, da estrela mais brilhante do céu (Sirius), poucos instantes antes do fim da noite, era percebido pelos egípcios como um fenômeno de bom augúrio, um prenúncio da enchente do rio Nilo, fenômeno necessário para fertilizar terras e produzir boas colheitas (Souza; Teixeira, 2023, p. 29).

A observação dos astros sempre desempenhou um papel central em relação ao calendário e às atividades agrícolas. No Egito Antigo, a estrela Sirius, era uma das mais importantes para os egípcios, sendo associada ao ciclo anual do rio Nilo e, conseqüentemente, à fertilidade da terra. Sua aparição no céu marcava eventos significativos e era utilizada como um indicador confiável para prever a inundação do rio, fenômeno crucial para a agricultura e a subsistência do povo egípcio. Os egípcios estabeleceram um calendário solar de 365 dias, baseado no ciclo heliacal da estrela Sirius que coincidia com a inundação anual do rio Nilo.

O nascimento heliaco de uma determinada estrela ocorre, portanto, em um determinado dia de cada ano em que no final da noite essa estrela surge no céu alguns momentos antes do Sol (“Helios”) nascer. A partir do dia do seu nascimento heliacal, conforme os dias iam se passando, Sirius passava a nascer cada vez antes, de modo que muitos dias mais a frente, Sirius nascia no meio da noite e, mais tempo adiante, Sirius aparecia no céu noturno por pouco tempo, logo depois do anoitecer. Na latitude geográfica de Memphis, a antiga capital do Egito Antigo, situada nas proximidades da atual cidade do Cairo, devido ao brilho ofuscante do Sol, Sirius ficava aproximadamente 70 dias sem aparecer no céu noturno.” (Souza; Teixeira, 2023, p.31).

Sirius também era conhecida como Sopdet, deusa egípcia que personificava a estrela, “Sopdet era associada a uma Deusa representada pela imagem de uma mulher com uma estrela de cinco pontas sobre a cabeça.”(Souza; Teixeira, 2023, p.31)

Além disso, as pirâmides de Gizé, construídas durante o Antigo Império do Egito, foram projetadas com impressionante precisão em seus alinhamentos.

[...] ainda há muita especulação; alguns historiadores adotam a ideia de que elas foram elevadas de acordo com as estrelas e outros apontam para a ordenação de acordo com os pontos cardeais baseados no sentido da corrente do Rio Nilo (Martins; Buffon; Neves, 2019, p. 8).

Estando orientadas quase perfeitamente com os pontos cardeais e com certas estrelas e constelações, como a constelação de Orion, esses alinhamentos reforçavam a ligação entre a arquitetura monumental e as crenças religiosas, simbolizando a conexão entre o céu e a Terra. Esse feito demonstra não apenas o domínio técnico e geométrico dos egípcios, mas também um conhecimento avançado de Astronomia aplicado à arquitetura.

Estudos mostram que esses alinhamentos eram obtidos observando o movimento das estrelas, a escolha dessa orientação não era apenas técnica, mas profundamente simbólica. Os egípcios acreditavam que o faraó, após sua morte, ascendia aos céus para se unir aos deuses, especialmente Rá, o deus do Sol. Assim, as pirâmides, com seus alinhamentos precisos, serviam como uma ponte espiritual entre a Terra e o cosmos, reforçando a ideia de que a ordem celestial regia tanto o mundo físico quanto o espiritual. Além disso, sua forma triangular, apontando para o céu, refletia essa conexão, simbolizando os raios solares descendo à Terra e a ascensão do faraó à eternidade. Esse alinhamento e simbologia, combinados à escala monumental das pirâmides, destacam como os egípcios integravam ciência, religião e poder em suas construções, tornando-as não apenas túmulos, mas também manifestações de uma cosmologia sofisticada que ligava o céu, a Terra e a eternidade.

Portanto concluímos que a Matemática, especialmente a geometria, foi essencial para o planejamento e construção das imponentes pirâmides, estátuas e templos do Egito, cujas estruturas ainda impressionam até os dias atuais. Ela também teve grande aplicação na medição das terras, especialmente devido à variação da extensão das áreas com as inundações anuais do Rio Nilo. Os egípcios possuíam conhecimento preciso sobre a área e a superfície de formas geométricas como a esfera, o hexágono, o triângulo e o retângulo. Sua habilidade em geometria era notável, sendo essencial para lidar com as constantes inundações do Rio Nilo, que alteravam os limites das terras cultiváveis. Além disso, a Matemática estava presente em contextos administrativos, como a coleta de impostos e a gestão de recursos. Esse rico legado matemático pode ser compreendido mais detalhadamente através de documentos históricos, como destaca alguns autores:

Temos notícia da Matemática egípcia por meio de um número limitado de papiros, como o de Rhind, escrito em hierático e datado de cerca de 1650 a.E.C. O nome se deve ao escocês Alexander Henry Rhind que o comprou, por volta de 1850, em Luxor, no Egito. Este documento também é chamado papiro de Ahmes, o escriba egípcio que o copiou, e encontra-se no Museu Britânico (Roque; De Carvalho, 2012, p. 5).

O papiro de Rhind, entre outros documentos, evidencia como os egípcios desenvolveram métodos matemáticos para lidar com problemas práticos e abstratos. Ele contém exemplos de frações, progressões aritméticas e cálculos de áreas e volumes, demonstrando o alto grau de entendimento matemático, esses registros são testemunhos da interseção entre ciência, cultura e organização social, revelando uma sociedade que utilizava a Matemática como ferramenta indispensável para sua prosperidade e longevidade.

Além disso, a Astronomia teve um papel fundamental no cotidiano egípcio, sendo responsável pela divisão do ano em 12 meses iguais e pela atribuição de nomes às estrelas e planetas visíveis. A física, por sua vez, foi crucial para o desenvolvimento de sistemas de canalização e regulação das águas do Nilo, elementos essenciais para a sustentabilidade da agricultura e da vida no Egito Antigo. Dessa forma, a integração desses conhecimentos foi um fator decisivo para o avanço e a manutenção da civilização egípcia.

3.5 *Astronomia Chinesa*

A Astronomia chinesa é uma das mais antigas e influentes tradições astronômicas do mundo, com registros que remontam a mais de 4.000 anos. Assim como as outras culturas, os chineses integraram a observação celeste diretamente ao cotidiano, utilizando seus conhecimentos para prever eventos astronômicos e meteorológicos, organizar calendários e orientar decisões políticas e sociais. “Na China antiga havia astrônomos, relojoeiros, astrólogos, geógrafos e arqueólogos que desempenhavam suas funções a fim de atender a demanda do governo.”(Martins; Buffon; Neves, 2019, p. 3). Essa ciência estava profundamente conectada à filosofia, religião e governança, sendo considerada uma ferramenta essencial para a harmonia entre o céu, a Terra e a humanidade.

A China antiga configurava-se como uma das civilizações mais cientificamente avançadas do mundo, na qual se deu a criação da bússola, da pólvora, do papel e da impressão. A Astronomia chinesa, como a mesopotâmica, foi baseada fundamentalmente em pressupostos religiosos e astrológicos. Há, contudo, muitos obstáculos para reconstruir o conhecimento astronômico chinês, em decorrência de que no ano de 213 a.C. o acervo bibliográfico que se dispunha foi queimado por imposição do império vigente (Martins; Buffon; Neves, 2019, p. 2).

Os astrônomos chineses também foram pioneiros na catalogação de estrelas e constelações, criando um sistema próprio usadas para mapear o movimento da Lua e dos planetas, eles desenvolveram o conceito das 28 "mansões lunares" (xiù), que eram divisões do céu baseadas nos movimentos da Lua ao longo de sua órbita ao redor da Terra. Cada uma dessas mansões correspondia a um setor específico do céu, semelhante a uma longitude

celeste, e era associada a estrelas e constelações particulares. Esse sistema servia para rastrear os movimentos da Lua e dos planetas, funcionando como uma ferramenta para prever fenômenos celestes, orientar a navegação e determinar datas importantes no calendário chinês. Além disso, as 28 mansões lunares tinham um papel cultural e astrológico, estando conectadas a mitos, festivais e práticas espirituais, refletindo a integração entre ciência e espiritualidade. Para compreender a visão cosmológica dos chineses antigos e a forma como eles relacionavam seus conhecimentos astronômicos com aspectos culturais e espirituais, é importante destacar suas crenças sobre a estrutura e os mecanismos do universo:

[...] a cultura chinesa acreditava que uma espécie de vento ou vapor fornecia suporte para todos os objetos celestes que eram passíveis de observações, bem como adotavam a ideia de que um arrasto viscoso gerado pela Terra fazia o Sol e a Lua se movimentarem no sentido contrário. Além disso, os chineses dividiam o céu em nove níveis, e para cada um dos mesmos havia uma separação através de um portão, cuja proteção era feita por um animal; o último nível era entendido como o "Palácio da Tenuidade Púrpura", onde Imperador do Céu residia. Este local é atualmente reconhecido como a constelação da Ursa Maior (Martins; Buffon; Neves, 2019, p. 5).

Os chineses também foram os primeiros a documentar cometas, supernovas e manchas solares, com registros detalhados que ainda são estudados por cientistas modernos. Essas observações eram tão precisas que muitas vezes serviam como base para a previsão de eclipses e mudanças climáticas, também observaram que a cauda dos cometas estava sempre direcionada na direção oposta ao Sol, evidenciando sua compreensão dos fenômenos celestes. Além disso, desenvolveram, de forma independente, um método para calcular o raio da Terra, similar ao método empregado pelo filósofo grego Eratóstenes, demonstrando sua avançada capacidade de observação e análise astronômica. Além disso, os chineses desenvolveram instrumentos avançados para observação astronômica. Exemplos incluem relógios de água, esferas armilares e gnomons, que eram usados para medir o tempo e estudar o movimento dos astros.

Vale ressaltar que a utilização do moinho de água para girar uma esfera celeste de bronze é atribuída ao chinês Tchang Heng, possível inventor do sismógrafo, equipamento destinado à detecção dos movimentos do solo (Martins; Buffon; Neves, 2019, p. 3).

Esses dispositivos demonstram a sofisticação tecnológica alcançada pela Astronomia chinesa e sua importância na sociedade desenvolvidos através de sistemas matemáticos usados para medir e prever eventos celestes, como o cálculo do ciclo sinódico dos planetas e a elaboração de calendários altamente precisos baseados nas "mansões lunares". A divisão do céu em setores e níveis, associada à observação sistemática de estrelas e constelações, exigiu

um entendimento rigoroso de proporções, ângulos e movimentos cíclicos. Essa integração entre Astronomia e Matemática garantiu previsões mais precisas influenciando vários aspectos sociais.

3.6 *Astronomia Grega*

A Grécia Antiga desempenhou um papel central no desenvolvimento da Astronomia como ciência, sendo o berço de muitos dos conceitos fundamentais que moldaram o pensamento astronômico ocidental. Os gregos antigos não apenas herdaram conhecimentos dos egípcios e babilônios, mas também os expandiram e refinaram, introduzindo um rigor lógico e matemático que diferenciou sua abordagem. Para eles, a Astronomia era intrinsecamente ligada à filosofia, sendo uma ferramenta para entender a ordem do cosmos e a posição do ser humano no universo.

Um dos aspectos marcantes da Astronomia grega foi a tentativa de explicar os fenômenos celestes por meio de modelos geométricos e matemáticos. “Tales de Mileto (624–548 a.E.C), é considerado o primeiro a estudar a Astronomia e a Cosmologia grega.” (Rodas Neto, 2016, p. 6). Considerado um dos primeiros filósofos gregos, foi pioneiro em sugerir explicações naturais para os fenômenos celestes, descartando explicações mitológicas. Ele propôs, por exemplo, que a Terra era um disco flutuando sobre a água a partir do qual tudo se originou, ideia que seria substituída por modelos mais sofisticados ao longo do tempo.

Tales foi o fundador da filosofia ocidental e, utilizando de seus conhecimentos e certamente influenciado pelos babilônios, conseguiu prever com um ano de antecedência a colheita de azeitonas. Além disso, teria previsto um eclipse que ocorreu no dia 28 de maio de 585 a.E.C, no entanto, não se tem essa informação como comprovada. É considerado por muitos como o primeiro matemático verdadeiro, criador da organização dedutiva da geometria (Rodas Neto, 2016, p. 6).

Tales de Mileto não apenas lançou as bases da filosofia ocidental, mas também influenciou diretamente pensadores que deram continuidade ao uso da razão para compreender o cosmos. Entre eles, destaca-se Anaximandro, também natural de Mileto, que viveu entre 610 e 546 a.E.C. Anaximandro foi um dos primeiros a propor modelos celestes baseados no movimento dos corpos celestes, rompendo com a visão mitológica tradicional que atribuía fenômenos astronômicos às vontades dos deuses.

Anaximandro levou a ideia de Tales ao nível de sofisticação mais elevado, postulando que o universo era eterno infinito em extinção e seu centro era ocupado pela terra, à qual atribuiu uma forma cilíndrica. Ele até declarou que a razão entre o diâmetro e a altura do cilindro era um terço. A terra era circundada por uma grande roda cósmica, cheia de fogo, e o sol, um furo da superfície dessa roda que deixava o

fogo escapar. À medida que a roda girava, o sol também girava, explicando o movimento do Sol em torno da Terra. Eclipse se devia ao bloqueio total ou parcial do furo. A mesma explicação era dada para as fases da lua, que também era um furo em outra roda. Finalmente, as estrelas eram pequenos furos em uma terceira roda cósmica, que anaximandro curiosamente colocou mais perto da terra do que a lua ou o sol (Gleiser, 2006, p. 43).

Esse avanço mostrou sua capacidade de observar e interpretar fenômenos naturais de maneira racional e sistemática, alinhando-se à nova perspectiva científica que emergia na Grécia. Além disso, Anaximandro também especulou sobre a origem do cosmos, sugerindo que ele emergia de um elemento primordial indefinido, “ele substitui a ideia de Tales da água como elemento básico, colocando uma substância indeterminada, ilimitada e possuindo movimento próprio, chamada de apeíron.” (Rodas Neto, 2016, p. 6). Suas ideias influenciaram profundamente a filosofia, a Astronomia e a geometria, pois ele acreditava que:

[...] A Terra não cair é o fato de seu centro ser equidistante de todos os pontos da circunferência celeste. Por isso, ela não teria motivos para se deslocar. O espaço deixa de ser mítico para ser um espaço geométrico (Rodas Neto, 2016, p. 7).

Pitágoras e seus seguidores trouxeram uma perspectiva revolucionária, associando a Astronomia à harmonia Matemática. A escola pitagórica acreditava que os corpos celestes se moviam em órbitas regulares, regidas por proporções Matemáticas que refletiam uma ordem universal perfeita.

Acreditava na esfericidade da Terra, da Lua e de outros corpos celestes. Achava que os planetas, o Sol, e a Lua eram transportados por esferas separadas da que carregava as estrelas. Enfatizou a importância da matemática na descrição dos modelos cosmológicos que pudessem ser comparados com os movimentos observados dos corpos celestes, em cuja regularidade se via uma harmonia cósmica (Oliveira Filho, 2004, p. 2).

Também destacou-se por integrar Matemática, filosofia e espiritualidade em uma visão unificada do cosmos. Para os pitagóricos, a Matemática não era apenas uma ferramenta prática, mas uma linguagem universal que revelava a ordem subjacente do universo. Essa abordagem foi revolucionária, pois atribuía aos números um papel central na compreensão da natureza, vendo-os como a essência de todas as coisas. Esse pensamento matemático transcendia o campo teórico, encontrando aplicação em diversas áreas, como a música, a Astronomia e a geometria, como por exemplo:

Uma das primeiras descobertas dos pitagóricos, atribuída ao próprio Pitágoras, foi a relação entre intervalos musicais e proporções numéricas simples. Para a escola pitagórica, o número é a essência e o princípio fundamental de todas as coisas. A crença dos pitagóricos de que tudo viria de números pode ser associada à ideia moderna de que o Universo é descrito por quantidades matemáticas (Oliveira Filho, 2004, p. 7).

Os pitagóricos expandiram significativamente o pensamento matemático, conectando-o a conceitos cosmológicos e filosóficos. De acordo Oliveira Filho (2004), foram os primeiros a utilizar o termo "cosmos" para se referir ao universo, enfatizando uma visão de ordem racional, simetria e beleza. Para eles, os números não apenas descreviam o mundo físico, mas eram a base estrutural de toda a realidade, essa perspectiva levou à formulação de teorias que iam além da Matemática pura, integrando ideias sobre harmonia, proporção e ordem cósmica. Dentro dessa escola, surgiram visões inovadoras sobre o cosmos, marcando o início de um pensamento que unia observação empírica e reflexão filosófica. Foi nesse contexto que ideias como a de Filolau ganharam espaço, propondo modelos para o movimento dos corpos celestes e para a organização do universo. “Ele imaginava que a Terra girava em torno de seu próprio eixo e, juntamente com o Sol, a Lua e os planetas, girava em torno de um fogo central que seria o centro do universo e fonte de toda a luz e energia.” (Oliveira Filho, 2004, p. 3).

Uma das contribuições mais significativas foi o modelo geocêntrico proposto por Eudoxo de Cnido no século IV a.C. Ele imaginou o universo como 27 esferas concêntricas que giravam em torno da Terra. Embora limitado em precisão, o modelo de Eudoxo foi um passo crucial para a matematização dos movimentos celestes e inspirou pensadores como Aristóteles, que incorporou essas ideias em sua visão cosmológica. Aristóteles, por sua vez, defendeu a ideia de uma Terra esférica, baseando-se em observações como a sombra curva projetada pela Terra durante eclipses lunares, explicando os eclipses da seguinte forma, “um eclipse do Sol ocorre quando a Lua passa entre a Terra e o Sol; um eclipse da Lua ocorre quando a Lua entra na sombra da Terra.”(Oliveira Filho, 2004, p. 3).

Outros pensadores como Aristarco de Samos e Eratóstenes já haviam desafiado a visão geocêntrica predominante na Grécia antiga. Aristarco foi um dos primeiros a sugerir que a Terra poderia não ser o centro do universo, propondo a teoria heliocêntrica, onde o Sol seria o centro do sistema solar.

Arranjou os planetas na ordem de distância ao Sol que e aceita hoje. Desenvolveu um método para determinar as distâncias relativas do Sol e da Lua a Terra que o aproxima dos astrônomos modernos na solução de problemas astronômicos. Também mediu os tamanhos relativos da Terra, do Sol e da Lua, e mesmo achando valores muito abaixo dos atuais para o tamanho do Sol em relação a Lua (apenas 30 vezes maior), concluiu que o Sol não poderia estar orbitando a Terra porque um corpo tão grande como o Sol não poderia girar em torno de um corpo tão pequeno como a Terra (Oliveira Filho, 2004, p. 3).

Por sua vez, Eratóstenes fez uma das medições mais notáveis da antiguidade ao calcular a circunferência da Terra com uma precisão impressionante, utilizando conceitos geométricos simples e a observação das sombras ao longo de diferentes pontos de latitude, da seguinte forma:

Ele notou que, na cidade egípcia de Siena (atualmente chamada de Aswân), no primeiro dia do verão, ao meio-dia, a luz solar atingia o fundo de um grande poço, ou seja, o Sol estava incidindo perpendicularmente a Terra em Siena. Já em Alexandria, situada ao norte de Siena, isso não ocorria; medindo o tamanho da sombra de um bastão na vertical, Eratóstenes observou que em Alexandria, no mesmo dia e hora, o Sol estava aproximadamente sete graus mais ao sul. A distância entre Alexandria e Siena era conhecida como de 5.000 estádios. Um estádio era uma unidade de distância usada na Grécia antiga. A distância de 5.000 estádios equivalia a distância de cinquenta dias de viagem de camelo, que viaja a 16 km/dia. Como 7 graus corresponde a $\frac{1}{50}$ de um círculo (360 graus), Alexandria deveria estar a $\frac{1}{50}$ da circunferência da Terra ao norte de Siena, e a circunferência da Terra deveria ser 50×5.000 estádios. Infelizmente, não é possível se ter certeza do valor do estádio usado por Eratóstenes, já que os gregos usavam diferentes tipos de estádios. Se ele utilizou um estádio equivalente a $\frac{1}{6}$ km, o valor está a 1% do valor correto de 40.000 km. O diâmetro da Terra é obtido dividindo-se a circunferência por π (Oliveira Filho, 2004, p. 4).

