

# UNIVERSIDADE ESTADUAL DA PARAÍBA CAMPUS VII CENTRO DE CIÊNCIAS EXATAS E SOCIAIS APLICADAS CURSO DE LICENCIATURA PLENA EM FÍSICA

JÚLIO CEZAR DE MORAES SANTOS

ELABORAÇÃO DE UM MANUAL DIDÁTICO: ENSINO DAS LEIS DE KEPLER ATRAVÉS DO SIMULADOR GAIA SKY

> PATOS-PB 2024

JÚLIO CEZAR DE MORAES SANTOS

# ELABORAÇÃO DE UM MANUAL DIDÁTICO: ENSINO DAS LEIS DE KEPLER ATRAVÉS DO SIMULADOR GAIA SKY

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Licenciatura de Física da Universidade Estadual da Paraíba como requisito à obtenção do título de graduado.

Área de concentração: Ensino de Física

Orientador: Prof. Dr. Rodrigo César Fonseca da Silva

PATOS-PB 2024 É expressamente proibida a comercialização deste documento, tanto em versão impressa como eletrônica. Sua reprodução total ou parcial é permitida exclusivamente para fins acadêmicos e científicos, desde que, na reprodução, figure a identificação do autor, título, instituição e ano do trabalho.



Elaborada por Kaliane Eveny Martins de Oliveira - CRB - 15/986

BSC7

JÚLIO CEZAR DE MORAES SANTOS

# ELABORAÇÃO DE UM MANUAL DIDÁTICO: ENSINO DAS LEIS DE KEPLER ATRAVÉS DO SIMULADOR GAIA SKY

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Licenciatura de Física da Universidade Estadual da Paraíba como requisito à obtenção do título de graduado.

Área de concentração: Ensino de Física

Aprovada em: 13/11/2024.

# **BANCA EXAMINADORA**

Prof. Dr. Rodrigo César Fonseca da Silva (Orientador) Universidade Estadual da Paraíba (UEPB)

Vilia

Prof. Dr. Marcelo da Silva Vieira Universidade Estadual da Paraíba (UEPB)

Profa. Aline Iana de Farias
Universidade Estadual da Paraíba (UEPB)

Ao meu pai, pela dedicação, companheirismo e esforço e a minha mãe, pela moral, respeito e disciplina DEDICO.

#### AGRADECIMENTOS

Ao meu pai, Aldo Cezar de Oliveira Santos, pelos esforços desempenhados na minha educação e pelos investimentos nos meus estudos, sempre me apoiando e não deixando que nada me faltasse.

À minha mãe, Creuza Inácio de Moraes, pelo esforço de nos educar de forma ética e moral, ensinando-nos o certo e o errado e nos livrando de trilharmos caminhos obscuros.

À minha avó, Maria de Oliveira Santos (in memoriam), pelos conselhos, pela alegria e pelo sonho realizado de ver seus netos formados no ensino superior.

À minha companheira, Edjane Maria da Conceição, por estar sempre comigo, me compreendendo e sendo paciente nos momentos mais difíceis.

Ao meu orientador Rodrigo Cezar Fonseca, por seus esforços e ensinamentos, sempre buscando o crescimento do curso e dos alunos, mostrando-nos o caminho certo a trilhar na vida acadêmica.

À professora Aline Iana, pelas leituras sugeridas ao longo da minha formação, pela cobrança incisiva e pelos seus conselhos ao longo de todo o curso.

Ao professor e coordenador do curso de Física, Marcelo, pela sua forma de comandar o curso e pela destreza em nos proporcionar um ambiente saudável e feliz em um curso extremamente difícil e cansativo.

A todos os meus familiares e amigos de turma que sempre me apoiaram e torceram por mim.