A busca por precisão na Astronomia grega culminou com Hiparco de Niceia, considerado por muitos o maior astrônomo da antiguidade. Ele foi o primeiro a criar um catálogo detalhado de estrelas, registrando aproximadamente 850 delas e classificando-as de acordo com seu brilho, sendo 1 a mais brilhante e 6 a mais fraca. Hiparco também desenvolveu métodos para medir a precessão dos equinócios, descobrindo que a posição das estrelas mudava lentamente ao longo do tempo. Bem como, calculou a proporção entre o tamanho das sombras da Terra e da Lua e calculou a distância da Lua como sendo 59 vezes o raio da Terra, um valor muito próximo do correto (60). Ele também calculou a duração do ano com uma margem de erro de apenas 6 minutos. (Oliveira Filho, 2004). Seu trabalho serviu de base para o monumental "Almagesto" de Ptolomeu, que sintetizou séculos de conhecimento astronômico.

Cláudio Ptolomeu, no século II d.C., consolidou o modelo geocêntrico em um sistema matemático abrangente que permaneceu dominante por mais de mil anos. Ele utilizou círculos chamados epiciclos para explicar os movimentos retrógrados dos planetas, criando um modelo que, apesar de complexo, era suficientemente preciso para prever posições planetárias. O modelo ptolomaico exemplifica a aplicação da Matemática na Astronomia, com o uso de cálculos para mapear os céus. Com isso, Ptolomeu “compilou uma série de treze volumes sobre Astronomia, conhecida como o Almagesto, que é a maior fonte de conhecimento sobre a Astronomia na Grécia.” (Oliveira Filho, 2004, p. 5).

A Astronomia grega deixou um legado duradouro, fundamentando a ideia de que os fenômenos celestes poderiam ser compreendidos por meio da observação cuidadosa e da aplicação de princípios matemáticos. Suas contribuições não apenas influenciaram diretamente as ciências islâmicas e europeias na Idade Média, mas também abriram caminho para a Revolução Científica, séculos mais tarde.

3.7 A Astronomia Da Idade Média Ao Século XIX: Avanços E Descobertas

O período medieval viu a preservação e a transmissão do conhecimento grego, árabe e indiano, com importantes avanços em trigonometria esférica, Astrônomos como Al-Battani desenvolveram métodos mais precisos para medir posições celestes, enquanto matemáticos como Al-Khwarizmi contribuíram significativamente introduzindo métodos algébricos para resolver problemas astronômicos, enquanto Al-Biruni estudou a trigonometria e desenvolveu métodos para medir distâncias astronômicas.

Os sábios medievais acreditavam que a terra tinha forma de disco e consideravam um absurdo a crença em sua esfericidade. Somente no século XIII esta crença obteve alguma aceitação por alguns sábios que vieram a ter conhecimento da teoria de Ptolomeu (Lucia, 2000, p. 37).

Durante a Idade Média, o conhecimento astronômico estava fortemente influenciado pelas ideias de filósofos gregos, como Ptolomeu, e pela Igreja Católica, que predominava na Europa. O modelo geocêntrico de Ptolomeu, que colocava a Terra no centro do universo, foi amplamente aceito durante esse período. A Astronomia medieval era, em grande parte, uma tentativa de preservar e expandir os saberes antigos, embora o avanço científico fosse limitado devido a uma visão do cosmos baseada em dogmas religiosos e uma falta de recursos para observações mais detalhadas.

Mesmo assim, houve alguns sábios na Idade Média que ousaram com algumas idéias e descobertas novas. Um deles foi Roger Bacon, que no século XIII foi condenado pela Igreja Católica ao encarceramento por ensinar que a experiência e a matemática eram a base da verdadeira ciência (Lucia, 2000, p. 37).

Para compreender os avanços da Astronomia entre a Idade Média e o século XIX, é essencial considerar o impacto transformador de eventos históricos e intelectuais, como o Renascimento. Esse período foi marcado por uma redescoberta dos textos clássicos e pelo florescimento do pensamento racional e crítico.

Dentro deste contexto histórico, a chamada Revolução Científica, que começou no século XV e se prolongou até o fim do século XVI, gerou uma moderna concepção científica, afetando todos os campos da ciência, inclusive mudando as técnicas de investigação, os objetivos que o cientista estabelecia para si próprio indicando um novo papel que a ciência desempenharia frente a filosofia e a própria sociedade (Lucia, 2000, p. 46).

Nesse contexto, a Astronomia começou a se libertar das amarras impostas pelo pensamento dogmático medieval, ganhando novas perspectivas que conciliavam a observação empírica com o desenvolvimento matemático. Essa transição não apenas questionou modelos antigos, como o geocentrismo, mas também pavimentou o caminho para uma visão mais sistemática e científica. Uma das maiores descobertas foi feita por Nicolau Copérnico, que desafiou o modelo geocêntrico, propondo a teoria heliocêntrica, na qual o Sol ocupava o centro do sistema solar. Esse modelo, embora inicialmente controverso, foi o ponto de partida para uma série de desenvolvimentos importantes na Astronomia. Nicolau Copérnico reformulou o modelo heliocêntrico, Johannes Kepler enunciou suas leis sobre o movimento planetário, sendo fundamental para a consolidação do heliocentrismo.

Kepler descobriu que a linha imaginária que liga os planetas ao Sol varre áreas iguais em tempos iguais, essa é a chamada segunda Lei de Kepler, isto é, quanto mais próximo do Sol um planeta estiver, mais rápido ele será. Da mesma forma, quanto mais distante do Sol, mais lento o planeta será. Caso a órbita fosse circular, o que não era verdade, a velocidade seria a mesma. O problema era encontrar a forma correta da órbita. Kepler continuou sua busca até chegar à conclusão que as órbitas dos planetas não eram circulares, e sim, elípticas com o Sol ocupando um dos focos (Rodas Neto, 2016, p.15).

Essas descobertas forneceram uma base sólida para o trabalho de Isaac Newton, que no século XVII desenvolveu a teoria da gravitação universal, explicando as forças que mantinham os planetas em órbita ao redor do Sol. Galileu Galilei fez observações telescópicas que desafiaram as concepções estabelecidas desafiando dogmas. Com a invenção do telescópio por Galileu Galilei, a Astronomia observacional deu um salto significativo.

Esse fato lhe rendeu fama, ao mesmo tempo em que possibilitou a descoberta de mais de 500 estrelas nunca vista antes, além de refutar a ideia de a superfície lunar ser suave e uniforme. Galileu viu, com a utilização do telescópio, várias “manchas” na Lua, umas mais claras outras mais escuras. Dentre várias descobertas, ele encontrou os quatro satélites de Júpiter e, assim, resolvendo uma “anomalia” no modelo heliocêntrico. Descobriu também os anéis de Saturno, as fases de Vênus e manchas no Sol. Este último acaba por destruir a imutabilidade dos “céus aristotélicos” (Rodas Neto, 2016, p.16).

O século XVIII foi marcado pelo aprimoramento dos instrumentos astronômicos, como telescópios mais potentes, que permitiram observações mais detalhadas dos céus. Os

astrônomos começaram a mapear as estrelas, estudar os planetas e investigar os fenômenos cósmicos com maior precisão. Durante esse período, também se observou o movimento das estrelas fixas e a descoberta de novos planetas, como Urano, por William Herschel, em 1781, ampliando o conhecimento sobre o sistema solar. A observação sistemática de corpos celestes levou a uma maior precisão nas medições, exigindo avanços correspondentes na Matemática para analisar e interpretar os dados observacionais, assim como, o heliocentrismo, apoiado por observações telescópicas, também introduziu a necessidade de descrições Matemáticas mais precisas. O culminar desse esforço foi a síntese de Isaac Newton, que expressou as leis da gravidade em equações, unificando a Matemática e a Astronomia de uma maneira sem precedente.

Seu trabalho representa o clímax da Revolução Científica. Newton elaborou uma base conceitual que dominou não só a Física, como também a visão de mundo até o início do século XX. Ele mostrou que todos os movimentos observados na Natureza podem ser compreendidos em termos de leis expressas pela matemática (Rodas Neto, 2016, p.17).

No século XIX, a Astronomia se consolidou como uma ciência de observação rigorosa. Durante esse período, a Astronomia não apenas observava e catalogava objetos celestes, mas também se tornava fundamental para o desenvolvimento de novas tecnologias.

A ciência começou a apresentar um aspecto mais público, conforme suas consequências práticas se tornavam evidentes na vida diária. Foi durante o século XIX em Glasgow, que a Associação Britânica para o Progresso da Ciência, foi fundada e criou a palavra cientista. Esta associação organizava encontros onde cientistas se reuniam para discutirem seus trabalhos e levá-los ao conhecimento do público (Lucia, 2000, p. 49).

As descobertas astronômicas também instigaram uma revolução no pensamento filosófico e científico, levando ao abandono das ideias tradicionais e ao avanço do método científico moderno.

3.8 Marcos Históricos Da Astronomia Moderna

A Astronomia moderna surge como um marco no estudo do cosmos, impulsionada por avanços tecnológicos, novas metodologias científicas e um profundo interesse em compreender o universo de forma sistemática. Este período, que abrange desde o século XIX até os dias atuais, Fundamenta-se em conceitos como gravitação universal, que descreve a força que atrai os corpos celestes uns aos outros; espectroscopia, técnica que analisa a luz emitida ou absorvida pelos astros para revelar sua composição química e propriedades físicas; e, posteriormente, na teoria da relatividade, que reformulou as ideias de espaço, tempo e

gravidade, e na mecânica quântica, que explora o comportamento das partículas subatômicas e sua relação com fenômenos macroscópicos.

O século XX trouxe consigo as teorias revolucionárias de Einstein, nas quais a gravidade foi reinterpretada, ele desafiou os fundamentos da física clássica ao questionar pressupostos que eram considerados verdades absolutas desde a época de Newton.

Sua genialidade é mostrada, por exemplo, pelo “simples” fato de provar que distância e tempo são grandezas relativas. Em 1905, em sua Teoria da Relatividade Restrita, Einstein cria alguns postulados, dentre os quais a velocidade da luz é absoluta. Tais afirmações quebram com a mecânica newtoniana e, sobretudo, com o senso comum. Os conceitos referentes a essas grandezas estavam enraizados na sociedade e Einstein prova que distância e tempo não eram definidos corretamente pela ciência (Rodas Neto, 2016, p.17).

Albert Einstein posteriormente, através de estruturas geométricas complexas, publicou em 1915 a Teoria da Relatividade Geral, onde a gravidade deixou de ser vista como uma força de atração entre massas, passando a ser interpretada como a curvatura do espaço-tempo, uma estrutura geométrica quadridimensional que combina as três dimensões espaciais e o tempo. Essa abordagem revolucionária extrapolou os limites da geometria euclidiana tradicional, permitindo descrever fenômenos como a órbita dos planetas e o desvio da luz causado por corpos massivos, o que ficou conhecido como lente gravitacional. A introdução do espaço-tempo curvo, deformado pela presença de massa e energia, forneceu uma nova perspectiva para questões fundamentais sobre a origem, evolução e estrutura do universo, influenciando profundamente áreas como a cosmologia e a astrofísica. Essas ideias transformaram a maneira como interpretamos os fenômenos naturais.

A Matemática tornou-se a linguagem essencial para expressar as nuances da relatividade geral. Simultaneamente, a mecânica quântica, com suas equações Matemáticas abstratas, oferece insights profundos sobre as origens e a evolução do universo, essa relação também se torna evidente na moderna exploração espacial, desde o cálculo de trajetórias até a previsão de eventos celestes. Com a invenção de telescópios mais potentes, como o refrator de 40 polegadas do Observatório de Yerkes e, posteriormente, telescópios espaciais como o Hubble, a Astronomia avançou para além das limitações da observação a olho nu. Esses instrumentos permitiram detectar corpos celestes invisíveis anteriormente, como nebulosas distantes, exoplanetas e até mesmo a radiação cósmica de fundo, vestígio do Big Bang.

Numa série de descobertas notáveis, na década de 1920, o astrônomo americano Edwin Hubble não só mostrou que o Universo é povoado por inúmeras galáxias

como a nossa Via Láctea, como também descobriu algo de importância crucial sobre cosmologia, a expansão do Universo (Gleiser, 2006 apud Rodas Neto, 2016, p.18).

Na era contemporânea, a Astronomia depende cada vez mais de métodos matemáticos avançados, a ascensão da computação permitiu simulações precisas de fenômenos cósmicos complexos, enquanto a análise estatística orienta a interpretação de dados astronômicos massivos. As equações diferenciais, a geometria analítica e a estatística são apenas algumas das ferramentas Matemáticas essenciais para modelar e entender fenômenos astronômicos complexos, como a expansão do universo, a formação de estrelas e a evolução das galáxias.

A espectroscopia possibilitou estudar a composição química das estrelas e galáxias por meio da análise de sua luz. Essa técnica revelou a presença de elementos químicos comuns no universo e confirmou a ideia de que as estrelas não são apenas pontos de luz, mas corpos físicos com temperaturas, composições e idades distintas.

Entre 1916 e 1920, o astrônomo Adriaan van Maanen verificou que as nebulosas espirais apresentavam inequivocamente movimento de rotação. E em 1923 a distância até Andrômeda foi calculada pelo astrônomo norte-americano Edwin Hubble com base no método de observação de estrelas do tipo cefeides, permitindo também concluir que este objeto deveria existir fora da Via Láctea. Posteriormente, Hubble dedicou-se à observação e sistematização deste tipo de nebulosas de acordo com a sua morfologia (Bertolami; Gomes, 2018, p. 3).

A espectroscopia foi fundamental para comprovar a expansão do universo, observada por Edwin Hubble, e para fundamentar a teoria do Big Bang, é crucial mencionar que o modelo do Big Bang foi inicialmente proposto pelo padre e cientista belga Georges Lemaître. No entanto, em alguns aspectos materiais, a hipótese de Lemaître apresentava equívocos, pois considerava o Universo primordial como uma região fria.

Em 1948, George Gamow propôs alternativamente que os elementos químicos teriam sido sintetizados a partir das partículas elementares primordiais, isto é, de um Universo primordial muito quente. Esta hipótese foi confirmada pela descoberta da Radiação Cósmica de Fundo, prevista por Gamow, Ralph Alpher e Robert Hermann, e observada em 1965 pelos norte-americanos Arno Penzias e Robert Wilson (Bertolami; Gomes, 2018, p. 4).

Essa teoria revolucionária lançou as bases para a compreensão moderna da origem do universo, marcando um divisor de águas na cosmologia, alinhando-se às observações científicas realizadas até hoje.

A teoria do Big Bang, segundo a qual o Universo teve origem numa explosão do espaço-tempo há 13,8 mil milhões de anos, é o que melhor descreve a evolução do Universo dada a consistência com todas as observações até ao presente. Todavia, a origem do Big Bang, seja através de uma flutuação quântica ou da colisão de duas membranas, onde o nosso Universo existe isolado ou no seio de um Multiverso está

para além do conhecimento científico do nosso tempo (Bertolami; Gomes, 2018, p. 3).

Além disso, o desenvolvimento da astrofísica tornou possível investigar os processos internos das estrelas, como a fusão nuclear, que alimenta o brilho estelar. Com o advento da radioastronomia no século XX, os cientistas descobriram fenômenos como pulsares, quasares e buracos negros, expandindo ainda mais o entendimento do cosmos. A Astronomia moderna também se beneficia da interdisciplinaridade, integrando conceitos de física, química, biologia e engenharia para abordar questões como a origem da vida e a possibilidade de habitabilidade em outros mundos.

Em conclusão, a relação histórica entre Matemática e Astronomia, desde os primeiros observadores do céu até os astrofísicos modernos, tem sido essencial para desvendar os mistérios do universo. Esse vínculo, moldado pela busca de padrões cósmicos, revela a beleza do cosmos por meio da linguagem universal dos números, impulsionando avanços científicos e culturais ao longo da história.

4 A GEOMETRIA E SUA RELEVÂNCIA INTERDISCIPLINAR NO ENSINO

A geometria, uma das mais antigas áreas da Matemática, teve suas raízes profundamente ligadas às necessidades práticas das primeiras civilizações e à busca por compreender o espaço ao redor.

Os primeiros conhecimentos geométricos que o homem teve, a respeito da geometria partiram das necessidades em compreender melhor o meio onde vivia. Motivo este que talvez justifique a origem da sua palavra, pois o termo “geometria” deriva do grego geo = terra + metria = medida que significa medição de terra (Piasiski, 2010, p. 8).

Esse significado revela pistas sobre a origem da geometria e justifica seu desenvolvimento ao longo dos séculos, caracterizando-se como a ciência que nos ajuda a entender as estruturas e padrões que observamos no espaço. Tratando-se de uma área da Matemática que tem como objetivo o estudo das formas presentes na natureza e das propriedades que essas formas possuem, cujo objeto de estudo é o espaço e as formas que podem ocupá-lo.

Este capítulo irá explorar os fundamentos da geometria, seu contexto histórico, suas aplicações práticas e como ela pode ser efetivamente integrada ao ensino de Astronomia, promovendo uma compreensão mais sólida das relações espaciais. Serão abordados os principais conceitos da geometria, com ênfase na geometria euclidiana, uma vez que é a forma de geometria amplamente estudada nos anos finais do Ensino Fundamental. A ideia é mostrar como essa abordagem pode facilitar o entendimento de conceitos geométricos fundamentais para o estudo do universo e das suas estruturas.

4.1 Aspectos Históricos Da Geometria

Desde os tempos antigos, civilizações como os egípcios, gregos e babilônios utilizavam conceitos geométricos para medir terras, construir monumentos e explorar a Astronomia, essas culturas antigas reconheceram a utilidade da geometria na criação de estruturas arquitetônicas duradouras e na compreensão dos movimentos celestes.

A “geometria” dos babilônios e egípcios era essencialmente uma geometria métrica, isto é, preocupada em calcular comprimentos, áreas e volumes, para o que utilizavam algumas propriedades geométricas de figuras planas e de sólidos geométricos, sem que saibamos como chegaram a estes resultados (Roque, 2012, p. 37).

Os egípcios, por exemplo, aplicaram princípios geométricos para demarcar terras após cheias do Nilo e também na construção das pirâmides. Com o passar dos séculos, a geometria evoluiu de uma prática intuitiva para uma ciência dedutiva. Esse avanço é frequentemente atribuído à civilização egípcia, que utilizava princípios geométricos para solucionar problemas práticos, como a divisão de terras após as enchentes do Rio Nilo. Heródoto, um historiador grego do século V a.C., conhecido como o "pai da história", documentou em seus escritos como os egípcios empregavam conhecimentos geométricos em suas atividades.

Eles diziam que este rei [Sesóstris] dividiria a terra entre os egípcios de modo a dar a cada um deles um lote quadrado de igual tamanho e impondo-lhes o pagamento de um tributo anual. Mas a qualquer homem despojado pelo rio de uma parte de sua terra teria de ir a Sesóstris e notificar-lhe o ocorrido. Ele então mandava homens observarem e medirem o quanto a terra se tornara menor, para que o proprietário pudesse pagar sobre o que restara, proporcionalmente ao tributo total. Dessa maneira parece-me que a geometria teve origem, sendo mais tarde levada até a Helade (Eves, 1992 apud Santos, 2020, p. 27).

Os agrimensores, profissionais encarregados de medir e dividir terras, tiveram um papel fundamental na aplicação de técnicas Matemáticas no antigo Egito. Enfrentando os desafios impostos pelas inundações anuais do Rio Nilo, que alteravam os limites das propriedades.

Estes agrimensores acabaram por aprender a determinar áreas de terrenos dividindo-os em retângulos e triângulos, e quando se deparavam com superfícies irregulares utilizavam o método de triangulação, (dividir um campo em porções menores e triangulares cujas áreas somadas correspondiam à área total) (Piaseski, 2010, p. 9).

Esses profissionais desenvolveram métodos sistemáticos baseados em cálculos geométricos, utilizando alguns princípios e conceitos matemáticos, segundo (Piaseski, 2010, p. 9) “Um destes princípios era utilizado para marcar ângulos retos, onde usavam cordas cheias de nós equidistantes um do outro, fazendo assim a divisão das terras.”

Partindo desse contexto, percebe-se que a abordagem humana à geometria limitava-se a problemas isolados, específicos e práticos, sem uma relação aparente entre eles. Gradualmente, ao observar formas e proporções nos objetos do cotidiano, surgiram as primeiras conexões entre diferentes questões espaciais, extraindo propriedades comuns que permitiam relacionar novos problemas com observações anteriores, facilitando sua resolução por métodos semelhantes, o que contribuiu para o surgimento das primeiras regras geométricas. A prática cotidiana, especialmente no Egito e na Babilônia, ligada à agricultura e à construção, desempenhou um papel essencial nesse processo, fornecendo o contexto

necessário para o desenvolvimento inicial da geometria como um sistema organizado de conhecimento.

Esse nível mais elevado do desenvolvimento da natureza da geometria pode ser chamado “geometria científica” uma vez que indução, ensaio, erro e procedimentos empíricos eram instrumentos de descobertas. A geometria transformou-se num conjunto de receitas práticas e resultados de laboratório, alguns corretos e alguns apenas aproximados, referentes a áreas, volumes e relações entre figuras sugeridas por objetos físicos (Eves, 1997 apud Piasieski, 2010, p. 10).

Paralelamente, na Mesopotâmia, as primeiras noções de geometria surgiram em tabelas cuneiformes, nas quais cálculos de áreas e comprimentos eram feitos com base em números e proporções. Esses povos estabeleceram os fundamentos de conceitos geométricos que seriam mais tarde refinados por outras civilizações, com isso, o desenvolvimento da geometria teve suas raízes nas práticas dos povos egípcios e babilônios.

O próximo passo para seu desenvolvimento foi a passagem da Geometria já considerada científica para a geometria demonstrativa. As mudanças econômicas e políticas dos últimos séculos do segundo milênio antes de Cristo fizeram com que o poder do Egito e da Babilônia diminuíssem. A partir disso, os gregos passaram a ser protagonistas de uma nova maneira de estudar a geometria. Eles acreditavam que não cabia mais somente uma geometria empírica e assim a geometria sofreu uma transição (Santos, 2020, p. 27).

Na Grécia Antiga, a geometria passou por uma transformação significativa, ganhando um caráter mais abstrato e sistemático. Segundo Mlodinow (2005), os gregos valorizavam profundamente a busca pelo conhecimento, e foi com seus matemáticos que a geometria ganhou uma base estruturada. Tales de Mileto (640 a.C. – 564 a.C.) é reconhecido como o pioneiro dessa transformação. Durante suas viagens ao Egito, onde permaneceu por longos períodos, Tales buscou explicações teóricas para fenômenos práticos, como a construção das pirâmides. Apesar de os egípcios não possuírem métodos para medir a altura dessas estruturas, Tales deduziu técnicas geométricas utilizando propriedades de triângulos semelhantes, aplicando-as para determinar a altura da pirâmide de Quéops.

Ele também foi o primeiro a demonstrar teoremas geométricos, abrindo caminho para os trabalhos futuros de Euclides. Outro matemático destacado é Pitágoras, que, além de aprender a geometria egípcia, foi o primeiro grego a decifrar os hieróglifos e tornou-se sacerdote. Isso lhe deu acesso a conhecimentos avançados. Pitágoras viveu no Egito por 13 anos e deixou o país apenas quando foi capturado pelos persas durante a invasão. Sua genialidade é eternizada no famoso Teorema de Pitágoras, uma contribuição fundamental para a Matemática.

Segundo Santos (2020), grande parte do conhecimento sobre a geometria descritiva grega provém do Sumário Eumediano de Proclus, que traz comentários sobre as obras de Euclides. É importante notar que Proclus viveu no século V d.C., muito tempo depois do florescimento da geometria grega. Entre os principais nomes que marcaram essa evolução estão Euclides, Arquimedes e Apolônio, que contribuíram significativamente para o desenvolvimento de uma abordagem axiomática e formal na Matemática.

Arquimedes, em um dos seus trabalhos de geometria sólida, escreveu pela primeira vez as fórmulas para as áreas da superfície e da calota esférica, assim como a fórmula para o cálculo do volume da esfera. Por sua vez, Apolônio foi um astrônomo de méritos, desenvolvendo estudos em vários temas matemáticos e adquiriu fama pelos estudos das Seções Cônicas. Também merecem menção: Menelau (100 d.C), Cláudio Ptolomeu (85-165 d.C) e Pappus (320 d.C.), que continuaram o trabalho dos anteriores (Santos, 2020, p. 28).

Euclides, destaca-se por consolidar os fundamentos da geometria com sua obra "Os Elementos" que se tornou uma referência essencial para a Matemática por séculos.

Os Elementos são formados por treze livros, escritos por volta do ano 300 a.E.C., que expõem resultados de tipos diversos, organizados sistematicamente, muitos deles atribuídos a outros geômetras, alguns anteriores a Euclides. Apesar disso, os Elementos não podem ser vistos apenas como uma compilação, pois, além de conterem resultados originais, propõem um tratamento sistemático e uniforme da Matemática grega básica (Roque, 2012, p. 66).

Platão foi outro filósofo grego cuja filosofia exerceu grande influência na compreensão da geometria e na relação entre o mundo físico e o abstrato. Ele acreditava que os conceitos geométricos não eram meramente instrumentos matemáticos, mas representações de uma realidade superior e imutável. Platão via a geometria como uma ferramenta essencial para explorar o cosmos e a essência da existência, associando formas geométricas à composição dos elementos naturais e à harmonia universal. Essas ideias transcenderam a Matemática prática e encontraram apoio em suas teorias sobre a estrutura do universo e a conexão entre matéria e espírito. Platão e seus discípulos dedicaram-se intensamente ao estudo dos sólidos geométricos que hoje são conhecidos como “Poliedros de Platão”.

Para Platão, os poliedros regulares estavam presentes na natureza e o universo era formado por um corpo e uma alma. Na matéria havia porções limitadas por triângulos, quadrados ou pentágonos, formando elementos diferentes conforme a forma e as características da natureza. Platão entendia que cada elemento era justificado. Para ele, o tetraedro (modelo de fogo) era um sólido formado por 4 faces, triângulos equiláteros. Platão dizia que o átomo do fogo teria a forma de um poliedro com 4 faces. O cubo (modelo da terra) era o único poliedro regular com faces quadrangulares, justificando a associação da terra porque, assenta sobre qualquer uma das faces, e é o sólido de maior estabilidade. Os átomos de terra seriam cubos, os quais permitem ser colocados lado a lado, com solidez. O octaedro

(modelo de ar) são triângulos equiláteros, mas em cada vértice reúnem-se quatro triângulos. É formado por 8 faces, e representa o ar, porque o modelo de Platão para um átomo de ar, era um poliedro com 8 faces. O dodecaedro (modelo do cosmos) é o único poliedro regular cujas faces são pentágonos regulares. Este sólido representa o universo porque, para Platão, a associação entre o universo e o dodecaedro é que este tem 12 faces tal como o zodíaco tem doze signos. O icosaedro (modelo de água) é o poliedro composto por vinte faces. Para Platão, este sólido representa água, que seria constituída por icosaedros (Piaseski, 2010, p. 12).

Assim, a geometria na antiguidade não apenas moldou o pensamento científico e filosófico, mas também serviu como ferramenta essencial para resolver problemas concretos, simbolizando a união entre teoria e prática.

No Renascimento, a geometria também passa por uma fase de desenvolvimento, marcada por profunda transformação no pensamento científico e cultural, que trouxe a geometria para o centro das discussões intelectuais e práticas. Nesse contexto, a geometria deixou de ser apenas uma ferramenta empírica e passou a ser vista como uma linguagem universal para descrever fenômenos naturais e artificiais. Um marco fundamental dessa época foi o desenvolvimento da geometria analítica por René Descartes e Pierre de Fermat. René Descartes, em sua obra *La Géométrie* (1637), introduziu o sistema de coordenadas cartesianas, que estabeleceu a relação entre álgebra e geometria de maneira inédita. Essa união possibilitou representar formas geométricas como equações Matemáticas e vice-versa, criando um método estruturado e eficiente para resolver problemas que, até então, dependiam exclusivamente de construções geométricas.

O filósofo também contribuiu com a matemática dando uma solução para o problema da quadratura do círculo e também solucionando o Problema de Pappus, sendo que a partir desta solução, ele propôs a criação do sistema de coordenadas cartesianas, que se encontra em sua obra *A geometria* (Dos Santos, Da cruz, 2016, p. 31).

A geometria analítica permitiu avanços significativos, como a análise de curvas e superfícies, transformando-as em objetos de estudo algébrico. Essa inovação também abriu caminho para o desenvolvimento do cálculo diferencial e integral, além de influenciar áreas como a física e a engenharia, ao oferecer ferramentas para descrever o movimento, forças e trajetórias no espaço. No Renascimento, essa nova abordagem Matemática foi amplamente explorada em campos como a Astronomia, permitindo cálculos mais precisos das órbitas planetárias, e na arquitetura, ao fornecer técnicas aprimoradas de construção e projeção.

O Renascimento renovou o interesse pela geometria e a estabeleceu como uma base importante para o avanço da ciência moderna, bem como, as contribuições das antigas civilizações continuam a inspirar e fundamentar a geometria que conhecemos hoje, com

ênfase, a geometria euclidiana, destacando sua relevância tanto no passado quanto no presente.

4.2 Espacialidade: Uma Perspectiva Interdisciplinar Entre Geometria E Astronomia

A espacialidade é um conceito fundamental que atravessa diferentes áreas do conhecimento, incluindo a Matemática e a Astronomia. No contexto educacional, Calle-Álvarez e Vargas-Franco (2022) destacam que a formação em diferentes estilos de aprendizagem contribui para a compreensão dos conceitos geométricos pelos alunos. Além disso, ressaltam que a gestão da espacialidade no cotidiano, quando utilizada como recurso didático, pode estimular a motivação dos estudantes e favorecer o desenvolvimento do pensamento espacial e geométrico, também contribui na compreensão e organização do espaço e as relações entre os objetos no universo, sendo essencial para o desenvolvimento do pensamento geométrico e da abstração Matemática. Além disso, ao integrar conceitos espaciais com a Astronomia, é possível proporcionar aos estudantes uma compreensão mais ampla da relação entre teoria e realidade.

A espacialidade refere-se à maneira como os indivíduos percebem, organizam e interagem com o espaço ao seu redor. Essa percepção espacial não é apenas intuitiva, mas também construída por meio do desenvolvimento de habilidades cognitivas e da exposição a conceitos matemáticos e científicos.

Segundo Leite (2006), a noção de espaço tridimensional parece intuitiva em nosso cotidiano, pois estamos constantemente observando objetos ao nosso redor e imaginando-os em três dimensões, inclusive em fotografias, desenhos e pinturas. No entanto, essa percepção é algo aprendido, ainda que muitas vezes não nos demos conta disso. No contexto da Astronomia, onde as escalas envolvem distâncias, tamanhos e tempos extremamente grandes, a visão humana, torna-se limitada. Para compreender as formas, tamanhos e distâncias no espaço, mesmo dentro do Sistema Solar, é necessário recorrer a ferramentas e conceitos que auxiliem nessa identificação.

Como destacado pela autora, nosso limite de percepção não é apenas visual, mas também cognitivo. Dessa forma, a compreensão dos fenômenos astronômicos está diretamente relacionada ao desenvolvimento da noção de espacialidade, permitindo que os estudantes visualizem e interpretem os movimentos dos astros e suas interações. Nesse sentido, de acordo com (Leite, 2006, p. 24) “Conteúdos de Astronomia, normalmente

propostos para o Ensino Fundamental, abarcam alguns conceitos como dia e noite, fases da Lua, estações do ano e eclipses, conhecidos como os “fenômenos” na Astronomia escolar, e comumente observados no nosso dia-a-dia.”. Todos esses eventos exigem um conhecimento espacial para a correta compreensão da forma dos astros, dinâmica de seus movimentos e sua natureza tridimensional. Para isso, Leite (2006, p. 46) destaca que:

A construção da terceira dimensão em Astronomia, hoje, é possível através do conhecimento teórico e conceitual. Dificilmente a observação sistemática, uma outra forma de compreender o caráter tridimensional dos astros, seja algo presente no cotidiano de professores e alunos. Assim, para entender o Sol como esférico ou a própria esfericidade do planeta Terra será preciso um conhecimento acerca dos movimentos, análise de sombras, ou mesmo acreditar em fotografias retiradas do espaço. Construir uma espacialidade para os astros é uma tarefa bastante complexa: os elementos envolvidos são muito grandes e, na grande maioria dos casos, bastante distantes, tornando difícil a visualização das partes para a composição do todo.

No campo da geometria, a espacialidade está diretamente relacionada ao estudo das formas tridimensionais, como por exemplo, os poliedros, suas propriedades, transformações e representações no plano bidimensional e sua composição por figuras planas. No ensino fundamental, os conceitos de pontos, linhas, planos, ângulos, simetrias e projeções são fundamentais para que os alunos construam um raciocínio espacial. Já na Astronomia, a espacialidade assume um papel crucial, pois como citado por Leite (2006) permite compreender fenômenos como o movimento dos corpos celestes, a noção de escala no universo e as diferentes perspectivas a partir das quais observamos o cosmos. Para interpretar mapas estelares, órbitas planetárias e sistemas de coordenadas celestes, é necessário que o estudante possua um entendimento bem desenvolvido das relações espaciais.

A BNCC (Brasil, 2018) enfatiza a importância do pensamento espacial no ensino fundamental, especialmente na disciplina de Matemática, ao abordar habilidades previstas no ensino de geometria, destacam-se aquelas voltadas para o reconhecimento de padrões geométricos, a análise de figuras tridimensionais e o uso de representações visuais e modelagem Matemática para compreender o espaço. Além disso, a espacialidade não se restringe apenas à Matemática e à Astronomia; ela também dialoga com diversas outras áreas do conhecimento, como a Geografia, Física, Arte e Engenharia, mostrando seu caráter interdisciplinar.

5 A INTERSECÇÃO ENTRE ASTRONOMIA E MATEMÁTICA: TÓPICOS INTERDISCIPLINARES NA BASE NACIONAL COMUM CURRICULAR (BNCC)

Ao explorarmos a interdisciplinaridade entre Astronomia e Matemática, encontramos uma gama de conceitos entrelaçados, tendo como fundamento, os conteúdos e habilidades propostos na Base Nacional Comum Curricular (BNCC), essa conexão entre diferentes áreas do conhecimento, favorece a construção ativa do saber, tornando a aprendizagem mais dinâmica e relevante para os estudantes.

A Astronomia é abordada na BNCC principalmente no âmbito da área de Ciências da Natureza. Ela contribui para o desenvolvimento de competências e habilidades relacionadas à compreensão do mundo natural e suas interações. Dentre os temas abordados, destacam-se o estudo do Sistema Solar, movimentos celestes, fenômenos astronômicos e a compreensão das escalas do universo. Em Matemática, a BNCC propõe cinco unidades temáticas correlacionadas, são elas: números, álgebra, geometria, grandezas e medidas e probabilidade e estatística. “Que orientam a formulação de habilidades a ser desenvolvidas ao longo do Ensino Fundamental. Cada uma delas pode receber ênfase diferente, a depender do ano de escolarização” (Brasil, 2018, p. 268).

Dessa forma, a Astronomia, caracteriza-se como a ciência que estuda os astros e fenômenos celestes, e mostra ter uma conexão intrínseca com a Matemática, tendo em vista que a observação do céu noturno e a compreensão dos movimentos dos corpos celestes demandam o uso de ferramentas Matemáticas. A BNCC, ao abordar a Matemática, destaca a importância do desenvolvimento do raciocínio lógico e da resolução de problemas, habilidades fundamentais para a compreensão dos fenômenos astronômicos, a geometria, por exemplo, desempenha um papel crucial na Astronomia. Para (Rodas Neto, 2016, p.5)

O desenvolvimento da Astronomia está intimamente ligado ao desenvolvimento da Geometria, sobretudo ao da trigonometria. A semelhança de triângulos e as diversas relações métricas e trigonométricas em triângulos retângulos foram ferramentas constantemente utilizadas pelos matemáticos.

A medida das distâncias astronômicas é outra aplicação Matemática relevante, e a trigonometria se torna uma ferramenta valiosa para calcular distâncias interestelares com base na paralaxe estelar. Os estudantes, ao aplicarem conceitos geométricos, podem explorar conceitos trigonométricos aplicados à medição de distâncias celestiais e cálculos angulares, bem como a incorporação de elementos de Geometria Espacial para compreender as formas e disposições de corpos celestes tridimensionais, também é possível abordar proporcionalidade,

introduzindo os alunos a conceitos de escalas, através da comparação de tamanhos relativos de planetas, estrelas e galáxias. Além disso, a exploração de conceitos relacionados ao tempo e movimento, como órbitas, rotação e translação, pode enriquecer o entendimento dos alunos em Cinemática e Cálculo. Ao abordar fenômenos astronômicos que envolvem números inteiros, razões e proporções específicas, os educadores podem fortalecer a compreensão dos alunos em Teoria dos Números e resolução de problemas matemáticos contextualizados, por exemplo, calcular a velocidade de escape de um corpo celeste ou determinar a massa de um planeta com base em suas características gravitacionais, esses exercícios unem a Matemática e a Astronomia, proporcionando aos estudantes uma visão prática da aplicação dos conceitos aprendidos.

Em síntese, a interdisciplinaridade entre Astronomia e Matemática potencializa a compreensão do universo pelos estudantes. A BNCC oferece um arcabouço que permite a integração dessas disciplinas, promovendo uma abordagem mais dinâmica e contextualizada. Ao explorar a interação entre essas áreas do conhecimento, os educadores podem despertar a curiosidade e o interesse dos estudantes, incentivando uma aprendizagem mais relevante e conectada com o vasto cosmos que nos cerca.

A seguir, serão abordados os tópicos da unidade temática Geometria presentes na BNCC na área do conhecimento Matemática, bem como os tópicos relacionados à Astronomia na área de Ciências da Natureza, no componente Ciências, dentro da unidade temática Terra e Universo. Essa análise permitirá compreender como ambas as áreas se conectam no currículo escolar, oferecendo um panorama claro das possibilidades de integração e dos caminhos para uma abordagem interdisciplinar no ensino fundamental.

5.1 A Matemática Na BNCC: A Unidade Temática Geometria

A Base Nacional Comum Curricular (BNCC) apresenta a Matemática como uma área essencial para a formação integral dos estudantes, desenvolvendo competências que vão além do raciocínio lógico, contemplando a resolução de problemas, o pensamento crítico e a interpretação do mundo ao redor. Dentro da Matemática, a unidade temática Geometria desempenha um papel central, especialmente no ensino fundamental, ao possibilitar que os alunos compreendam e representem o espaço, as formas e suas relações.

As Competências Específicas de Matemática para o Ensino Fundamental, estabelecidas pela BNCC, têm como objetivo principal orientar o desenvolvimento de habilidades que permitam aos estudantes utilizar a Matemática de diferentes formas em

diversos contextos. Nesse sentido, a quinta competência específica enfatiza que os estudantes devem:

Utilizar processos e ferramentas matemáticas, inclusive tecnologias digitais disponíveis, para modelar e resolver problemas cotidianos, sociais e de outras áreas de conhecimento, validando estratégias e resultados (Brasil, 2018, p. 267).

Essas competências buscam conectar os conhecimentos matemáticos com a vida cotidiana, outras áreas do saber e as demandas da sociedade. Essa competência alinha-se diretamente à ideia de interdisciplinaridade, incentivando a integração entre a Matemática e outros campos do conhecimento, como a Astronomia, para proporcionar uma aprendizagem mais prática e conectada à realidade dos estudantes.

Além disso, a BNCC organiza o ensino de Matemática no Ensino Fundamental em cinco unidades temáticas: Números, Álgebra, Geometria, Grandezas e Medidas, e Probabilidade e Estatística. Cada uma dessas unidades orienta o desenvolvimento de habilidades específicas, ajustadas às necessidades de cada etapa do aprendizado. Neste trabalho, daremos ênfase à unidade temática Geometria.

Assim, nessa unidade temática, estudar posição e deslocamentos no espaço, formas e relações entre elementos de figuras planas e espaciais pode desenvolver o pensamento geométrico dos alunos. Esse pensamento é necessário para investigar propriedades, fazer conjecturas e produzir argumentos geométricos convincentes. É importante, também, considerar o aspecto funcional que deve estar presente no estudo da Geometria: as transformações geométricas, sobretudo as simetrias. As ideias matemáticas fundamentais associadas a essa temática são, principalmente, construção, representação e interdependência (Brasil, 2018, p. 271).

A BNCC ainda destaca a necessidade de ir além da simples aplicação de fórmulas na Geometria. Ela propõe que o ensino dessa área seja mais compreensivo e contextualizado, permitindo aos estudantes entenderem conceitos geométricos de forma mais ampla.

Assim, a Geometria não pode ficar reduzida a mera aplicação de fórmulas de cálculo de área e de volume nem a aplicações numéricas imediatas de teoremas sobre relações de proporcionalidade em situações relativas a feixes de retas paralelas cortadas por retas secantes ou do teorema de Pitágoras (Brasil, 2018, p. 272).