#### RESUMO

A inclusão de temas astronômicos no Ensino Médio pode despertar o interesse dos estudantes pela ciência, permitindo uma melhor compreensão e conexão dos conceitos de Física com situações do dia a dia. Além disso, a inserção de tais temas promove a interdisciplinaridade, permitindo uma maior integração entre diferentes contextos. Este trabalho aborda a utilização do software Gaia Sky como ferramenta educacional para o ensino das órbitas planetárias e das Leis de Kepler. O objetivo principal é elaborar um manual que auxilie professores e entusiastas a explorar e utilizar o Gaia Sky de maneira eficaz, promovendo uma aprendizagem mais dinâmica e interativa. Destaca-se a importância da Astronomia no contexto educacional, ressaltando seu potencial para fomentar abordagens interdisciplinares e uma compreensão mais precisa dos fenômenos astronômicos. A metodologia envolve a utilização de novas tecnologias de visualização e simulação para proporcionar uma aprendizagem mais envolvente, visando ao aprimoramento da qualidade do ensino de ciências. Os resultados indicam que o uso de simuladores baseados em dados reais contribui significativamente para uma aprendizagem mais sólida, ajudando a evitar concepções errôneas comuns sobre a Astronomia.

Palavras-Chave: Gaia Sky; Leis de Kepler; Astronomia; simulador.

## ABSTRACT

The inclusion of astronomical themes in high school can spark students' interest in science, allowing for a better understanding and connection of Physics concepts with everyday situations. Additionally, the integration of such themes promotes interdisciplinarity, enabling greater integration between different contexts. This study explores the use of the Gaia Sky software as an educational tool for teaching planetary orbits and Kepler's Laws. The primary objective is to develop a manual to assist teachers and enthusiasts in effectively exploring and utilizing Gaia Sky, fostering a more dynamic and interactive learning experience. The importance of Astronomy in the educational context is highlighted, emphasizing its potential to encourage interdisciplinary approaches and a more accurate understanding of astronomical phenomena. The methodology involves using new visualization and simulation technologies to provide a more engaging learning experience, aiming to improve the quality of science education. The results indicate that the use of simulators based on real data significantly contributes to a more solid learning, helping to avoid common misconceptions about Astronomy.

Keywords: Gaia Sky; Kepler's Laws; Astronomy; simulator.

# LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 –	Representação da 1ª Lei de Kepler	12
Figura 2 –	Representação de uma elipse	13
Figura 3 –	Representação da 2ª Lei de Kepler	14
Figura 4 –	Tela inicial de instalação do Gaia Sky	23
Figura 5 –	Diretório de instalação do programa	23
Figura 6 –	Criação de atalhos	24
Figura 7 –	Verificação de atualizações	24
Figura 8 –	Tela final da instalação do Gaia Sky	25
Figura 9 –	Tela inicial ao executar o Gaia Sky pela primeira vez	25
Figura 10 –	Conjunto de dados disponíveis para download	26
Figura 11 –	Conjunto de dados instalados e disponíveis	26
Figura 12 –	Programa totalmente funcional e pronto para ser executado	27
Figura 13 –	Ambiente padrão ao iniciar o Gaia Sky	28
Figura 14 –	Painel de tempo	29
Figura 14 – Figura 15 –	Painel de tempo Painel de câmera	29 30
Figura 14 – Figura 15 – Figura 16 –	Painel de tempo Painel de câmera Painel de visibilidade	29 30 30
Figura 14 – Figura 15 – Figura 16 – Figura 17 –	Painel de tempo Painel de câmera Painel de visibilidade Painel de configurações visuais	29 30 30 32
Figura 14 – Figura 15 – Figura 16 – Figura 17 – Figura 18 –	Painel de tempo Painel de câmera Painel de visibilidade Painel de configurações visuais Painel de Datasets	29 30 30 32 32
Figura 14 – Figura 15 – Figura 16 – Figura 17 – Figura 18 – Figura 19 –	Painel de tempo Painel de câmera Painel de visibilidade Painel de configurações visuais Painel de Datasets Painel de registros de localizações	29 30 30 32 32 33
Figura 14 – Figura 15 – Figura 16 – Figura 17 – Figura 18 – Figura 19 – Figura 20 –	Painel de tempo Painel de câmera Painel de visibilidade Painel de configurações visuais Painel de Datasets Painel de registros de localizações Paine de marcadores	29 30 32 32 33 34
Figura 14 – Figura 15 – Figura 16 – Figura 17 – Figura 18 – Figura 19 – Figura 20 – Figura 21 –	Painel de tempo Painel de câmera Painel de visibilidade Painel de configurações visuais Painel de Datasets Painel de registros de localizações Paine de marcadores Distância afélio	29 30 32 32 33 34 36
Figura 14 – Figura 15 – Figura 16 – Figura 17 – Figura 18 – Figura 20 – Figura 20 – Figura 21 – Figura 22 –	Painel de tempo Painel de câmera Painel de visibilidade Painel de configurações visuais Painel de Datasets Painel de registros de localizações Paine de marcadores Distância afélio Representação da órbita de Mercúrio afélio	29 30 32 32 33 34 36 36
Figura 14 – Figura 15 – Figura 16 – Figura 17 – Figura 18 – Figura 20 – Figura 20 – Figura 21 – Figura 22 – Figura 23 –	Painel de tempo Painel de câmera Painel de visibilidade Painel de configurações visuais Painel de Datasets Painel de registros de localizações Paine de marcadores Distância afélio Representação da órbita de Mercúrio afélio Distância periélio	29 30 32 32 33 34 36 36 37
Figura 14 – Figura 15 – Figura 16 – Figura 17 – Figura 18 – Figura 20 – Figura 20 – Figura 21 – Figura 22 – Figura 23 – Figura 24 –	Painel de tempo Painel de câmera Painel de visibilidade Painel de configurações visuais Painel de Datasets Painel de registros de localizações Paine de marcadores Distância afélio Representação da órbita de Mercúrio afélio Representação da órbita de Mercúrio periélio	29 30 32 32 33 34 36 36 37 38
Figura 14 – Figura 15 – Figura 16 – Figura 17 – Figura 18 – Figura 20 – Figura 20 – Figura 21 – Figura 22 – Figura 23 – Figura 24 – Figura 25 –	Painel de tempo Painel de câmera Painel de visibilidade Painel de configurações visuais Painel de Datasets Painel de registros de localizações Paine de marcadores Distância afélio Representação da órbita de Mercúrio afélio Representação da órbita de Mercúrio periélio Pontos 10 dias após e depois do periélio e afélio	29 30 32 32 33 34 36 36 37 38 39

# SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	9
2	FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	11
2.1	Leis de Kepler	11
2.1.1	Primeira Lei de Kepler (Lei das órbitas)	12
2.1.2	Segunda Lei de Kepler (Lei das áreas)	13
2.1.3	Terceira Lei de Kepler (Lei das órbitas	14
2.2	Uso de Tecnologia da informação e comunicação (TICs) no ensino da astronomia	17
2.3	Aplicação do Gaia Sky como ferramenta educacional	18
3	METODOLOGIA	20
3.1	Pesquisa Bibliográfica	20
3.2	Estudo e Análise do Software Gaia Sky	20
3.3	Elaboração do Manual	21
4	RESULTADO E DISCUSSÕES	22
4.1	Manual do Gaia Sky	22
4.1.1	Instalação do Gaia Sky no sistema operacional Windows	22
4.1.2	Configurações Iniciais	25
4.1.3	Conhecendo a interface do Gaia Sky	28
4.1.4	Movimentação e Tipos de Câmera	34
4.2	Leis de Kepler através do Gaia Sky	36
4.2.1	Primeira Lei de Kepler	36
4.2.2	Segunda Lei de Kepler	38
4.2.3	Terceira Lei de Kepler	40
5	CONCLUSÃO	42
	REFERÊNCIAS	43

### 1 INTRODUÇÃO

A inclusão de temas astronômicos no Ensino Médio pode despertar o interesse dos estudantes pela ciência, permitindo uma melhor compreensão e conexão dos conceitos de Física com situações do dia a dia. Esse aspecto é crucial no ambiente educacional pois o envolvimento dos alunos com conteúdo estudado aumenta a relevância do aprendizado, tornando-o mais relevante e facilitando a retenção a longo prazo.