Nos anos finais do Ensino Fundamental, a BNCC destaca conceitos fundamentais para a formação acadêmica dos estudantes no campo da geometria, sendo esses conceitos essenciais para o desenvolvimento do raciocínio lógico e a compreensão das relações espaciais.

Nessa etapa, devem ser enfatizadas também as tarefas que analisam e produzem transformações e ampliações/reduções de figuras geométricas planas, identificando seus elementos variantes e invariantes, de modo a desenvolver os conceitos de congruência e semelhança. Esses conceitos devem ter destaque nessa fase do Ensino Fundamental, de modo que os alunos sejam capazes de reconhecer as condições necessárias e suficientes para obter triângulos congruentes ou semelhantes e que

saibam aplicar esse conhecimento para realizar demonstrações simples, contribuindo para a formação de um tipo de raciocínio importante para a Matemática, o raciocínio hipotético-dedutivo. Outro ponto a ser destacado é a aproximação da Álgebra com a Geometria, desde o início do estudo do plano cartesiano, por meio da geometria analítica (Brasil, 2018, p. 272).

Em relação ao ensino de geometria, também é fundamental considerar a utilização de uma variedade de recursos didáticos e materiais que favoreçam o aprendizado ativo e a compreensão detalhada dos conceitos. Entretanto, é importante que esses recursos não sejam utilizados de forma isolada, mas sim integrados a práticas pedagógicas que estimulem a reflexão crítica e a construção do conhecimento, promovendo a sistematização e a formalização dos conceitos matemáticos de maneira eficaz e contextualizada.

Além dos diferentes recursos didáticos e materiais, como malhas quadriculadas, ábacos, jogos, calculadoras, planilhas eletrônicas e softwares de geometria dinâmica, é importante incluir a história da Matemática como recurso que pode despertar interesse e representar um contexto significativo para aprender e ensinar Matemática (Brasil, 2018, p. 298).

É de suma importância, no ensino de geometria, que os alunos não apenas compreendam os conceitos, mas também conheçam o processo de desenvolvimento dessas ideias ao longo da história. O estudo das contribuições de pensadores fundamentais da Matemática, como Euclides, Arquimedes, René Descartes, entre outros, permite que os estudantes compreendam como os conceitos geométricos evoluíram ao longo do tempo e as razões por trás de cada descoberta. Essa abordagem contextualizada favorece uma compreensão mais profunda e significativa, evitando o simples processo de memorização.

Ao explorar a história da Matemática, os alunos não apenas aprendem fórmulas ou teoremas, mas também entendem as motivações e os desafios enfrentados pelos matemáticos, o que enriquece a aprendizagem e estimula o pensamento crítico. Esse enfoque ajuda a desenvolver uma visão mais ampla e estruturada da geometria, permitindo que os alunos conectem as ideias de forma lógica e racional, ao invés de simplesmente aplicá-las de maneira mecânica. A BNCC vai reforçar essa ideia quando destaque que: “é fundamental haver um contexto significativo para os alunos, não necessariamente do cotidiano, mas também de outras áreas do conhecimento e da própria história da Matemática.” (Brasil, 2018, p. 299)

Em conclusão, este capítulo abordou a importância dos conceitos geométricos no currículo de Matemática para os anos finais do Ensino Fundamental, conforme os direcionamentos da BNCC. Na sequência, será apresentada uma tabela com os conteúdos, habilidades e competências relacionados à unidade temática de Geometria, voltados aos

alunos do 6º ao 9º ano, proporcionando uma visão clara dos tópicos que devem ser trabalhados nessa área.

Quadro 1 - Conteúdos da BNCC: Unidade temática Geometria

6º ANO	
OBJETOS DE CONHECIMENTO	HABILIDADES
Plano cartesiano: associação dos vértices de um polígono a pares ordenados	(EF06MA16) Associar pares ordenados de números a pontos do plano cartesiano do 1º quadrante, em situações como a localização dos vértices de um polígono.
Prismas e pirâmides: planificações e relações entre seus elementos (vértices, faces e arestas)	(EF06MA17) Quantificar e estabelecer relações entre o número de vértices, faces e arestas de prismas e pirâmides, em função do seu polígono da base, para resolver problemas e desenvolver a percepção espacial.
Polígonos: classificações quanto ao número de vértices, às medidas de lados e ângulos e ao paralelismo e perpendicularismo dos lados	(EF06MA18) Reconhecer, nomear e comparar polígonos, considerando lados, vértices e ângulos, e classificá-los em regulares e não regulares, tanto em suas representações no plano como em faces de poliedros. (EF06MA19) Identificar características dos triângulos e classificá-los em relação às medidas dos lados e dos ângulos. (EF06MA20) Identificar características dos quadriláteros, classificá-los em relação a lados e a ângulos e reconhecer a inclusão e a intersecção de classes entre eles.
Construção de figuras semelhantes: ampliação e redução de figuras planas em malhas quadriculadas	(EF06MA21) Construir figuras planas semelhantes em situações de ampliação e de redução, com o uso de malhas quadriculadas, plano cartesiano ou tecnologias digitais.
Construção de retas paralelas e perpendiculares, fazendo uso de réguas, esquadros e softwares	(EF06MA22) Utilizar instrumentos, como réguas e esquadros, ou softwares para representações de retas paralelas e perpendiculares e construção de quadriláteros, entre outros. (EF06MA23) Construir algoritmo para

	resolver situações passo a passo (como na construção de dobraduras ou na indicação de deslocamento de um objeto no plano segundo pontos de referência e distâncias fornecidas etc.).
7º ANO	
OBJETOS DE CONHECIMENTO	HABILIDADES
Transformações geométricas de polígonos no plano cartesiano: multiplicação das coordenadas por um número inteiro e obtenção de simétricos em relação aos eixos e à origem	(EF07MA19) Realizar transformações de polígonos representados no plano cartesiano, decorrentes da multiplicação das coordenadas de seus vértices por um número inteiro. (EF07MA20) Reconhecer e representar, no plano cartesiano, o simétrico de figuras em relação aos eixos e à origem.
Simetrias de translação, rotação e reflexão	(EF07MA21) Reconhecer e construir figuras obtidas por simetrias de translação, rotação e reflexão, usando instrumentos de desenho ou softwares de geometria dinâmica e vincular esse estudo a representações planas de obras de arte, elementos arquitetônicos, entre outros.
A circunferência como lugar geométrico	(EF07MA22) Construir circunferências, utilizando compasso, reconhecê-las como lugar geométrico e utilizá-las para fazer composições artísticas e resolver problemas que envolvam objetos equidistantes.
Relações entre os ângulos formados por retas paralelas intersectadas por uma transversal	(EF07MA23) Verificar relações entre os ângulos formados por retas paralelas cortadas por uma transversal, com e sem uso de softwares de geometria dinâmica.
Triângulos: construção, condição de existência e soma das medidas dos ângulos internos	(EF07MA24) Construir triângulos, usando régua e compasso, reconhecer a condição de existência do triângulo quanto à medida dos lados e verificar que a soma das medidas dos ângulos internos de um triângulo é 180° . (EF07MA25) Reconhecer a rigidez geométrica dos triângulos e suas aplicações, como na construção de estruturas arquitetônicas (telhados, estruturas metálicas e outras) ou nas artes plásticas.

	(EF07MA26) Descrever, por escrito e por meio de um fluxograma, um algoritmo para a construção de um triângulo qualquer, conhecidas as medidas dos três lados.
Polígonos regulares: quadrado e triângulo equilátero	(EF07MA27) Calcular medidas de ângulos internos de polígonos regulares, sem o uso de fórmulas, e estabelecer relações entre ângulos internos e externos de polígonos, preferencialmente vinculadas à construção de mosaicos e de ladrilhamentos. (EF07MA28) Descrever, por escrito e por meio de um fluxograma, um algoritmo para a construção de um polígono regular (como quadrado e triângulo equilátero), conhecida a medida de seu lado.
8º ANO	
OBJETOS DE CONHECIMENTO	HABILIDADES
Congruência de triângulos e demonstrações de propriedades de quadriláteros	(EF08MA14) Demonstrar propriedades de quadriláteros por meio da identificação da congruência de triângulos.
Construções geométricas: ângulos de 90°, 60°, 45° e 30° e polígonos regulares	(EF08MA15) Construir, utilizando instrumentos de desenho ou softwares de geometria dinâmica, mediatriz, bissetriz, ângulos de 90°, 60°, 45° e 30° e polígonos regulares. (EF08MA16) Descrever, por escrito e por meio de um fluxograma, um algoritmo para a construção de um hexágono regular de qualquer área, a partir da medida do ângulo central e da utilização de esquadros e compasso.
Mediatriz e bissetriz como lugares geométricos: construção e problemas	(EF08MA17) Aplicar os conceitos de mediatriz e bissetriz como lugares geométricos na resolução de problemas.
Transformações geométricas: simetrias de translação, reflexão e rotação	(EF08MA18) Reconhecer e construir figuras obtidas por composições de transformações geométricas (translação, reflexão e rotação), com o uso de instrumentos de desenho ou de softwares de geometria dinâmica.
9º ANO	

OBJETOS DE CONHECIMENTO	HABILIDADES
Demonstrações de relações entre os ângulos formados por retas paralelas intersectadas por uma transversal	(EF09MA10) Demonstrar relações simples entre os ângulos formados por retas paralelas cortadas por uma transversal.
Relações entre arcos e ângulos na circunferência de um círculo	(EF09MA11) Resolver problemas por meio do estabelecimento de relações entre arcos, ângulos centrais e ângulos inscritos na circunferência, fazendo uso, inclusive, de softwares de geometria dinâmica.
Semelhança de triângulos	(EF09MA12) Reconhecer as condições necessárias e suficientes para que dois triângulos sejam semelhantes.
Relações métricas no triângulo retângulo Teorema de Pitágoras: verificações experimentais e demonstração Retas paralelas cortadas por transversais: teoremas de proporcionalidade e verificações experimentais	(EF09MA13) Demonstrar relações métricas do triângulo retângulo, entre elas o teorema de Pitágoras, utilizando, inclusive, a semelhança de triângulos. (EF09MA14) Resolver e elaborar problemas de aplicação do teorema de Pitágoras ou das relações de proporcionalidade envolvendo retas paralelas cortadas por secantes.
Polígonos regulares	(EF09MA15) Descrever, por escrito e por meio de um fluxograma, um algoritmo para a construção de um polígono regular cuja medida do lado é conhecida, utilizando régua e compasso, como também softwares.
Distância entre pontos no plano cartesiano	(EF09MA16) Determinar o ponto médio de um segmento de reta e a distância entre dois pontos quaisquer, dadas as coordenadas desses pontos no plano cartesiano, sem o uso de fórmulas, e utilizar esse conhecimento para calcular, por exemplo, medidas de perímetros e áreas de figuras planas construídas no plano.
Vistas ortogonais de figuras espaciais	(EF09MA17) Reconhecer vistas ortogonais de figuras espaciais e aplicar esse conhecimento para desenhar objetos em perspectiva.

Fonte: Autora (2025)

A partir da observação da tabela com as habilidades e objetos de conhecimento da BNCC relacionados à unidade temática de Geometria, é possível perceber um campo fértil

para o desenvolvimento de propostas interdisciplinares que integrem conceitos da Astronomia ao ensino da Matemática. A identificação desses elementos curriculares evidencia como a abordagem geométrica pode ser ampliada e contextualizada por meio de temas astronômicos, favorecendo não apenas a compreensão dos conteúdos matemáticos, mas também o desenvolvimento do pensamento crítico e da capacidade de estabelecer conexões entre diferentes áreas do saber, em consonância com os princípios da Base Nacional Comum Curricular. Assim, essas habilidades funcionam como um guia que orienta e fundamenta as propostas pedagógicas que serão apresentadas ao longo deste trabalho.

5.2 Ciências Da Natureza Na BNCC: A Unidade Temática Terra E Universo No Componente Curricular Ciências

Na Base Nacional Comum Curricular (BNCC), os conceitos de Astronomia aparecem na área do conhecimento Ciências da Natureza, essa área desempenha um papel crucial na formação integral dos estudantes, promovendo o desenvolvimento do pensamento crítico e a compreensão dos fenômenos naturais. Dentro dessa área, o componente curricular Ciências, especialmente nos anos finais do Ensino Fundamental, assume a responsabilidade de abordar conteúdos que conectem o estudante ao seu entorno e ao universo como um todo.

Nessa perspectiva, a área de Ciências da Natureza, por meio de um olhar articulado de diversos campos do saber, precisa assegurar aos alunos do Ensino Fundamental o acesso à diversidade de conhecimentos científicos produzidos ao longo da história, bem como a aproximação gradativa aos principais processos, práticas e procedimentos da investigação científica (Brasil, 2018, p. 321).

Partindo desses princípios e em alinhamento com as competências gerais da Educação Básica, a área de Ciências da Natureza, por meio do componente curricular de Ciências, deve possibilitar aos alunos o desenvolvimento de competências específicas indispensáveis para sua formação integral. Dentre as oito competências previstas, destaca-se a competência 3, que enfatizar que o estudante deve:

Analisar, compreender e explicar características, fenômenos e processos relativos ao mundo natural, social e tecnológico (incluindo o digital), como também as relações que se estabelecem entre eles, exercitando a curiosidade para fazer perguntas, buscar respostas e criar soluções (inclusive tecnológicas) com base nos conhecimentos das Ciências da Natureza (Brasil, 2018, p. 324).

Para guiar a construção dos currículos de Ciências, as aprendizagens essenciais deste componente curricular foram estruturadas em três unidades temáticas principais, que

permeiam todo o Ensino Fundamental. Essas unidades temáticas são: Matéria e Energia, que aborda os aspectos relacionados às transformações químicas e físicas do mundo natural; Vida e Evolução, que foca nos processos biológicos, ecossistemas e a diversidade da vida; e Terra e Universo, que explora os fenômenos geológicos, astronômicos e as interações entre o planeta e o cosmos.

Nesse contexto, a Unidade Temática Terra e Universo se destaca como uma das mais importantes para ampliar a percepção dos alunos sobre o mundo e o espaço sideral. Estruturada para promover a compreensão de fenômenos relacionados à origem e à dinâmica do universo, à interação entre a Terra e os outros corpos celestes e aos impactos desses processos na vida cotidiana. Os conteúdos abordados abrangem desde noções sobre o sistema solar, ciclos terrestres como o dia e a noite, fases da Lua e as estações do ano, até discussões sobre a formação de planetas, estrelas e galáxias.

Na unidade temática Terra e Universo, busca-se a compreensão de características da Terra, do Sol, da Lua e de outros corpos celestes – suas dimensões, composição, localizações, movimentos e forças que atuam entre eles. Ampliam-se experiências de observação do céu, do planeta Terra, particularmente das zonas habitadas pelo ser humano e demais seres vivos, bem como de observação dos principais fenômenos celestes. Além disso, ao salientar que a construção dos conhecimentos sobre a Terra e o céu se deu de diferentes formas em distintas culturas ao longo da história da humanidade, explora-se a riqueza envolvida nesses conhecimentos, o que permite, entre outras coisas, maior valorização de outras formas de conceber o mundo, como os conhecimentos próprios dos povos indígenas originários (Brasil, 2018, p. 328).

Essa abordagem busca não apenas transmitir informações, mas também despertar a curiosidade científica e desenvolver habilidades investigativas nos estudantes. Além disso, a BNCC reforça a importância de conectar esses tópicos com questões atuais e práticas, como a compreensão das mudanças climáticas e seus efeitos, o uso sustentável dos recursos naturais e a importância das tecnologias espaciais. Essa integração tem como objetivo tornar o aprendizado mais contextualizado e conectado às realidades sociais e ambientais.

Para alcançar tais objetivos, o ensino dessa unidade temática deve ser apoiado em estratégias pedagógicas que valorizem o protagonismo dos alunos. Isso inclui atividades investigativas, experimentos práticos, uso de recursos digitais e debates sobre temas contemporâneos. A utilização de modelos, como globos terrestres e simulações do sistema solar, também é essencial para facilitar a compreensão de conceitos mais abstratos, como os movimentos dos corpos celestes.

Além disso, o componente curricular Ciências, ao trabalhar a unidade temática Terra e Universo, promove uma aprendizagem interdisciplinar. Ao integrar conteúdos de Física,

Química, Biologia e Geografia e Matemática. Essa abordagem interdisciplinar é essencial para que os estudantes compreendam o papel do ser humano no universo e reflitam sobre as implicações éticas e ambientais das ações humanas.

Portanto, a BNCC oferece um direcionamento claro para que o ensino de Ciências da Natureza seja instigante, contextualizado e relevante, contribuindo para a formação de uma geração mais consciente e preparada para os desafios do futuro. Na sequência, será apresentada uma tabela detalhando os conteúdos, habilidades e competências relacionados à unidade temática Terra e Universo, organizados por ano de escolaridade, oferecendo uma visão estruturada dos tópicos que devem ser trabalhados nessa área nos anos finais do ensino fundamental.

Quadro 2 - Conteúdos da BNCC: Unidade temática Terra e universo

6º ANO	
OBJETOS DE CONHECIMENTO	HABILIDADES
Forma, estrutura e movimentos da Terra	(EF06CI11) Identificar as diferentes camadas que estruturam o planeta Terra (da estrutura interna à atmosfera) e suas principais características. (EF06CI12) Identificar diferentes tipos de rocha, relacionando a formação de fósseis a rochas sedimentares em diferentes períodos geológicos. (EF06CI13) Selecionar argumentos e evidências que demonstrem a esfericidade da Terra. (EF06CI14) Inferir que as mudanças na sombra de uma vara (gnômon) ao longo do dia em diferentes períodos do ano são uma evidência dos movimentos relativos entre a Terra e o Sol, que podem ser explicados por meio dos movimentos de rotação e translação da Terra e da inclinação de seu eixo de rotação em relação ao plano de sua órbita em torno do Sol.
7º ANO	
OBJETOS DE CONHECIMENTO	HABILIDADES

Composição do ar Efeito estufa Camada de ozônio Fenômenos naturais (vulcões, terremotos e tsunamis) Placas tectônicas e deriva continental	(EF07CI12) Demonstrar que o ar é uma mistura de gases, identificando sua composição, e discutir fenômenos naturais ou antrópicos que podem alterar essa composição. (EF07CI13) Descrever o mecanismo natural do efeito estufa, seu papel fundamental para o desenvolvimento da vida na Terra, discutir as ações humanas responsáveis pelo seu aumento artificial (queima dos combustíveis fósseis, desmatamento, queimadas etc.) e selecionar e implementar propostas para a reversão ou controle desse quadro. (EF07CI14) Justificar a importância da camada de ozônio para a vida na Terra, identificando os fatores que aumentam ou diminuem sua presença na atmosfera, e discutir propostas individuais e coletivas para sua preservação. (EF07CI15) Interpretar fenômenos naturais (como vulcões, terremotos e tsunamis) e justificar a rara ocorrência desses fenômenos no Brasil, com base no modelo das placas tectônicas. (EF07CI16) Justificar o formato das costas brasileira e africana com base na teoria da deriva dos continentes.
8º ANO	
OBJETOS DE CONHECIMENTO	HABILIDADES
Sistema Sol, Terra e Lua Clima	(EF08CI12) Justificar, por meio da construção de modelos e da observação da Lua no céu, a ocorrência das fases da Lua e dos eclipses, com base nas posições relativas entre Sol, Terra e Lua. (EF08CI13) Representar os movimentos de rotação e translação da Terra e analisar o papel da inclinação do eixo de rotação da Terra em relação à sua órbita na ocorrência das estações do ano, com a utilização de modelos tridimensionais. (EF08CI14) Relacionar climas regionais aos

	padrões de circulação atmosférica e oceânica e ao aquecimento desigual causado pela forma e pelos movimentos da Terra. (EF08CI15) Identificar as principais variáveis envolvidas na previsão do tempo e simular situações nas quais elas possam ser medidas. (EF08CI16) Discutir iniciativas que contribuam para restabelecer o equilíbrio ambiental a partir da identificação de alterações climáticas regionais e globais provocadas pela intervenção humana.
9º ANO	
OBJETOS DE CONHECIMENTO	HABILIDADES
Composição, estrutura e localização do Sistema Solar no Universo Astronomia e cultura Vida humana fora da Terra Ordem de grandeza astronômica Evolução estelar	(EF09CI14) Descrever a composição e a estrutura do Sistema Solar (Sol, planetas rochosos, planetas gigantes gasosos e corpos menores), assim como a localização do Sistema Solar na nossa Galáxia (a Via Láctea) e dela no Universo (apenas uma galáxia dentre bilhões). (EF09CI15) Relacionar diferentes leituras do céu e explicações sobre a origem da Terra, do Sol ou do Sistema Solar às necessidades de distintas culturas (agricultura, caça, mito, orientação espacial e temporal etc.). (EF09CI16) Selecionar argumentos sobre a viabilidade da sobrevivência humana fora da Terra, com base nas condições necessárias à vida, nas características dos planetas e nas distâncias e nos tempos envolvidos em viagens interplanetárias e interestelares. (EF09CI17) Analisar o ciclo evolutivo do Sol (nascimento, vida e morte) baseado no conhecimento das etapas de evolução de estrelas de diferentes dimensões e os efeitos desse processo no nosso planeta.

Fonte: Autora (2025)

A tabela referente à unidade temática Terra e Universo nas disciplinas de Ciências evidencia como a Astronomia está inserida no currículo escolar de forma a despertar o interesse dos alunos para fenômenos naturais e questões que envolvem o espaço e o tempo. Esses conteúdos não apenas enriquecem o ensino de Ciências, mas também abrem caminhos para conexões com a Matemática, sobretudo no campo da Geometria. Nesse contexto, as habilidades indicadas pela BNCC oferecem subsídios importantes para o desenvolvimento de propostas interdisciplinares que serão exploradas ao longo deste trabalho.

6 PROPOSTAS INTERDISCIPLINARES APLICADA NOS CONTEÚDOS DAS UNIDADES TEMÁTICAS - TERRA E UNIVERSO E GEOMETRIA

A integração entre as unidades temáticas Terra e Universo, do componente curricular Ciências, e Geometria, do componente Matemática, oferece inúmeras possibilidades de abordagem interdisciplinar que tornam a aprendizagem mais contextualizada. Essa articulação permite que os estudantes desenvolvam habilidades relacionadas ao pensamento espacial, à análise de fenômenos naturais e ao raciocínio lógico, enquanto compreendem os conceitos de maneira prática e conectada com o mundo.

Neste capítulo, serão apresentados exemplos práticos de como esses conteúdos podem ser trabalhados de forma interdisciplinar em cada série dos anos finais do Ensino Fundamental, explorando temas que envolvam tanto os conceitos geométricos quanto os fenômenos relacionados à Astronomia. Apesar das inúmeras possibilidades de abordagens conjuntas entre as unidades temáticas Terra e Universo e Geometria, este capítulo se concentra em apresentar um exemplo específico para cada série, destacando como esses conteúdos podem ser trabalhados de forma integrada. Essas propostas ilustram como conectar teoria e prática, estimulando a curiosidade e o interesse dos alunos.

Esses exemplos demonstram como as duas unidades temáticas podem se complementar, proporcionando um ensino rico em contextos e promovendo o desenvolvimento de competências específicas de forma integrada.

6.1 Proposta Direcionada ao 6º Ano - Explorando os Movimentos da Terra e a Aplicação Do Plano Cartesiano

No Ensino Fundamental, o 6º ano oferece um contexto ideal para a integração dos conhecimentos de Astronomia e Matemática, pois nesse estágio, os estudantes começam a explorar fenômenos naturais e a desenvolver habilidades Matemáticas essenciais. Uma proposta interdisciplinar entre as unidades temáticas de Terra e Universo e Geometria, pode ser uma estratégia eficaz para promover uma aprendizagem mais contextualizada e dinâmica.

No contexto de Ciências, de acordo com Brasil (2018), a habilidade EF06CI14 trabalha com a observação das mudanças na sombra de uma vara (gnômon) ao longo do dia. Esse fenômeno está relacionado aos movimentos de rotação e translação da Terra, assim como à inclinação de seu eixo de rotação em relação ao plano de sua órbita em torno do Sol. A observação e o registro das variações de sombra proporcionam aos alunos uma compreensão

dos efeitos do movimento terrestre sobre o ambiente, desenvolvendo uma conexão entre os fenômenos astronômicos e o cotidiano.

Já na Matemática, de acordo com Brasil (2018), a habilidade EF06MA16, que envolve a associação de pares ordenados de números aos pontos do plano cartesiano, oferece uma oportunidade para os alunos representarem as variações das sombras ao longo do dia em um gráfico. A introdução ao plano cartesiano proporciona uma maneira estruturada de visualizar a relação entre os movimentos da Terra e as mudanças nas sombras, permitindo que os alunos utilizem ferramentas geométricas para representar e analisar dados.

Essa abordagem interdisciplinar entre Ciências e Matemática não só facilita a compreensão dos fenômenos naturais, mas também integra a Matemática como uma ferramenta poderosa para a análise e interpretação de dados científicos.

6.1.1 Como Realizar a Proposta Interdisciplinar

A proposta interdisciplinar tem o foco no estudo das mudanças nas sombras e no uso do plano cartesiano, que pode ser desenvolvida por meio de um experimento simples e acessível para os alunos do 6º ano. A seguir, detalho um passo a passo de como realizar essa proposta de forma prática.

Começando com a Preparação do Experimento, para começar, os alunos precisarão de um gnômon, que é um objeto simples, como uma vara reta e firme, fixada verticalmente ao solo. O experimento pode ser realizado durante um dia ensolarado. Os alunos devem observar o comprimento e a direção da sombra do gnômon a cada intervalo de tempo (por exemplo, a cada hora), em seguida deve ser feito o Registro das Observações, os alunos devem registrar as observações no papel ou em uma planilha. Para isso, é importante que cada mudança no comprimento da sombra seja anotada de forma precisa, cada ponto de observação pode ser representado por um par de coordenadas, indicando a posição da sombra no plano cartesiano.

O Plano Cartesiano será usado para associar as observações a pares ordenados, no eixo horizontal (eixo x), estarão os horários (por exemplo, 10h, 11h, 12h), e no eixo vertical (eixo y), estarão as medidas do comprimento da sombra. A cada intervalo de tempo, os alunos devem localizar o ponto correspondente no gráfico e marcar a posição da sombra, dando início a construção do gráfico, com os pontos registrados no plano cartesiano, os alunos devem conectar os pontos para construir um gráfico que mostre a variação da sombra ao

longo do dia. Esse gráfico vai permitir que os alunos visualizem de forma clara como as sombras mudam conforme a posição do Sol, relacionando diretamente esse fenômeno aos movimentos da Terra, como a rotação e translação, que afetam a inclinação do eixo terrestre.

Considerando que a explicação para esse fenômeno é que a sombra muda ao longo do dia devido à posição do Sol no céu. A luz solar incide de maneira diferente sobre os objetos ao longo do dia, criando sombras que variam em tamanho e direção.

Observando a sombra projetada pelo gnômon pode-se verificar o seu movimento durante o dia. Ao amanhecer a sombra estará bem longa, ao meio dia estará no seu tamanho mínimo e ao entardecer volta a alongar-se novamente (Souza, 2010, p. 16).

Esse fenômeno ocorre devido à rotação da Terra em torno de seu próprio eixo, que faz com que a posição do Sol pareça mudar ao longo do dia. A Terra girar em torno de seu eixo de rotação, é o que faz com que diferentes partes da superfície da Terra recebam luz solar de diferentes ângulos ao longo do dia, quando uma parte da Terra se move para a posição onde o Sol ilumina diretamente, a sombra fica menor e mais curta. Essa rotação é responsável pelas variações das sombras, ligadas diretamente à posição do Sol no céu em diferentes horários do dia.

6.2 Proposta Direcionada ao 7º Ano - Placas Tectônicas e a Rigidez Geométrica: A Matemática Por Trás Da Estabilidade Das Estruturas

A proposta interdisciplinar para o 7º ano busca conectar as habilidades essenciais, especificamente nas áreas de Ciências e Matemática. Os conteúdos propostos na BNCC para o 7º ano, nesse âmbito, são amplamente voltados para o estudo dos fenômenos relacionados ao planeta Terra. Essa abordagem enfatiza aspectos como a dinâmica interna e externa do planeta, explicando processos naturais como vulcões, terremotos e tsunamis. Em Ciências, destaca-se a habilidade EF07CI15, de acordo com Brasil (2018), propõe interpretar fenômenos naturais (como vulcões, terremotos e tsunamis) e justificar a rara ocorrência desses eventos no Brasil com base no modelo das placas tectônicas. Essa habilidade mostra potencial para ser integrada com conceitos matemáticos, por isso foi destacada e escolhida para promover essa junção.

Em Matemática, a habilidade selecionada para estabelecer essa conexão interdisciplinar é a habilidade EF07MA25 que, de acordo com Brasil (2018), sugere reconhecer a rigidez geométrica dos triângulos e suas aplicações em estruturas arquitetônicas

ou nas artes plásticas. A interdisciplinaridade entre essas habilidades reside na integração dos conceitos de estabilidade e resistência estrutural (matemática) com a compreensão dos fenômenos geológicos (ciências). A relação é estabelecida ao explorar como o conhecimento científico dos movimentos tectônicos influencia o design arquitetônico e a engenharia, utilizando triângulos para garantir rigidez e resistência às forças externas, como aquelas geradas por terremotos. Dessa forma, os estudantes desenvolvem uma visão que conecta a teoria científica ao cotidiano e ao mundo natural.

6.2.1 Como Realizar a Proposta Interdisciplinar

A proposta interdisciplinar tem como objetivo estudar conceitos de placas tectônicas e rigidez geométrica dos triângulos. O ponto de partida é a introdução ao tema das placas tectônicas, onde os alunos aprendem sobre os movimentos dessas placas e como eles dão origem a fenômenos como terremotos e tsunamis.

Após compreenderem os aspectos científicos, os alunos podem relacionar esse conhecimento com a importância da estabilidade e da resistência nas estruturas que devem suportar esses fenômenos em regiões mais vulneráveis. A rigidez geométrica dos triângulos, explicando como essa propriedade é essencial na construção de estruturas arquitetônicas capazes de suportar forças externas, como as causadas por terremotos.

Um dos motivos da grande utilização dos triângulos na construção de diversas estruturas está relacionado a sua rigidez, isto é, não é possível alterar os ângulos internos de um triângulo mantendo as medidas dos seus lados fixas. O mesmo não ocorre com os demais polígonos. Uma estrutura formada por triângulos não se desfaz facilmente, não se deformam. Um telhado, por exemplo, tem a base de sua estrutura formada por diversos triângulos em sua parte frontal, conhecido como tesoura ou treliça, a qual impede que um vento abale sua estrutura, devido à rigidez que apresenta (Neves, 2014, p. 7).

Dessa forma, entre as formas geométricas, o triângulo é a única figura plana que mantém sua forma original mesmo quando submetido a forças externas, desde que suas arestas sejam rígidas. Isso ocorre porque, ao contrário de outras formas, como quadrados ou retângulos, um triângulo não se deforma sem que suas dimensões sejam alteradas. Essa propriedade torna os triângulos fundamentais na construção de estruturas arquitetônicas, como pontes, torres e prédios, especialmente em locais sujeitos a forças externas intensas, como terremotos.

Uma atividade prática para consolidar a interdisciplinaridade pode envolver a construção de modelos de estruturas estáveis utilizando materiais simples, como palitos de

madeira e cola. Os alunos podem ser desafiados a criar estruturas utilizando diferentes formas geométricas, como quadrados e triângulos, e testar sua resistência a forças externas simuladas, como uma leve pressão manual, balançando a base onde os modelos estão fixados observando qual estrutura é mais resistente. Durante a atividade, o professor pode orientar os alunos a observarem como os triângulos conferem maior estabilidade e discutirem por que isso acontece.

Destacando que as placas tectônicas são grandes blocos que formam a crosta terrestre e se movimentam sobre o manto devido ao fluxo de magma no interior da Terra. Esses movimentos causam fenômenos naturais como terremotos, tsunamis e a formação de montanhas e vulcões. No Brasil, a ocorrência desses eventos é rara, pois o país está localizado no interior da placa sul-americana, longe de suas bordas, onde as atividades sísmicas são mais frequentes. O Japão é uma região onde terremotos são comuns devido à sua localização em uma zona de convergência de placas tectônicas. Lá, edifícios e pontes são projetados para resistir aos tremores, integrando conhecimentos de geologia e engenharia.

No que diz respeito aos triângulos, a rigidez geométrica é uma característica que torna os triângulos ideais para uso em construções que precisam de alta estabilidade, como pontes suspensas, torres e estruturas metálicas.

Ao se observar diversos objetos e coisas do cotidiano, verifica-se a presença de triângulos. Eles são utilizados na carpintaria, na arquitetura, na engenharia, na arte, nas estruturas de telhados, portões, torres etc. A Torre de Tóquio, construída em 1958, tem uma altura de 333 metros e peso de 4 mil toneladas sua estrutura é composta por diversos triângulos, chamados de treliças, que possuem uma propriedade que nenhum outro polígono possui, permitindo que a torre fique "em pé". Estas estruturas são capazes de aguentar muito peso, como uma ponte, por onde circulam diversos veículos e até locomotivas com seus numerosos vagões carregados com produtos (Neves, 2014, p. 6).

A Torre Eiffel, em Paris, também é um exemplo icônico de como os triângulos garantem resistência e estabilidade estrutural, suportando forças de compressão e tensão.

A interdisciplinaridade entre esses conceitos se materializa na engenharia de estruturas, no estudo das placas tectônicas que orienta a escolha de materiais e locais de construção, enquanto a Matemática contribui para o design eficiente de estruturas que possam suportar abalos sísmicos.

6.3 Proposta direcionada ao 8º ano - Explorando os Eclipses por Meio das Transformações Geométricas

A proposta de atividade interdisciplinar entre Astronomia e Matemática para o 8º ano se baseia no estudo de eclipses por meio das transformações geométricas, rotação, translação, reflexão. A habilidade referente a ciências é a seguinte: “(EF08CI12) Justificar, por meio da construção de modelos e da observação da Lua no céu, a ocorrência das fases da Lua e dos eclipses, com base nas posições relativas entre Sol, Terra e Lua.” (Brasil, 2018, p. 349).

Esta habilidade envolve a compreensão dos fenômenos astronômicos e sua explicação por meio de modelos, o que permite aos alunos entenderem como os movimentos dos corpos celestes influenciam os fenômenos que observamos, como as fases da Lua e os eclipses.

No componente curricular de Matemática, a habilidade que se adequa ao estudo dos eclipses é a seguinte: “(EF08MA18) Reconhecer e construir figuras obtidas por composições de transformações geométricas (translação, reflexão e rotação), com o uso de instrumentos de desenho ou de softwares de geometria dinâmica.” (Brasil, 2018, p. 315). Essa habilidade foca no entendimento e aplicação das transformações geométricas, essenciais para representar os movimentos relativos dos corpos celestes, a rotação e a reflexão são diretamente aplicáveis para explicar os movimentos que resultam nas fases da Lua e nos eclipses.

6.3.1 Como Realizar a Proposta Interdisciplinar

Para abordar a proposta interdisciplinar envolvendo os eclipses e as transformações geométricas, Inicialmente, é fundamental contextualizar o que são os eclipses, explicando sua natureza e os alinhamentos necessários entre Sol, Terra e Lua para que eles ocorram.

Um eclipse acontece sempre que um corpo entra na sombra de outro. Assim, quando a Lua entra na sombra da Terra, acontece um eclipse lunar. Quando a Terra é atingida pela sombra da Lua, acontece um eclipse solar (Oliveira Filho, 2004, p. 54).

Existem dois tipos principais de eclipses: o eclipse solar e o eclipse lunar. Ambos envolvem o bloqueio ou a redução parcial da luz do Sol devido à interação entre esses corpos celestes, com base em suas posições relativas no espaço. Esses eventos sempre despertaram grande curiosidade e fascínio, sendo explicados cientificamente a partir do avanço do conhecimento sobre os movimentos celestes.

Um eclipse solar ocorre quando a Lua está entre a Terra e o Sol, de forma que a sombra da Lua atinge a Terra. Se o disco inteiro do Sol estiver atrás da Lua, o eclipse será total. Caso contrário, será parcial. Se a Lua estiver próxima de seu

apogeu, o diâmetro da Lua será menor que o do Sol, e ocorrerá um eclipse anular. O eclipse solar total começa quando o disco da Lua alcança a borda do disco do Sol, e aproximadamente uma hora depois o Sol fica completamente atrás da Lua. Nos últimos instantes antes da totalidade, as únicas partes visíveis do Sol são aquelas que brilham através de pequenos vales na borda irregular da Lua, um fenômeno conhecido como "anel de diamante". Durante a totalidade, o céu se torna escuro o suficiente para que se possa observar os planetas e as estrelas mais brilhante (Oliveira Filho, 2004, p. 58).

Isso acontece durante a fase de Lua Nova, quando o lado iluminado da Lua está voltado para o Sol e sua face escura para a Terra. Durante esse fenômeno, a sombra projetada pela Lua sobre a superfície terrestre é dividida em duas partes principais: a umbra, que é a região de sombra total, e a penumbra, que é a região de sombra parcial. Observadores localizados na umbra experimentam um eclipse solar total, enquanto aqueles na penumbra observam um eclipse parcial.

Durante um eclipse solar, a umbra da Lua na Terra tem no máximo 270 km de largura. Portanto, um eclipse solar total só é viável, se o clima permitir, em uma estreita faixa sobre a Terra, de no máximo 270 km de largura, chamada de caminho do eclipse. Em uma região de aproximadamente 3000 km de cada lado do caminho do eclipse, ocorre um eclipse parcial (Oliveira Filho, 2004, p. 58).

Por outro lado, o eclipse lunar ocorre quando a Terra se posiciona entre o Sol e a Lua, impedindo que a luz solar alcance diretamente a superfície lunar. Esse fenômeno acontece durante a fase de Lua Cheia, quando a face iluminada da Lua está completamente voltada para a Terra.

Um eclipse lunar acontece quando a Lua entra na sombra da Terra. Se ela fica inteiramente imersa na umbra da Terra o eclipse é total, se somente parte dela passa pela umbra, e o resto passa pela penumbra, o eclipse é parcial. Se a Lua passa somente na penumbra, o eclipse é penumbral. Um eclipse total é sempre acompanhado das fases penumbral e parcial. Um eclipse penumbral não é fácil de ver a olho nu, pois o brilho da Lua permanece quase o mesmo. Durante a fase total, a Lua ressurge inteira, com uma luminosidade tênue e avermelhada. Isso acontece porque parte da luz solar é refratada na atmosfera da Terra e atinge a Lua. Porém essa luz está quase totalmente desprovida dos raios azuis, que sofreram forte espalhamento e absorção na espessa camada atmosférica atravessada (Oliveira Filho, 2004, p. 58).

De acordo com Oliveira Filho (2004), a umbra da Terra, que tem um diâmetro médio de 9.200 km a uma distância de 384.000 km da Lua, pode cobrir aproximadamente 2,6 vezes o diâmetro lunar. A duração de um eclipse lunar depende das posições relativas entre o Sol, a Terra e a Lua, podendo alcançar até 3,8 horas quando consideradas todas as fases, embora a totalidade nunca ultrapasse 100 minutos. Diferentemente dos eclipses solares, que são visíveis apenas em regiões específicas da Terra, os eclipses lunares podem ser observados por

qualquer pessoa no hemisfério terrestre em que seja noite, sendo, por isso, mais frequentemente registrados de um mesmo local na Terra.

Além de sua beleza e complexidade, os eclipses têm sido estudados e observados ao longo da história, desempenhando papéis significativos na ciência, cultura e até na mitologia. Hoje, eles também podem ser utilizados em contextos educacionais, oferecendo uma oportunidade rica para ensinar conceitos astronômicos e matemáticos, como as transformações geométricas que ajudam a compreender os padrões e projeções envolvidas nesses fenômenos.

As transformações geométricas, como rotação, translação e reflexão, desempenham um papel fundamental no estudo de eclipses, pois permitem modelar e visualizar de forma precisa as posições e os movimentos dos corpos celestes envolvidos nesse fenômeno. A rotação é utilizada para representar o movimento orbital da Lua ao redor da Terra e o movimento da Terra em torno do Sol, que são essenciais para compreender as condições que levam à ocorrência dos eclipses. A translação é aplicada ao ilustrar como a Lua e a Terra se deslocam em relação ao Sol, enquanto a reflexão é utilizada para representar a projeção das áreas de sombra e penumbra durante um eclipse.

Essas transformações geométricas possuem definições e aplicações claras. A rotação é uma transformação geométrica que permite modelar esse movimento em torno de um ponto fixo (como o centro de gravidade do sistema); no contexto dos eclipses, ela explica os trajetos circulares descritos pela Lua e pela Terra. A translação, por sua vez, é o deslocamento de uma figura sem alterar sua orientação ou forma, sendo útil para demonstrar os movimentos lineares relativos entre os corpos celestes. Por fim, a reflexão consiste em criar uma imagem simétrica de uma figura em relação a um eixo, e, nos eclipses, pode ser empregada para entender a projeção das sombras em diferentes superfícies.