A Astronomia também oferece oportunidade para abordagens interdisciplinares, permitindo a integração de conhecimentos entre disciplinas diferentes. A integração favorece a colaboração entre os educadores e proporciona uma visão mais ampla e contextualizada do conhecimento, como argumenta Dias e Santa Rita:

Devido ao seu elevado caráter interdisciplinar e à possibilidade de diversas interfaces com outras disciplinas (Física, Química, Biologia, História, Geografia, Educação Artística...), os conteúdos de Astronomia podem proporcionar aos alunos uma visão menos fragmentada do conhecimento, pensando mais adiante, esta disciplina poderia atuar como integradora de conhecimentos (2018, p. 56).

No entanto, o Ensino de Astronomia enfrenta dificuldade significativas devido ao baixo investimento, à falta de objetividade na forma como essa disciplina está inserida no currículo e à má formação de professores conforme evidencia Pinto (2018). Essa dificuldade é ainda maior devido à falta de materiais didáticos que abordem esse tema de forma efetiva, à complexidade dos conceitos e à disseminação de ideias errôneas por parte da mídia, livros, internet e professores. Sendo assim, é crucial o desenvolvimento de abordagens que promovam um entendimento mais amplo e realista da Astronomia, contextualizando os temas de forma que os estudantes possam associá-los à sua vida diária.

Este trabalho é motivado pela necessidade de utilizar novas tecnologias de visualização e simulação, como o simulador astronômico Gaia Sky, para proporcionar uma aprendizagem mais dinâmica e interativa. Ao utilizar o simulador, os alunos têm a oportunidade de se envolver de forma mais direta com o objeto de estudo, favorecendo uma aprendizagem mais dinâmica e envolvente. Dessa forma, a aplicação deste trabalho torna-se relevante para o aprimoramento da qualidade do ensino de ciências e da Astronomia.

Este trabalho tem como objetivo principal a elaboração de um manual sobre o software Gaia Sky e a exploração de sua aplicação no ensino das órbitas planetárias e das Leis de Kepler. O manual destina-se a auxiliar professores e entusiastas a explorar e utilizar o Gaia Sky de maneira eficaz, promovendo uma compreensão mais profunda das órbitas planetárias e das Leis de Kepler no contexto educacional do Ensino Médio.

# 2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

#### 2.1 Leis de Kepler

O modelo geocêntrico, que considerava o planeta Terra estático e no centro do universo, foi inicialmente proposto pelo filósofo grego Ptolomeu (séculos I e II d.C.), seguindo as ideias de Aristóteles (384–322 a.C.). Tal modelo foi utilizado por vários séculos por conseguir explicar de maneira efetiva vários fenômenos astronômicos estudados na época. Portanto, não era absurdo acreditar que a Terra ocupava o centro do universo devido a dados e observações limitadas.

De acordo com Carvalho e Nascimento (2019), Nicolau Copérnico (1473-1543 d.C.), insatisfeito com o modelo geocêntrico da época, começou a desenvolver sua teoria heliocêntrica por volta de 1510, o que resultou no pequeno tratado chamado *Commentariolus*. Este manuscrito, diferente de sua obra principal *De Revolutionibus Orbium Coelestium*, circulou apenas entre alguns estudiosos, de forma limitada e manuscrita. Copérnico continuou a desenvolver sua teoria até finalizar o *De Revolutionibus* por volta de 1530, embora tenha hesitado em publicá-lo. O *De Revolutionibus* foi impresso apenas em 1543, ano da sua morte.