A atividade prática propõe que os alunos trabalhem em pequenos grupos para construir representações bidimensionais desses fenômenos. Utilizando instrumentos de desenho, como compasso, régua e transferidor, ou softwares de geometria dinâmica, os estudantes criam diagramas que mostram as posições relativas do Sol, da Terra e da Lua durante um eclipse solar e um lunar. Eles devem ilustrar o movimento orbital da Lua ao redor da Terra, aplicando o conceito de rotação, e representar as áreas de sombra, aplicando os conceitos de reflexão e translação.

Ao longo da atividade, pode ser discutido como as mudanças de posição afetam a ocorrência e a visualização dos eclipses em diferentes partes do planeta. Essa etapa permite integrar o raciocínio matemático e a compreensão científica, promovendo o uso da Matemática como uma ferramenta para explicar fenômenos naturais. Essa abordagem interdisciplinar não apenas reforça o entendimento dos eclipses, mas também desenvolve habilidades essenciais, como a representação gráfica, a construção de modelos matemáticos e a comunicação científica. Além disso, permite que os alunos percebam a Matemática como uma linguagem para descrever e compreender o mundo natural.

6.4 Proposta direcionada ao 9º ano - Distâncias no Sistema Solar Através do Teorema de Pitágoras

No 9º ano, a proposta interdisciplinar surge da aplicação do teorema de Pitágoras para calcular as distâncias entre três pontos (objetos celestes) no Sistema Solar, utilizando as relações geométricas envolvidas nesse contexto. Na área de Ciências, os conteúdos sobre o Sistema Solar estão relacionados às seguintes habilidades:

(EF09CI14) Descrever a composição e a estrutura do Sistema Solar (Sol, planetas rochosos, planetas gigantes gasosos e corpos menores), assim como a localização do Sistema Solar na nossa Galáxia (a Via Láctea) e dela no Universo (apenas uma galáxia dentre bilhões) (Brasil, 2018, p. 351).

. Esses conhecimentos oferecem uma oportunidade de relacionar conceitos de Matemática, em especial o conceito abordado na habilidade “(EF09MA13) Demonstrar relações métricas do triângulo retângulo, entre elas o teorema de Pitágoras, utilizando, inclusive, a semelhança de triângulos.” (Brasil, 2018, p. 319), no componente curricular Matemática. A interdisciplinaridade entre essas áreas ocorre, pois o estudo das distâncias entre os planetas do Sistema Solar exige o uso do teorema de Pitágoras, principalmente quando tratamos de distâncias não lineares, como aquelas que envolvem trajetórias circulares ou elípticas, características dos corpos celestes.

6.4.1 Como Realizar a Proposta Interdisciplinar

Para realizar a proposta interdisciplinar, é essencial introduzir o conteúdo sobre o Sistema Solar, abordando as distâncias entre os planetas. De acordo com (Oliveira Filho, 2004, p. 132) “Nosso sistema solar está composto pela nossa estrela, o Sol, pelos oito planetas com suas luas e anéis, pelos asteroides, planetas anões e pelos cometas.”, todos ligados pela força gravitacional do Sol. Ele se estende por vastas distâncias no espaço, com dimensões que

são difíceis de conceber. Para entender melhor a escala do Sistema Solar, é importante considerar a vastidão das distâncias entre seus elementos.

O Sol, localizado no centro do Sistema Solar, é a estrela que fornece luz e energia para todos os corpos que o orbitam. A distância média entre a Terra e o Sol é de aproximadamente 150 milhões de quilômetros, uma medida conhecida como unidade astronômica (UA). Esta distância serve como uma referência para medir outras distâncias dentro do Sistema Solar. Os planetas do Sistema Solar, por sua vez, orbitam o Sol em trajetórias elípticas. A distância entre o Sol e os planetas varia dependendo de sua posição em suas órbitas, por exemplo, o planeta mais próximo do Sol, Mercúrio, encontra-se a uma média de 57,9 milhões de quilômetros de distância, enquanto o planeta mais distante, Netuno, está a cerca de 4,5 bilhões de quilômetros de distância do Sol.

Entre os planetas rochosos e gigantes gasosos, existem diferenças substanciais nas distâncias. Vênus, que é o segundo planeta do Sistema Solar, está a uma distância média de 108 milhões de quilômetros do Sol, enquanto Júpiter, o maior planeta do Sistema Solar, encontra-se a uma média de 778 milhões de quilômetros de distância. A órbita dos planetas serem elíptica, significa que essas distâncias podem variar ao longo do ano. O Sistema Solar é composto por diversos corpos celestes, cada um com características e trajetórias únicas, além dos planetas, há uma grande quantidade de corpos menores, como asteroides e cometas, que também fazem parte do Sistema Solar e possuem suas próprias órbitas, frequentemente mais excêntricas (menos circulares) que as dos planetas.

A maior parte dos asteroides conhecidos têm órbitas situadas entre as órbitas de Marte e Júpiter, a uma distância da ordem de 2,8 unidades astronômicas (UA) do Sol. Essa região é conhecida como o Cinturão de Asteroides. O maior objeto do Cinturão de Asteroides é Ceres, que foi também o primeiro asteroide a ser descoberto, em 1801, pelo italiano Giuseppe Piazzi (1746-1826) (Oliveira Filho, 2004, p. 147).

De acordo com Oliveira Filho (2004), a partir de 1992, também foram descobertos diversos asteroides além da órbita de Netuno, conhecidos como objetos transnetunianos. Esses objetos formam o Cinturão de Kuiper, uma região composta por restos gelados que se estende desde a órbita de Netuno até 150 unidades astronômicas do Sol. Além disso, é importante notar que todos os asteroides, tanto os do cinturão de asteroides, quanto os do cinturão de Kuiper, são menores que a Lua, e atualmente mais de 12.000 asteroides já foram catalogados.

A medida das distâncias no Sistema Solar é feita de forma relativa, com a unidade astronômica (UA) sendo a principal medida. Porém, em escalas maiores, como entre as estrelas e galáxias, utiliza-se a unidade de ano-luz, que é a distância que a luz percorre em um ano, cerca de 9,46 trilhões de quilômetros. Embora o Sistema Solar em si tenha uma escala considerável, ele é apenas uma fração de uma galáxia, a Via Láctea, que por sua vez é uma parte de um universo ainda maior e em constante expansão.

O teorema de Pitágoras, por sua vez, é um conceito fundamental da geometria, que estabelece que em um triângulo retângulo, o quadrado da hipotenusa (o lado oposto ao ângulo reto) é igual à soma dos quadrados dos outros dois lados, chamados de catetos. Esse teorema pode ser utilizado em Astronomia para calcular distâncias não lineares, como no caso de trajetórias orbitais ou quando as distâncias entre dois corpos celestes não formam uma linha reta direta, mas sim uma relação triangular.

Por exemplo, imagine que você deseja calcular a distância entre a Terra e Marte, considerando que a Terra está no ponto A e Marte no ponto B, mas a linha de comunicação entre os dois passa por um ponto intermediário, como o Sol. Nesse caso, o teorema de Pitágoras pode ser utilizado para calcular a distância total entre a Terra e Marte, com base nas distâncias entre a Terra e o Sol e entre o Sol e Marte. Em contextos reais, esse tipo de cálculo é crucial para as missões espaciais, onde distâncias exatas entre planetas e outros corpos celestes precisam ser determinadas com precisão para planejar trajetórias e operações de sondas espaciais.

A atividade prática pode envolver o cálculo das distâncias entre os planetas, utilizando o teorema de Pitágoras em casos que envolvam ângulos retos, como as trajetórias de alguns planetas em suas órbitas. Para isso, os alunos podem ser divididos em grupos e receber diferentes informações sobre as distâncias entre os planetas, bem como suas respectivas localizações, para então aplicar o teorema na resolução de problemas.

Por exemplo, se considerarmos uma situação em que os alunos precisam calcular a distância entre dois planetas, com a Terra e o Sol formando um triângulo retângulo com a linha de distância entre a Terra e o planeta, o teorema de Pitágoras pode ser utilizado para resolver essa questão. Ao fim da atividade, os alunos terão desenvolvido tanto o entendimento sobre a geometria envolvida quanto a compreensão sobre as distâncias no Sistema Solar e sua importância na Astronomia.

6.5 Interdisciplinaridade por meio de projetos escolares

A interdisciplinaridade entre Matemática e Astronomia pode ser incorporada ao ensino de outras formas complementares, sendo diretamente nas aulas, ao integrar conceitos geométricos com fenômenos astronômicos, como também por meio de projetos escolares que extrapolem os limites da sala de aula. Enquanto a primeira abordagem permite que os alunos percebam as conexões entre os conteúdos ao longo do currículo, a segunda amplia a compreensão desses conceitos ao colocá-los em prática em contextos mais abrangentes e exploratórios. Segundo (Rezende, 2014, p. 183)

Na pedagogia de projetos, o aluno aprende no processo de produzir, de levantar dúvidas, de pesquisar e de criar relações, que incentivam novas buscas, descobertas, compreensões e reconstruções de conhecimento. A pedagogia de projetos, embora constitua um novo desafio para o professor, pode viabilizar ao aluno um modo de aprender baseado na integração entre conteúdos das várias áreas do conhecimento. Assim, a pedagogia de projetos é vista pelo seu caráter de potencializar a interdisciplinaridade.

Dessa forma, os projetos interdisciplinares oferecem uma oportunidade para que os estudantes vivenciem a Matemática de forma aplicada. Através dessas iniciativas, os alunos podem desenvolver investigações sobre a forma e o movimento dos astros, construir modelos tridimensionais de corpos celestes, explorar escalas astronômicas e compreender a relação entre medição do tempo, distância, recursos naturais, entre outros. Ao integrar conceitos astronômicos com ferramentas Matemáticas, buscamos criar uma ponte entre o abstrato e o tangível, permitindo que estudantes, explorem e compreendam os corpos celestes de uma maneira mais acessível, de maneira lúdica e educativa, tendo em vista que Astronomia e Matemática são aliadas. Para (Abreu, 2009, p. 78)

Os projetos escolares interdisciplinares geralmente rompem com a rotina da sala de aula, a passividade do aluno e a rigidez da organização escolar. Mobilizam a comunidade escolar (professores, alunos e outros) e, muitas vezes, envolvem até mesmo a comunidade local externa à escola (vizinhança, pais e outros familiares). Além do mais, os projetos escolares interdisciplinares permitem aos alunos “aprender fazendo” e valorizam o seu conhecimento e o seu papel na busca do “novo”.

Além disso, atividades práticas como observações astronômicas, simulações computacionais e experimentos que envolvam proporções e medidas astronômicas incentivam a curiosidade e promovem uma aprendizagem mais dinâmica. Dessa maneira, a interdisciplinaridade trabalhada tanto em sala de aula quanto por meio de projetos amplia a visão dos alunos sobre a aplicabilidade da Matemática e da Astronomia.

7 METODOLOGIA

A presente pesquisa caracteriza-se como qualitativa, de natureza exploratória e configurada como um estudo de caso, buscando investigar a integração da Astronomia no ensino de Matemática, com ênfase na exploração de conceitos geométricos nos anos finais do Ensino Fundamental. A metodologia empregada foi estruturada para permitir uma análise da temática, fundamentando-se em referenciais teóricos, na BNCC como documento oficial e na observação de práticas pedagógicas.

A adoção da abordagem qualitativa justifica-se pelo fato de que a investigação busca compreender e interpretar as percepções e experiências dos alunos em relação à integração da Astronomia e da Matemática, sem a necessidade de quantificação estatística. A pesquisa qualitativa permite uma análise mais subjetiva e aprofundada, considerando as particularidades dos participantes e o contexto em que estão inseridos. De acordo com Godoy (1995, p. 21)

[...] hoje em dia a pesquisa qualitativa ocupa um reconhecido lugar entre as várias possibilidades de se estudar os fenômenos que envolvem os seres humanos e suas intrincadas relações sociais, estabelecidas em diversos ambientes. Algumas características básicas identificam os estudos denominados “qualitativos”. Segundo esta perspectiva, um fenômeno pode ser melhor compreendido no contexto em que ocorre e do qual é parte, devendo ser analisado numa perspectiva integrada.

A pesquisa também é exploratória, pois tem como objetivo investigar um tema pouco abordado no contexto educacional, buscando compreender como a interdisciplinaridade entre Astronomia e Matemática pode contribuir para o aprendizado dos alunos do ensino fundamental. A abordagem exploratória é adequada quando há a necessidade de levantar informações sobre um fenômeno ainda pouco explorado na literatura, fornecendo subsídios para futuras investigações, visando aprofundar a compreensão de um problema, tornando-o mais claro e facilitando a formulação de hipóteses. Dentre seus objetivos, destaca-se o aprimoramento de ideias possibilitando novas descobertas, proporcionando uma melhor compreensão do tema investigado (Gil, 2002).

Além disso, o estudo configura-se como um estudo de caso, pois se concentra em um grupo específico de alunos, analisando suas experiências durante a participação no projeto interdisciplinar. Segundo Andrade (2017), o estudo de caso é um método estruturado de pesquisa que auxilia na compreensão de fenômenos, tanto individuais quanto grupais, podendo ser aplicado em diferentes contextos. Dessa forma, um estudo de caso é considerado

exemplar quando apresenta evidências suficientes, abrange diferentes perspectivas, é completo, significativo e elaborado de forma atrativa. (Ventura, 2007)

7.1 Detalhamento da Pesquisa

A pesquisa foi realizada com cinco estudantes do 7º ano de uma escola municipal de Caruaru, Pernambuco. Esses estudantes foram selecionados por demonstrarem interesse e disponibilidade para participar de todas as etapas do projeto, desde a elaboração até a execução das atividades propostas. Para preservar a identidade dos participantes, cada um foi identificado ao longo do estudo com nomes fictícios inspirados nos planetas do Sistema Solar: Mercúrio, Vênus, Marte, Júpiter e Saturno.

A investigação ocorreu por meio da aplicação de um projeto interdisciplinar intitulado "Explorando a Geometria do Sistema Solar e das Constelações", que integrou conceitos de Astronomia e Matemática. O projeto foi estruturado para envolver os alunos em atividades práticas e reflexivas que demonstrassem a interconexão entre essas áreas do conhecimento.

A fim de colher dados acerca do projeto, foi elaborado um questionário para os alunos participantes, com o objetivo de coletar dados sobre suas percepções e aprendizados. O questionário foi desenvolvido por meio da plataforma Google Forms e buscou explorar tanto os aspectos positivos quanto os desafios do projeto, bem como identificar sugestões de melhorias para futuras aplicações, contendo um total de 10 perguntas abertas, as questões foram organizadas em três dimensões de análise, abaixo encontra-se o quadro 3, que apresenta as perguntas utilizadas na coleta de dados e os objetivos de cada categoria de perguntas.

Quadro 3 - Perguntas utilizadas no questionário

1º Bloco de Perguntas - Diagnóstico Inicial	
PERGUNTAS	OBJETIVO
1. Você tem dificuldades ao estudar Matemática? Quais são?	Este bloco de perguntas teve como objetivo avaliar o conhecimento prévio dos estudantes sobre Astronomia e Matemática,
2. O que você já sabia ou tinha ouvido falar sobre Astronomia?	

3. O que você entendia por Geometria? Pode dar exemplos de onde encontramos Geometria no nosso dia a dia?	além de compreender suas expectativas em relação ao projeto interdisciplinar.
2º Bloco de Perguntas - Acompanhamento do Projeto	
PERGUNTAS	OBJETIVO
4. Você percebeu alguma relação entre os conceitos geométricos e os fenômenos astronômicos? Pode dar um exemplo?	As perguntas desse bloco buscam entender as experiências, vivências, dificuldades encontradas e a relação percebida entre os conceitos abordados ao decorrer do projeto.
5. Durante o projeto, houve algum conceito que foi difícil de entender? Como você conseguiu superar essa dificuldade?	
6. Você acredita que aprender Matemática através da Astronomia torna a disciplina mais interessante? O que mudou na sua visão sobre a Matemática?	
7. Você gostaria de aprender outros conteúdos escolares de forma interdisciplinar, como estamos fazendo com Astronomia e Matemática? Por quê?	
3º Bloco de perguntas - Reflexões Finais	
PERGUNTAS	OBJETIVO
8. Agora que participou do projeto, o que acha que mudou na sua forma de enxergar a Matemática e a Astronomia?	Após a conclusão das atividades, esta categoria buscou analisar as percepções dos alunos sobre o impacto do projeto em seu aprendizado, identificando pontos positivos, desafios e sugestões para aprimoramento.
9. O que você achou do projeto? Algo te surpreendeu ou chamou mais atenção? Você recomendaria essa experiência para outros	

alunos? Se sim, o que diria a eles sobre o projeto?	
10. Se pudesse sugerir uma melhoria para o projeto, o que mudaria ou acrescentaria?	

Fonte: Autora (2025)

O questionário foi aplicado após a realização do projeto interdisciplinar, com o objetivo de analisar a forma como os alunos compreenderam e se envolveram com as atividades desenvolvidas. A aplicação ocorreu ao final das intervenções pedagógicas, permitindo uma análise mais precisa do impacto da proposta. Dessa forma, os dados obtidos refletem as impressões e aprendizados adquiridos ao longo do processo.

7.2 Projeto Interdisciplinar

Este tópico tem como objetivo apresentar o desenvolvimento do projeto, explorando sua aplicabilidade no contexto educacional. O projeto foi desenvolvido com a participação de cinco alunos do 7º ano de uma escola municipal de Caruaru, escolhidos por demonstrarem interesse e disponibilidade para participar da atividade que acontecia no contraturno, à tarde. A orientação e execução do projeto contaram com a colaboração da professora de Ciências e da professora de Matemática, que auxiliaram na definição dos conteúdos a serem trabalhados e participaram no momento final, com a exposição do projeto ao levar as turmas para participarem do momento de exposição dos modelos.

A duração do projeto foi de dois meses, com encontros semanais, nas terças-feiras, sendo dividido em etapas que abrangiam a explicação dos conceitos, a produção de modelos utilizando materiais recicláveis e a apresentação final. Durante as etapas de desenvolvimento, os alunos foram estimulados a construir maquetes e representar conceitos de Astronomia e geometria, utilizando recursos como papéis, cola, tesouras, cartolina, tintas, isopor e papelão, promovendo a aprendizagem prática e criativa.

Para a execução do projeto, foram utilizados diversos recursos pedagógicos, como slides para a apresentação dos conceitos e o aplicativo Stellarium, que possibilitou a visualização de corpos celestes e o entendimento da escala do Sistema Solar. Além disso, os alunos utilizaram instrumentos matemáticos como réguas e compasso para auxiliar nas

construções geométricas. A etapa final do projeto envolveu o uso de recursos audiovisuais para apresentar os resultados das maquetes e o aprendizado adquirido ao longo das atividades.

7.3 Projeto interdisciplinar : Aplicação e Desenvolvimento

A integração entre Astronomia e geometria no ensino fundamental permite que os alunos desenvolvam habilidades de visualização espacial, compreensão das dimensões e dos corpos celestes. Este projeto visa explorar conceitos geométricos ligados ao universo, abordando espacialidade por meio da construção e análise de modelos tridimensionais e bidimensionais do Sistema Solar. Ele busca proporcionar a compreensão das formas geométricas e de sua aplicação na Astronomia, alinhando-se às habilidades da BNCC para o ensino de Matemática.

O desenvolvimento do projeto está focado na aplicação dos conceitos de escalas e proporções espaciais, utilizando representações geométricas para demonstrar as posições e órbitas dos planetas. Os principais objetivos incluem: reconhecer e classificar polígonos nas representações das constelações do céu noturno, analisar a forma e composição das órbitas planetárias com base na construção de circunferências e compreender a disposição dos corpos celestes no espaço tridimensional.

As habilidades da BNCC (Brasil, 2018) utilizadas neste projeto incluem: (EF06MA18) - reconhecer, nomear e comparar polígonos em representações espaciais e em faces de poliedros, facilitando a identificação das formas das constelações; e (EF07MA22) - construir circunferências e utilizá-las na resolução de problemas, essencial para compreender as órbitas planetárias e sua disposição no espaço. Essas habilidades Matemáticas estão alinhadas às competências de Ciências, como: (EF06CI13) - selecionar argumentos e evidências que demonstrem a esfericidade da Terra; (EF09CI14) - descrever a composição e a estrutura do Sistema Solar, bem como sua localização na Via Láctea e no Universo; (EF09CI15) - relacionar diferentes leituras do céu e explicações sobre a origem do Sistema Solar às necessidades culturais, como agricultura, caça e orientação espacial; e (EF09CI16) - avaliar a viabilidade da sobrevivência humana fora da Terra, considerando as condições necessárias à vida e os desafios das viagens espaciais. Dessa forma, o projeto promove uma abordagem interdisciplinar, conectando Matemática e Astronomia para ampliar a compreensão do universo.

O projeto desenvolvido consistiu em uma exposição interativa sobre Astronomia e geometria, abordando a organização do Sistema Solar e as constelações do céu noturno. O objetivo principal foi explorar conceitos espaciais e geométricos, por meio da construção de modelos tridimensionais do Sistema Solar e representações bidimensionais de constelações. De acordo com Castro (2023), uma abordagem alternativa consiste em trabalhar os conceitos de linhas poligonais, associando-os às diversas constelações presentes na abóbada celeste, as linhas poligonais podem ser classificadas em diferentes tipos, dependendo de seus pontos de interseção e de suas extremidades, sendo elas simples ou não-simples, abertas ou fechadas. Essa classificação está diretamente relacionada ao estudo das constelações, visto que, assim como os polígonos, elas podem ser descritas através de formas geométricas no céu. Com base na proposta de (Castro, 2023) essa atividade foi anexada ao projeto.

Além da criação dos modelos, os alunos também estudaram sobre os corpos celestes e suas características para que pudessem apresentar e explicar os conteúdos aos visitantes da exposição. O desenvolvimento do projeto ocorreu em várias etapas. Inicialmente, os alunos participaram de encontros para aprender sobre a formação do Sistema Solar, a composição dos planetas, luas e asteroides, além das órbitas celestes. Esse estudo fundamentou a construção dos modelos tridimensionais, nos quais foram utilizadas bolas de isopor, papelão e barbantes para representar os planetas e suas órbitas, seguindo conceitos matemáticos das habilidades da BNCC. Paralelamente, os alunos estudaram as constelações, explorando sua disposição no céu por meio da plataforma Stellarium e conhecendo as histórias associadas a diferentes culturas. Em seguida, utilizaram cartolina preta, adesivos e linhas para representar as estrelas e formar os polígonos correspondentes às constelações, relacionando essas figuras geométricas com os padrões celestes observados.

A exposição foi dividida em dois momentos. O primeiro focou na apresentação dos modelos tridimensionais do Sistema Solar, incluindo os planetas, luas, o Sol e os asteroides. Os alunos explicaram suas características, diferenças e a importância de cada corpo celeste. No segundo momento, foram exibidos os modelos bidimensionais das constelações, como Órion, as constelações do zodíaco, Homem Velho, Anta do Norte, Andrômeda e Pégaso. Além de apresentar suas formas e padrões geométricos, os alunos discutiram as histórias e significados culturais associados a cada constelação. A culminância do projeto foi a apresentação da exposição, na qual os alunos demonstraram seus conhecimentos e compartilharam suas descobertas com os visitantes.

Posteriormente, o projeto foi adaptado para participação na Feira de Ciências do IFPE, cujo tema era "A Jornada das Comunidades Tradicionais com a Água". Com base nos estudos anteriores, os alunos ajustaram o enfoque do projeto para explorar a relação entre Astronomia e água. O novo direcionamento envolveu a compreensão das escalas de tamanho e distância no Sistema Solar, a comparação do ciclo da água na Terra com as condições observadas em outros planetas, a análise de como a posição da Terra favorece a sustentabilidade do ciclo hidrológico e a reflexão sobre os impactos das mudanças climáticas na Terra a partir de observações astronômicas. Dessa forma, o projeto não apenas aprofundou os conhecimentos matemáticos e astronômicos dos alunos, mas também possibilitou uma reflexão interdisciplinar sobre questões ambientais e a importância da água na manutenção da vida. A seguir, apresenta-se o cronograma do projeto, estruturado em oito momentos, contemplando desde a introdução dos conceitos até a culminância das atividades.

Quadro 4 - Cronograma do Projeto interdisciplinar

Semanas	Temas Trabalhados	Atividades Desenvolvidas	Habilidades da BNCC
Semana 1	Introdução ao projeto e ao Sistema Solar	Apresentação do projeto, explicação sobre o Sistema Solar (planetas, luas e asteroides). Uso de slides e do Stellarium para observação do céu.	(EF09CI14)
Semana 2	Escala e proporções espaciais	Explicação sobre escala e proporções do Sistema Solar. Discussão sobre distâncias planetárias e tamanhos relativos. Atividade com medidas e representações no papel.	(EF09CI14)
Semana 3	Órbitas planetárias e esfericidade da Terra e dos planetas	Explicação sobre as formas das órbitas, a influência gravitacional do Sol e a esfericidade dos planetas. Construção	(EF07MA22); (EF06CI13)

		de modelos simples com barbante e papelão para representar as órbitas e estudo da esfericidade com base em imagens e vídeos.	
Semana 4	Constelações e formas geométricas no céu	Introdução às constelações e suas relações com polígonos e linhas poligonais. Observação das constelações no Stellarium e identificação de padrões geométricos.	(EF06MA18); (EF09CI15)
Semana 5	Construção de modelos tridimensionais do Sistema Solar	Início da confecção das maquetes dos planetas e suas órbitas, utilizando bolas de isopor, tintas e papelão, aplicando conceitos estudados anteriormente.	(EF09CI14)
Semana 6	Construção dos modelos bidimensionais das constelações	Início da confecção dos cartazes com a representação das constelações com cartolina preta, adesivos e linhas, reforçando conceitos geométricos aprendidos anteriormente.	(EF06MA18); (EF09CI15)
Semana 7	Revisão e preparação para a exposição	Organização dos materiais, ensaio das explicações e ajustes nos modelos para apresentação	(EF06MA18); (EF09CI15); (EF09CI14); (EF07MA22); (EF06CI13)
Semana 8	Exposição do projeto para outras turmas	Apresentação dos modelos tridimensionais do	(EF06MA18); (EF09CI15); (EF09CI14);

		Sistema Solar e bidimensionais das constelações para visitantes da exposição.	(EF07MA22); (EF06CI13)
--	--	---	---------------------------

Fonte: Autora (2025)

No capítulo seguinte, será iniciada a análise dos dados coletados, com foco nas informações fornecidas pelos alunos por meio do questionário, permitindo uma melhor compreensão de suas percepções e experiências através de suas participações no projeto e nas habilidades trabalhadas.

8 ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

Neste capítulo, será realizada a análise e discussão dos resultados e respostas obtidas por meio do questionário aplicado aos estudantes. A partir das respostas dos alunos, representadas pelos nomes de Mercúrio, Vênus, Marte, Júpiter e Saturno, buscaremos identificar as principais sugestões e reflexões sobre o projeto em questão. As contribuições dos estudantes fornecem uma visão sobre o que poderia ser melhorado e enriquecido no projeto, além de destacar os principais pontos a serem trabalhados e o impacto do projeto na aprendizagem dos participantes. A análise dessas respostas nos permitirá compreender como os participantes interagem com os temas abordados e quais elementos podem ser incorporados para tornar a experiência de aprendizagem ainda mais envolvente e dinâmica. A seguir, serão exploradas as propostas e as reflexões dos alunos, com foco nas ideias que surgiram a partir de suas experiências e percepções durante o desenvolvimento do projeto.

8.1 *Diagnóstico Inicial: Conhecimento Prévio dos Alunos*

Para compreender a base de conhecimento dos alunos, foram realizadas três perguntas investigativas sobre Matemática, Astronomia e Geometria. As respostas obtidas fornecem um panorama inicial sobre as dificuldades enfrentadas pelos estudantes, bem como suas percepções e experiências prévias em relação aos temas abordados.

A primeira questão buscou identificar dificuldades no aprendizado da Matemática, observou-se que todos os entrevistados relataram enfrentar desafios na disciplina, especialmente em tópicos específicos, como potências, raízes quadradas, porcentagens, aplicação de fórmulas de área e volume e divisão. As dificuldades variam entre operações fundamentais e conceitos mais avançados, indicando a necessidade de abordagens didáticas que tornem esses conteúdos mais acessíveis e contextualizados. A insegurança de alguns alunos ao explicar certos conceitos, como evidenciado pela resposta "tenho tanta dificuldade que não sei explicar como funciona"(Estudante Marte), reflete uma possível lacuna no entendimento conceitual, que pode ser trabalhada por meio de estratégias interdisciplinares.

Outros estudantes mencionaram dificuldades ao lidar com números decimais, como Saturno, que afirmou: "Às vezes eu entendo, mas quando chega em problemas de divisão com números decimais, eu me perco e não sei direito onde colocar a vírgula.", ainda em relação divisão, Júpiter destacou o seguinte: "Sim, tenho dificuldade em divisão principalmente com números grandes." Já outros relataram dificuldades com a interpretação de problemas

matemáticos, como destacado por Marte: "O que mais me dá trabalho são os problemas de Matemática que vêm escritos, porque eu não sei direito como transformar as palavras em conta." Além disso, a memorização de fórmulas geométricas foi apontada como um obstáculo por Vênus: "Eu acho difícil aprender geometria porque tem muitas fórmulas e nomes complicados, como trapézio, paralelogramo... Eu misturo tudo." Essas respostas evidenciam a importância de estratégias de ensino que conectem a Matemática ao cotidiano dos alunos e promovam um aprendizado mais intuitivo.

No que se refere à Astronomia, a maioria dos alunos possuía conhecimentos bastante básicos, limitando-se à nomeação dos planetas, e alguns corpos celestes como Sol e Lua. Como afirmou um dos entrevistados: "Quase nada, eu sabia o básico, como os nomes dos planetas e a quantidade de planetas que tem no Sistema Solar." (Mercúrio). Outros demonstraram um conhecimento um pouco mais amplo, mencionando aspectos como a posição do Sol como elemento central no Sistema Solar: "Coisas como organização dos planetas, o nome de todos os planetas, sabia onde o Sol está no Sistema Solar etc." (Júpiter). Entretanto, alguns relataram ter pouco ou nenhum contato prévio com a Astronomia, como destacado por Vênus: "Por nunca ter estudado sobre Astronomia, não tinha quase nenhum conhecimento sobre. Então, só o que eu tinha era um pouco de conhecimento sobre a Lua e o Sol, mas não sabia nada sobre os planetas ou sobre as estrelas." Essa lacuna reforça a ideia de que a Astronomia, apesar de despertar curiosidade, ainda é pouco explorada no ensino fundamental. Além disso, algumas respostas indicaram um interesse espontâneo pelo tema, como apontado por Saturno: "Eu gosto de Astronomia! Sei que Saturno tem anéis e que a Lua tem fases diferentes, como cheia e minguante." e por Júpiter: "Já ouvi falar sobre constelações e que os antigos usavam as estrelas para navegar." Esses relatos sugerem que a introdução da Astronomia no ensino pode ser uma estratégia motivadora e capaz de despertar maior interesse dos alunos pela ciência.

A terceira pergunta abordou a compreensão dos alunos sobre Geometria e sua presença no cotidiano. De modo geral, os entrevistados associaram a Geometria às formas geométricas básicas e à identificação dessas formas em objetos do dia a dia. Como afirmou um o estudante Mercúrio: "Eu entendia que geometria era as formas geométricas, e podemos encontrar no dia a dia formas geométricas como o formato da geladeira, da janela etc." Outros destacaram exemplos mais específicos, como "Micro-ondas é um retângulo, prato é um círculo, bola de futebol é um círculo." (Saturno). No entanto, alguns demonstraram ter uma

percepção mais ampla sobre o tema, relacionando a Geometria a elementos diversos do ambiente, conforme apontado por Marte: "Eu entendo que geometria é sobre figuras e como elas se encaixam. Por exemplo, nas janelas e portas das casas, que são todas formas geométricas.".

Diante das respostas obtidas, percebe-se que os alunos possuem uma noção intuitiva da Geometria, mas apresentam dificuldades em compreender conceitos mais específicos, como a diferença entre polígonos e poliedros. A maioria das respostas indica uma associação direta entre Geometria e formas do cotidiano, sem distinção clara entre figuras planas e tridimensionais. Esse aspecto evidencia a necessidade de trabalhar a espacialidade, um conceito fundamental na Geometria, que se refere à capacidade de compreender e representar as formas, os objetos e as relações espaciais no ambiente tridimensional. A espacialidade é essencial para a construção do conhecimento geométrico, como abordado no tópico 4.2, principalmente quando se trata da diferenciação entre objetos bidimensionais (como os polígonos) e tridimensionais (como os poliedros), e deve ser abordada de forma concreta a partir do Ensino Fundamental, quando os alunos começam a lidar com noções de volume, área e formas geométricas mais complexas. A introdução de atividades que envolvam a exploração de sólidos geométricos, relacionando-os a estruturas reais como prédios, objetos do dia a dia e até mesmo corpos celestes, pode contribuir para que os alunos desenvolvam uma percepção mais precisa das dimensões e propriedades dos objetos ao seu redor. Pois, de acordo com Mendes (2023, p. 11)

As habilidades geométricas estão diretamente relacionadas às habilidades espaciais, que são habilidades como criar, segurar e manipular imagens espaciais abstratas. Dessa forma, o uso de materiais manipuláveis auxilia diretamente no desenvolvimento do pensamento geométrico e permite que os alunos compreendam o conteúdo mais facilmente.

Com base disso, os dados iniciais ressaltam a importância de trabalhar os conceitos de Matemática e Geometria de maneira integrada à espacialidade, tornando-os mais concretos para os alunos. Além disso, destacam a necessidade de metodologias que incentivem a construção ativa do conhecimento, aproximando os estudantes dos temas de forma mais envolvente e prática.

8.2 Acompanhamento do Projeto: Experiências, Desafios e a Construção do Conhecimento Interdisciplinar

Durante o desenvolvimento do projeto, foi possível observar a forma como os alunos passaram a estabelecer relações entre conceitos geométricos e fenômenos astronômicos.

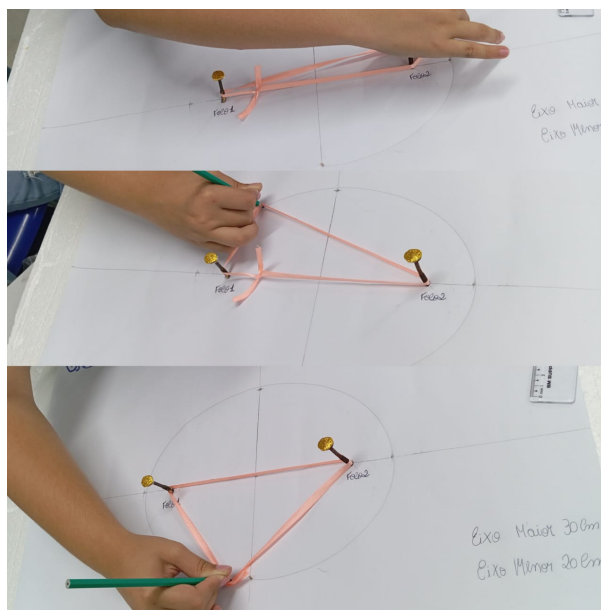
Alguns participantes perceberam essas conexões ao analisar a forma dos corpos celestes e sua organização no espaço. Quando questionados sobre a relação entre os conceitos geométricos e os fenômenos astronômicos, um estudante relatou: "Os conceitos que têm a ver entre Matemática e Astronomia são os formatos dos planetas e as constelações que formam figuras que parecem com polígonos"(Júpiter). Outro destacou a aplicação da geometria na previsão de eventos astronômicos, afirmando que "A geometria é usada para prever eclipses solares e lunares, que ocorrem quando a Terra, a Lua e o Sol estão alinhados" (Saturno). Essa compreensão também foi reforçada por outro estudante, que identificou padrões geométricos na constelação do Cruzeiro do Sul: "Ligando os pontos, ela parece com um losango"(Marte). Além disso, foi mencionado que "as órbitas dos planetas ao redor do Sol formam elipses" (Mercúrio).

Esses relatos demonstram que os estudantes passaram a perceber como os conceitos matemáticos, especialmente os geométricos, não estão limitados ao ambiente escolar, mas fazem parte da estrutura do universo. Essa nova perspectiva possibilitou que compreendessem a Matemática como uma ferramenta para interpretar e modelar fenômenos astronômicos. Ao reconhecerem que formas, alinhamentos e trajetórias podem ser descritos Matematicamente, os alunos ampliaram sua visão sobre a aplicação da Matemática no mundo real. Dessa forma, o projeto contribuiu para a construção de um conhecimento do aluno, mostrando que a Matemática não é apenas uma disciplina teórica, mas um instrumento para compreender e resolver problemas concretos. Ainda com base nas respostas dos alunos, percebe-se que eles conseguiram superar a dificuldade apontada por Camacho (2011), que destaca como muitos estudantes não conseguem relacionar a Matemática ao cotidiano e a veem apenas como um conteúdo a ser memorizado para provas. Através do projeto, os participantes passaram a compreender algumas aplicações da Matemática no mundo real, especialmente na Astronomia.

Entretanto, nem todos os conceitos foram assimilados com a mesma facilidade, alguns estudantes enfrentaram dificuldades ao lidar com grandezas astronômicas, como as distâncias entre os planetas. Um deles relatou: "Foi um pouco difícil mesmo estudando, memorizar o tempo em que os planetas demoram para girar em torno de si mesmos, e também entender como os planetas giram ao redor do Sol em órbitas elípticas. Mas depois que fizemos desenhos e usamos barbante para simular, eu entendi" (Vênus). Essa atividade com o barbante foi realizada para construir uma elipse que representa as órbitas planetárias, permitindo

compreender melhor os caminhos percorridos pelos planetas ao redor do Sol. Para ilustrar de forma mais clara a posição do Sol, foi destacado que ele ocupa um dos focos da elipse, conforme prevê a primeira lei de Kepler. As imagens dessa atividade prática, vivenciada pelos estudantes, podem ser visualizadas na imagem abaixo.

Figura 1- Atividade de construção da Elipse



Fonte: Autora (2024)

Outro estudante destacou que a principal dificuldade surgiu pelo fato de a Astronomia não ser um conteúdo abordado previamente na escola: "A dificuldade foi que antes do projeto não se falava disso na escola, eu sabia de outros meios"(Júpiter). Além disso, alguns alunos relataram dificuldades em compreender a escala astronômica: "Eu tive dificuldade para entender a ideia das escalas, porque os números ficavam muito grandes ou pequenos quando estudamos distâncias. Mas depois, comparando com coisas do dia a dia, ficou mais fácil" (Mercúrio). Essas respostas indicam a importância de se trabalhar a Astronomia dentro de um contexto interdisciplinar, garantindo que os alunos tenham acesso a diferentes abordagens para a compreensão dos fenômenos estudados.

Ao serem questionados sobre a relação entre Matemática e Astronomia e como isso impactou sua percepção da disciplina de Matemática, a maioria dos estudantes afirmou que a aprendizagem se tornou mais interessante. Um dos alunos destacou: "Sim, muito! Antes eu achava a Matemática chata, mas na verdade ela pode ser bem interessante" (Saturno). A possibilidade de unir duas disciplinas, tornando o aprendizado mais envolvente e menos

abstrato, foi ressaltada por um estudante Vênus que afirmar que "quando conseguimos juntar duas disciplinas, uma mais interessante e a outra mais difícil, conseguimos fazer com que o conjunto das duas fique mais interessante e mais fácil de desenvolver conhecimentos". Além disso, a relação entre Matemática e Astronomia permitiu que os alunos percebessem a importância dos cálculos e medições como destacado pelo estudante Marte "Com certeza! Agora eu percebo que a Matemática está por trás de muitas coisas, como calcular o tamanho dos planetas e das estrelas".

Diante desse cenário, ao serem questionados sobre o interesse em aprender outros conteúdos de forma interdisciplinar, assim como foi feito com Astronomia e Matemática, muitos alunos demonstraram entusiasmo em continuar explorando essa abordagem. A estudante Saturno expressou: "Sim, porque deixa os conteúdos mais interessante e muitas vezes mais fácil de entender o assunto". Outro destacou que "Gostaria, porque quando a gente junta duas matérias, o aprendizado fica mais divertido e a gente não esquece tão rápido" (Mercúrio). Além disso, um aluno sugeriu que "poderíamos juntar ciências com Astronomia para fazer foguetes e ver qual vai mais longe", mostrando como essa abordagem pode estimular a criatividade e a experimentação prática. Essas respostas evidenciam o potencial da abordagem interdisciplinar para tornar o ensino mais dinâmico e atrativo.