No ano de sua morte, Copérnico apresentou o trabalho argumentando que seria mais conveniente estabelecer o Sol ao centro enquanto os outros planetas orbitavam-no. Essa ideia já tinha sido proposta por Aristarco de Samos no século III a.C., porém não teve grande aceitação. No entanto, Copérnico continuou com o pensamento grego de que os planetas orbitam o Sol de forma circular.

Só com as observações de Galileu Galilei (1564–1642), realizadas no século XVII, foi possível desmistificar a ideia de os astros serem perfeitos (ideia defendida pelos antigos gregos) pois foram observadas crateras e imperfeições na Lua e também descobriu-se que certos objetos orbitavam em torno de Júpiter, rompendo com as antigas ideias dos filósofos gregos, que acreditavam que os objetos celestes eram perfeitamente lisos e orbitavam o planeta Terra, conforme afirmam Baldow e Silva (2014):

Com essas descobertas, ele bateu de frente com as ideias Aristotélicas que diziam que os astros eram perfeitos e que as órbitas deles eram em superfícies concêntricas. As crateras e montanhas na Lua "quebravam" a defesa da perfeição, os satélites de Júpiter "furavam" as superfícies das

órbitas e também dava força ao Heliocentrismo, que dizia que junto com a Terra ia a Lua em torno dela. E, tendo outros satélites, reforçava essa "diferença" com a teoria de Ptolomeu. (p.48, 2014)

Contemporâneo de Galileu, o Astrônomo Dinamarquês Tycho Brahe (1546-1601) desfrutou de grande destaque em sua época devido às suas observações astronômicas meticulosas e sem precedentes. Suas medições precisas dos movimentos dos corpos celestes, especialmente dos planetas, forneceram uma base sólida para as pesquisas posteriores no campo da astronomia. Brahe compilou um vasto conjunto de dados astronômicos, incluindo registros detalhados das posições planetárias, que foram posteriormente fundamentais para o trabalho de Johannes Kepler.

Johannes Kepler (1571–1630) foi um renomado astrônomo, matemático e físico alemão que alcançou grande notoriedade no século XVII. Sua fama decorre do desenvolvimento das três leis que explicam os movimentos planetários. Essas leis representam uma ruptura com a visão geocêntrica amplamente difundida na época. Ao descrever precisamente as órbitas e o movimento dos planetas, o modelo heliocêntrico tornou-se mais coerente. Dessa forma, ocorreu uma transição entre esses dois modelos.

#### 2.1.1 Primeira Lei de Kepler (Lei das órbitas)

A primeira lei de Kepler descreve como se comportam as órbitas planetárias em volta de uma massa central, como o Sol. Essa lei representou uma grande revolução na compreensão do movimento planetário, pois representaria um afastamento da visão aristotélica e ptolomaica das órbitas perfeitamente circulares.

Essa descoberta fundamental é representada de maneira simples: uma elipse, onde um dos focos é ocupado pelo Sol, descreve a órbita do planeta. Ao abandonar a ideia de círculos perfeitos, Kepler introduziu a noção de órbitas elípticas, estabelecendo assim as bases para uma nova compreensão do universo.

Figura 1 – Representação da 1ª Lei de Kepler



A elipse, uma figura geométrica plana atribuída ao formato das órbitas, é definida como uma curva fechada no plano onde a soma das distâncias de todos os pontos da curva a dois pontos fixos, os focos, é constante. Nesse contexto, é importante destacar características como os próprios focos, o eixo maior, o eixo menor e a excentricidade.



A excentricidade da elipse desempenha um papel crucial no estudo das órbitas planetárias, fornecendo dados sobre a distância da órbita do planeta em relação a um círculo perfeito. Essa compreensão é crucial para a ciência moderna, enfatizando a relevância constante da primeira lei de Kepler no entendimento astronômico.