Como a BNCC ressalta, é essencial que os estudantes desenvolvam a capacidade de utilizar ferramentas Matemáticas e tecnologias digitais para resolver problemas do cotidiano e de outras áreas do conhecimento (Brasil, 2018). Ao integrar Astronomia e Matemática, os alunos puderam compreender conceitos geométricos e astronômicos de forma aplicada, promovendo não apenas uma melhor assimilação dos conteúdos, mas também uma maior motivação para aprender. Dessa forma, projetos interdisciplinares como este mostram-se fundamentais para o desenvolvimento de um ensino mais eficiente e envolvente.

8.3 Reflexões Finais: Impacto do Projeto no Aprendizado e Percepções dos Alunos sobre a Interdisciplinaridade

Nesta seção, serão analisadas as perguntas finais do projeto, cujo objetivo é compreender as percepções dos alunos sobre a Matemática e a Astronomia após sua participação. Ao serem questionados sobre sua participação no projeto e como passaram a enxergar a Matemática e a Astronomia. Os alunos relataram diversas mudanças em suas visões, destacando a conexão entre essas áreas do conhecimento. A participação no projeto trouxe uma nova perspectiva para os estudantes sobre a relação entre a Matemática e a

Astronomia. Muitos deles inicialmente viam essas áreas como distintas e sem conexão, mas, ao longo das atividades, perceberam como a Matemática está presente na compreensão do universo e dos corpos celestes.

O estudante Mercúrio destacou que "antes, eu achava que a Matemática era só contas difíceis, mas agora vejo que ela serve para entender o universo e os planetas". Essa resposta reflete a mudança de visão sobre a utilidade da Matemática, que vai além dos cálculos escolares e se aplica a fenômenos astronômicos. Outro estudante compartilhou que "a Matemática ficou mais interessante e eu realmente aprendi o que são os planetas, as luas, as estrelas e o que significa translação e rotação"(Vênus). Isso demonstra como a interligação das disciplinas tornou o aprendizado mais envolvente e relevante. Além disso, alguns alunos perceberam que a Astronomia não se resume apenas à observação dos astros. Como relatou o participante Marte "antes eu achava que a Astronomia era só olhar para o céu, mas aprendi que tem muitos cálculos e medidas envolvidas". Dessa forma, a experiência no projeto permitiu que os alunos enxergassem a Matemática e a Astronomia de uma maneira mais ampla e integrada.

Os resultados da pesquisa também indicam que os estudantes tiveram uma experiência inovadora pois muitos relataram surpresa com as descobertas feitas ao longo das atividades. O estudante Mercúrio destacou o seguinte: "o que mais me surpreendeu foi ver que tudo no espaço pode ser medido e calculado", ressaltando a importância da Matemática para a compreensão do universo que nos rodeia. Além disso, a experiência prática foi um diferencial, a participante Vênus mencionou que "foi uma experiência ótima poder participar da produção dos planetas em uma simulação de como é mais ou menos o tamanho deles", evidenciando como a abordagem concreta facilitou o entendimento da espacialidade no universo, mostrando como a visualização de conceitos astronômicos torna o aprendizado mais impactante.

O estudo das constelações também despertou grande interesse entre os alunos. Saturno afirmou que "as constelações me chamaram bastante atenção", o que demonstrou o potencial desse tema para conectar Astronomia, cultura e tradição. Ainda em relação ao estudo das constelações, o estudante Marte destacou o seguinte: "O projeto foi incrível! O que me surpreendeu foi descobrir como os antigos usavam a Matemática para observar as estrelas". Além disso, conforme descrito na BNCC, a Astronomia e a cultura estão interligadas, uma vez que diferentes civilizações fizeram leituras diversas do céu e criaram explicações sobre a origem da Terra, do Sol e do Sistema Solar de acordo com suas necessidades, como

agricultura, caça, mitologia e orientação espacial e temporal. Nesse sentido, a BNCC destaca a importância de "relacionar diferentes leituras do céu e explicações sobre a origem da Terra, do Sol ou do Sistema Solar às necessidades de distintas culturas (agricultura, caça, mito, orientação espacial e temporal etc.)"(Brasil, 2018). A partir dessa abordagem, torna-se possível estender o aprendizado para outras disciplinas como Geografia e História, permitindo que os estudantes compreendam como diferentes civilizações observaram e interpretaram o céu ao longo do tempo. Isso mostra como a interdisciplinaridade pode ser trabalhada em diversas áreas do conhecimento partindo de um tema.

Dessa forma, a interdisciplinaridade foi um dos aspectos mais valorizados do projeto, pois permitiu que os estudantes enxergassem a conexão entre a Matemática, a Astronomia e outras áreas do conhecimento. Diante disso, os participantes recomendam fortemente essa experiência para outros alunos. Segundo um deles, "Eu recomendaria porque a gente aprende de um jeito mais prático e interessante"(Júpiter). Outros estudantes acrescentaram: "Eu diria para os outros alunos participarem porque é um jeito diferente de aprender."(Saturno); "Eu recomendaria porque é divertido e a gente aprende sem perceber. (Mercúrio). Em síntese, o projeto demonstrou que a aprendizagem torna-se mais envolvente quando aliada a experiências práticas e interdisciplinares, ao unir Matemática, Astronomia, cultura e história, os alunos puderam expandir seu conhecimento de forma prazerosa, reforçando a importância de metodologias inovadoras no ensino.

A partir das respostas dos estudantes sobre sugestões para melhorias no projeto, é possível observar um interesse comum em enriquecer a experiência de aprendizagem, trazendo novas abordagens e utilizando mais recursos interativos. A ideia de "estudar sobre planetas que possivelmente abrigariam vida na galáxia" (Mercúrio), destaca a curiosidade sobre o universo além do Sistema Solar, algo que pode ampliar a compreensão sobre o contexto astronômico e seu potencial em relação à vida fora da Terra. Além disso, a sugestão de Júpiter: "falar mais sobre planetas fora do Sistema Solar" complementa essa proposta, incentivando uma abordagem mais ampla sobre o espaço, além dos planetas conhecidos em nossa vizinhança cósmica.

Outras sugestões incluem a recomendação do estudante Marte: "acrescentar alguns foguetes" essa ideia também sugere uma ligação mais forte com a exploração espacial, dando uma visão prática e realista de como as viagens espaciais são realizadas. Alguns estudantes propõem a integração de mais atividades práticas, como "Construção de foguetes com garrafa

pet"(Vênus) que visa proporcionar uma compreensão mais dinâmica e interativa com materiais manipuláveis. A ideia de levar os estudantes a um planetário ou utilizar telescópios para observação, como sugerido pela estudante Saturno, reforça a necessidade de vivenciar as observações do céu de forma prática e envolvente.

Por fim, a reflexão final traz uma visão positiva sobre o projeto, evidenciada pelo aluno de Marte, que considera o projeto "um dos mais produtivos e interessantes em que participou, sem defeitos ou reclamações". Ele não vê a necessidade de mudanças, destacando que o projeto foi completo. Essas opiniões ressaltam a importância de manter a estrutura do projeto, enquanto se abrem possibilidades para aperfeiçoá-lo, incorporando as sugestões dos alunos, como aulas passeios para planetários e observações telescópicas, mais atividades práticas, e a inclusão de temas mais abrangentes como viagens espaciais e a exploração de planetas fora do Sistema Solar. Assim, as melhorias sugeridas visam enriquecer a experiência, tornando o aprendizado mais dinâmico, visual e interativo, mantendo o espírito de descoberta e curiosidade que o projeto desperta nos estudantes.

9 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente trabalho teve como principal objetivo, explorar como os conceitos da Astronomia podem ser adequadamente integrados no ensino de Matemática nos anos finais do ensino fundamental, especialmente na unidade temática: geometria, com o propósito de fomentar a interdisciplinaridade entre essas áreas de conhecimento. Ao longo da pesquisa, buscou-se compreender como a Astronomia, uma ciência historicamente ligada à Matemática, pode contribuir para o ensino de conteúdos geométricos de maneira relevante e contextualizada, favorecendo a aprendizagem dos estudantes. Para isso, foram analisados aspectos históricos e teóricos que evidenciam a relação entre essas áreas do conhecimento, além da BNCC, que direcionou a inclusão de temas interdisciplinares com base nas unidades temáticas e nas habilidades por ela estabelecidas.

A pesquisa também abordou práticas pedagógicas e estratégias didáticas que utilizam a Astronomia como ferramenta para o ensino de Geometria, proporcionando uma visão mais concreta e aplicada dos conceitos matemáticos. Conforme ocorreu na aplicação do projeto interdisciplinar, que explorou a Geometria do Sistema Solar e das constelações, permitindo aos alunos relacionar conceitos abstratos a fenômenos concretos, tornando a aprendizagem mais contextualizada. A abordagem adotada mostrou-se eficaz ao despertar o interesse dos estudantes, incentivando a participação ativa e a curiosidade científica.

Diante das análises realizadas, foi possível constatar uma mudança significativa na percepção dos alunos, na qual reconheceram a conexão entre Matemática e Astronomia. Embora inicialmente percebidas como áreas separadas, ao longo do projeto os estudantes passaram a compreender a relação entre os conceitos matemáticos, especialmente a espacialidade, e os conceitos astronômicos ao estudarem os corpos celestes. Esse aspecto reforça a importância de desenvolver a capacidade de visualizar e representar formas e relações espaciais.

Ao relacionar esses achados com o problema de pesquisa, constatou-se que a proposta de integrar Astronomia e Geometria no ensino fundamental anos finais não apenas auxilia na compreensão dos conceitos matemáticos, mas também atende às exigências da BNCC quanto à interdisciplinaridade e ao ensino contextualizado. Com isso, pode-se afirmar que os objetivos do estudo foram alcançados, uma vez que se demonstrou a viabilidade e a importância da integração entre Matemática e Astronomia, reforçando a necessidade de metodologias inovadoras.

Dessa forma, verifica-se que o estudo abre caminho para futuras pesquisas que possam expandir essa abordagem para outras áreas da Matemática, consolidando a interdisciplinaridade como um elemento importante para a formação dos estudantes. Embora este trabalho tenha se concentrado na interdisciplinaridade no campo da geometria, existem várias possibilidades de aprofundamento que podem ser exploradas em investigações futuras. Um caminho promissor seria a aplicação da abordagem interdisciplinar a outros campos da Matemática, como a álgebra, no contexto do ensino fundamental anos finais ou no ensino médio, proporcionando aos alunos uma compreensão mais ampla das diferentes áreas da Matemática.

Além disso, a interdisciplinaridade pode ser expandida para além da Matemática e ciência, incluindo outras disciplinas como História e Geografia. A Matemática, ao ser integrada com essas áreas do conhecimento, pode enriquecer a análise de dados históricos e geográficos, além de auxiliar na compreensão de fenômenos naturais e sociais, ajudando os alunos a entender melhor a relevância dos conceitos matemáticos no mundo real. Outro campo relevante para a interdisciplinaridade é a Física, onde a integração de conceitos geométricos e algébricos pode descrever leis naturais e equações

No entanto, ao longo da pesquisa, algumas limitações devem ser reconhecidas, como por exemplo, a falta de materiais didáticos estruturados que abordam a interdisciplinaridade entre Astronomia e Matemática de forma integrada para os anos finais do Ensino Fundamental. A escassez de referências específicas dificultou a criação de propostas que já tenham sido amplamente testadas em sala de aula, exigindo um maior esforço na adaptação dos conteúdos às diretrizes da BNCC. Além disso, a implementação de projetos interdisciplinares enfrenta desafios dentro do modelo tradicional de ensino, o que reforça a necessidade de pesquisas futuras que possam testar essa abordagem em diferentes contextos educacionais, avaliando sua viabilidade.

Além dos aspectos metodológicos e pedagógicos abordados ao longo deste trabalho, também se fez pertinente discutir a Astronomia, suas contribuições históricas e os aspectos teóricos que permitem compreender as leis da natureza. A Astronomia, como uma das ciências fundamentais, tem sido crucial para o entendimento das forças que regem o universo. Os avanços históricos na Astronomia, como as descobertas de Copérnico, Galileu, Kepler e Newton, por exemplo, possibilitaram uma mudança de paradigma ao revelar a ordem e os mecanismos por trás dos movimentos planetários e das interações gravitacionais. Mais

recentemente, com as teorias de Einstein e as descobertas sobre a expansão do universo, a Astronomia continua a ser um campo de constante evolução, aprofundando-se nas leis que governam tanto as grandes escalas do universo quanto os fenômenos mais complexos da física quântica. A partir de uma visão mais ampla, a Astronomia não se limita apenas à observação dos astros, mas também oferece um profundo entendimento da origem e da evolução do cosmos, destacando como as leis da natureza se interligam e como elas explicam a dinâmica do universo.

Com isso, este trabalho se destaca pela importância de explorar a interdisciplinaridade e a Astronomia como uma ferramenta metodológica no ensino de Matemática e Ciências. As contribuições deste trabalho são evidentes no campo teórico e prático, pois ele não só propõe novas formas de abordar conteúdos da Geometria, como também evidencia a relevância de conceitos geométricos e espaciais no estudo de fenômenos astronômicos, o trabalho também oferece um modelo de aplicação prática da BNCC que pode ser útil para os professores que buscam inovar suas práticas pedagógicas.

Dessa forma, conclui-se que ao explorar a interdisciplinaridade entre Matemática e Astronomia, este trabalho não apenas une áreas do conhecimento, mas também abre portas para uma educação mais conectada com o universo ao nosso redor, proporcionando aos estudantes uma nova perspectiva sobre o mundo natural. A integração desses saberes transforma a educação, tornando-a mais dinâmica, criativa e relevante. Como bem afirmou Johannes Kepler: “A Geometria existe por toda a parte. É preciso, porém, olhos para vê-la, inteligência para compreendê-la e alma para admirá-la”.

REFERÊNCIAS

- ABREU, Nitecy Gonçalves de et al. **Concepções de interdisciplinaridade no trabalho docente dos professores de ensino médio da rede estadual e a reforma curricular: um estudo de caso**. 2009. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Pedagogia) – Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 2009.
- AFONSO, Germano Bruno. Astronomia indígena. **Reunião anual da SBPC**, v. 61, p. 1-5, 2009.
- ALMEIDA, Manoel de Campos. Origens da matemática. **Curitiba: Champagnat**, 1998.
- ALVARENGA, André Martins et al. **Educação Matemática e Astronomia**. São Paulo: Livraria da Física, 2015.
- ANDRADE, Selma Regina de et al. O estudo de caso como método de pesquisa em enfermagem: uma revisão integrativa. **Texto & Contexto-Enfermagem**, v. 26, p. e5360016, 2017.
- BRASIL, S. Ministério da Educação. **Base nacional comum curricular**. 2018.
- BERTOLAMI, Orfeu; GOMES, Cláudio. a origem do Universo. **Do Big Bang ao Homem**, 2018.
- CALLE-ÁLVAREZ, Gerzon Yair; VARGAS-FRANCO, Cindy Vanessa. Estilos de aprendizagem no desenvolvimento do pensamento espacial e geométrico no ensino fundamental. **Revista Lasallista de Investigación**, v. 19, n. 2, p. 101-117, 2022.
- CAMACHO, Natércia Maria Fernandes Pereira. **A Matemática e as suas conexões com o quotidiano: À descoberta da Matemática no dia-a-dia**. 2011. Dissertação de Mestrado. Universidade da Madeira (Portugal).
- CASTRO, Mendelssohn Aguiar de Lima. **Astronomia e o ensino de matemática**. 2023.

DE SOUZA, Amanda Salgueiro; TEIXEIRA, Ricardo Roberto Plaza. História Da Astronomia No Egito Antigo: Métodos De Medição Do Tempo E Educação Científica. **Revista Eixo**, v. 12, n. 1, p. 27-38, 2023.

DOS SANTOS, Róbson Lousa; DA CRUZ, Fernanda Gomes. A matemática de René Descartes. **Boletim Cearense de Educação e História da Matemática**, v. 3, n. 8, p. 30-47, 2016.

EVES, Howard. **Geometria: Tópicos de História da Matemática para uso em sala de aula**. Geometria Tradução Higino H Domingues. São Paulo, Atual, 1997

FAZENDA, Ivani et al. **Interdisciplinaridade no ensino superior: análise da percepção de professores de controladoria em cursos de Ciências Contábeis na cidade de São Paulo**. *Avaliação*, Campinas/Sorocaba, v. 16, n. 3, p. 499-532, nov. 2011.

GARCIA, Joe. A interdisciplinaridade segundo os PCNs. **Revista de educação pública**, v. 17, n. 35, p. 363-378, 2008.

GIL, A. C. **Como classificar as pesquisas**. São Paulo: Editora Atlas S. A., 2002.

GLEISER, Marcelo. **A dança do universo: dos mitos de criação ao Big-Bang**. Editora Companhia das Letras, 2006.

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

JUNIOR, Eduardo Brandão Lima et al. Análise documental como percurso metodológico na pesquisa qualitativa. **Cadernos da FUCAMP**, v. 20, n. 44, 2021.

LEITE, Cristina. **Formação do professor de Ciências em Astronomia: uma proposta com enfoque na espacialidade**. 2006. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo.

LOPES, M. H. O. **A retrogradação dos Planetas e suas explicações: Os Orbes dos Planetas e seus movimentos da Antiguidade a Copérnico**. 2001.232f. Dissertação (Mestrado em História da Ciência). Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, São Paulo. 2001.

LUCIA, Ana et al. **História da ciência: da Idade Média à atualidade**. São Paulo: Moderna, 2000.

MARTINS, Milene Rodrigues; BUFFON, Alessandra Daniela; NEVES, Marcos Cesar Danhoni. A astronomia na antiguidade: um olhar sobre as contribuições chinesas, mesopotâmicas, egípcias e gregas. **Revista Valore**, v. 4, n. 1, p. 810-823, 2019.

MENDES, Tiago Alves. **Abordagem metodológica do pensamento geométrico embasado no modelo de Van Hiele no ensino médio**. 2023. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Matemática) – Universidade Estadual de Goiás, Unidade Universitária de Porangatu, Curso de Licenciatura em Matemática, Porangatu, 2023.

MLODINOW, Leonard. **A Janela de Euclides. A Historia da Geometria: das Linhas Paralelas ao Hiperespaço**. São Paulo: Geração, 2005.

NEVES, Evandro Marques. **Rigidez dos triângulos**. 2014. 60 f. 2014. Tese de Doutorado. Dissertação (Mestrado Profissional em Matemática), Instituto de Biociências, Letras e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, São Paulo.

OLIVEIRA FILHO, Kepler de Souza. **Astronomia e Astrofísica** / Kepler de Souza Oliveira Filho, Maria de Fátima Oliveira Saraiva. 2ª Edição, São Paulo: Editora Livraria da Física, 2004.

PIASESKI, Claudete Maria. **A geometria no ensino fundamental**. 2010. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Matemática) – Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões, Campus de Erechim, Departamento de Ciências Exatas e da Terra, Curso de Matemática, Erechim, 2010.

RODAS NETO, Humberto Ferreira. **A importância da matemática no desenvolvimento da astronomia**. 2016. Dissertação (Mestrado Profissional em Matemática em Rede Nacional – PROFMAT) – Universidade Federal de Alagoas, Maceió, 2016.

ROQUE, Tatiana. **História da matemática**. Editora Schwarcz-Companhia das Letras, 2012.

REZENDE, Bráulio Luciano Alves et al. A INTERDISCIPLINARIDADE POR MEIO DA PEDAGOGIA DE PROJETOS: UMA ANÁLISE DO PROJETO HORTA E “COLAR: APRENDA CULTIVANDO HORTALIÇA “NUMA PERSPECTIVA CTSA. **Revista Eletrônica Debates em Educação Científica e Tecnológica**, v. 4, n. 01, p. 52-51, 2014.

SANTOS, Carla Patrícia Ferreira dos. **Fundamentos de geometria e astronomia esférica**. 2020. Dissertação (Mestrado em Educação para a Ciência) – Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Câmpus de Rio Claro, Rio Claro, 2020.

SILVA, Antonia Givaldete da. O professor dos anos iniciais e o conhecimento da geometria. 2014. 110 f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências e Matemática) – Centro de Educação, Programa de Pós Graduação em Ensino de Ciências e Matemática, Universidade Federal de Alagoas, Maceió, 2014.

SOUZA, Alessandra Cristina Peres de. **O movimento aparente do Sol e as estações do ano**. 2010. Trabalho de Conclusão de Curso (Programa de Desenvolvimento Educacional – PDE) – Universidade Estadual de Maringá, Secretaria Estadual de Educação, Umuarama, 2010.

THIESEN, Juares da Silva. A interdisciplinaridade como um movimento articulador no processo ensino-aprendizagem. **Revista brasileira de educação**, v. 13, p. 545-554, 2008.

VENTURA, Magda Maria. O estudo de caso como modalidade de pesquisa. **Revista SoCERJ**, v. 20, n. 5, p. 383-386, 2007.