# 2.1.2 Segunda Lei de Kepler (Lei das áreas)

A segunda Lei de Kepler define como a velocidade de um planeta se comporta ao longo de sua órbita. Essa lei foi a primeira a ser descoberta por Kepler através dos estudos do movimento de Marte observados por Tycho Brahe sendo, portanto, crucial para o desenvolvimento da Astronomia Moderna e tendo influenciado diretamente cientistas como Isaac Newton.

De acordo com essa Lei, um planeta varre áreas iguais em intervalos de tempos iguais. Vimos na Primeira Lei que as órbitas dos planetas são elípticas e que o Sol ocupa um dos focos. Dessa forma, um planeta se move mais rapidamente quando está próximo do Sol e mais lentamente quando está distante.



A segunda Lei de Kepler proporcionou um entendimento mais profundo da dinâmica dos corpos celestes. A ideia de Kepler abriu caminho para avanços significativos no entendimento da Astronomia e da Gravitação.

## 2.1.3 Terceira Lei de Kepler (Lei dos períodos)

A terceira Lei de Kepler faz referência à forma como os períodos orbitais se relacionam com suas distâncias médias ao redor do Sol. Essa Lei insere uma relação matemática de grande importância que nos permite entender a dinâmica dos corpos celeste no nosso sistema solar.

A terceira lei de Kepler pode ser enunciada da seguinte maneira: O quadrado do período orbital de um planeta é proporcional ao cubo da distância média do planeta ao Sol.

Matematicamente, esta relação pode ser expressa como:

$$T^2 \propto a^3 \tag{1}$$

onde:

T é o tempo que o planeta leva para completar uma volta ao redor do Sol.a é a distância média do planeta ao Sol.

Para deduzir a terceira lei de Kepler, podemos começar considerando a lei da gravitação universal de Isaac Newton e as leis do movimento circular uniforme. Newton mostrou que a força gravitacional entre dois corpos pode ser expressa como:

$$F = \frac{GMm}{r^2} \tag{2}$$

Em que:

- *G* é a constante gravitacional.
- *M* é a massa do Sol.
- *m* é a massa do planeta.
- r é a distância entre o planeta e o Sol.

Vamos levar em consideração a força centrípeta. Para um movimento circular temos:

$$F_c = \frac{mv^2}{r} \tag{3}$$

Em que:

- m é a massa do planeta
- v é a velocidade orbital do planeta
- r é o raio da orbita

De acordo com De Carvalho Filho e Germano (2007), para que o planeta fique em órbita, a força gravitacional deve ser igual a força centrípeta, assim:

$$\frac{GMm}{r^2} = \frac{mv^2}{r} \tag{4}$$

Temos a massa em ambos os lados da igualdade, assim ficamos com a seguinte equação:

$$\frac{GM}{r^2} = \frac{v^2}{r} \tag{5}$$

Multiplicando ambos os lados da igualdade por r:

$$\frac{GM}{r} = v^2 \tag{6}$$

Portando, concluímos que a velocidade orbital é dada por:

$$v = \sqrt{\frac{GM}{r}} \tag{7}$$

Observe, também, que podemos expressar a velocidade orbital em termos do período orbital. Dessa forma temos:

$$v = \frac{2\pi r}{T} \tag{8}$$

Substituindo esse valor na equação (7), obtermos a seguinte expressão:

$$\frac{2\pi r}{T} = \sqrt{\frac{GM}{r}} \tag{9}$$

Elevando ambos os lados ao quadrado para eliminar a raiz:

$$\left(\frac{2\pi r}{T}\right)^2 = \frac{GM}{r} \tag{10}$$

Simplificando:

$$\frac{4\pi^2 r^3}{T^2} = \frac{GM}{r}$$
(11)

Isolando  $T^2$ :

$$4\pi^2 r^3 = GMT \tag{12}$$

Logo:

$$T^{2} = \frac{4\pi^{2}r^{3}}{GM}$$
(13)

A segunda para da equação (13) é a constante de proporcionalidade, portanto, vimos que a equação (1) é válida com sua forma final sendo:

$$\frac{T^2}{r^3} = \frac{4\pi^2}{GM}$$
(14)

A terceira lei de Kepler é crucial para a compreensão das órbitas planetárias e tem inúmeras aplicações na astronomia e na astrofísica. Por exemplo, permite a determinação das distâncias dos planetas ao Sol quando se conhece o período orbital.

A terceira lei de Kepler, é uma das leis mais importantes da mecânica celeste. Sua dedução a partir das leis de Newton não só validou a observação empírica de Kepler, mas também forneceu uma base teórica que ajudou a moldar nossa compreensão do universo.

# 2.2 Uso de Tecnologia da informação e comunicação (TICs) no ensino da astronomia

Hoje, o acesso aos mais variados temas está ao alcance de quase qualquer pessoa através da internet. Isso se deve, em grande parte, aos avanços tecnológicos que vêm crescendo de maneira acelerada nos últimos anos. Com isso, o professor ganha diversas ferramentas para auxiliá-lo em sala de aula, pois esses avanços tecnológicos também se inserem no contexto educacional através de softwares, simuladores, salas virtuais e um leque de ferramentas online que auxiliam no processo educacional.

Nesse aspecto, o uso de ferramentas tecnológicas dentro de sala de aula promove facilidades para visualização e compreensão de fenômenos naturais. No entanto, o uso da tecnologia não significa, de imediato, uma melhora na compreensão dos assuntos por parte dos alunos. Isso só ocorre quando o aluno consegue captar

as informações em sua estrutura cognitiva, dando-lhes significado e tendo uma postura crítica quando se depara com novas informações. Dessa forma, a tecnologia passa a ter um papel importante na construção desse conhecimento, conforme afirma Jesus:

Um aumento na qualidade do ensino pode ocorrer com o uso de softwares ou aplicativos e novas mídias no auxílio do desenvolvimento do raciocínio lógico e da criatividade dos estudantes. Estas são ferramentas que podem levá-los a testar suas hipóteses e construir sua reflexão e censo crítico por meio da interação com as mídias eletrônicas. (p.7)

Com isso, uma das tecnologias bastante benéficas no ensino da Astronomia é a utilização de simuladores, pois, ao abordar um assunto, nem sempre podemos ver tal fenômeno ocorrendo ou, por conta da luminosidade das cidades, eventos climáticos ou da própria localização da pessoa, pode ter uma difícil visualização. Portanto, os simuladores ajudam a estudar os fenômenos astronômicos que em grande parte das vezes seriam impossibilitados devido a incapacidade de visualização por situações adversas.

Ao decidir pela utilização de um simulador para trabalhar assuntos específicos, o professor necessita estar preparado e seguro para a utilização dessas ferramentas. Por isso é necessário a dedicação de tempo para estudo e familiaridade com os simuladores. Isso faz-se necessário para que a inserção da ferramenta tenha efetividade no processo de ensino-aprendizagem e não seja apenas uma artificio no momento da aula.

No entanto, o papel do professor como intermediador do conhecimento ainda é o ponto principal em sala de aula. A tecnologia, apesar de favorecer de forma significativa, não pode substituir o papel do professor no âmbito educacional, servindo como meio e não como a finalidade da educação. Dessa forma, a astronomia aliada com a tecnologia favorece e não invalida o papel do professor conforme afirma Becker e Strieder

> A Astronomia é uma excelente ferramenta motivadora para a aprendizagem e quando aliada a tecnologia, torna-se mais fácil e atrativa. Os simuladores tem o potencial de auxiliar nesta aprendizagem, mas de forma alguma procura substituir o papel relevante do professor, as aulas em laboratório experimental ou a beleza de um céu estrelado. (2011, p.406)

## 2.3 Aplicação do Gaia Sky como ferramenta educacional

No ensino da astronomia, os simuladores desempenham um papel importante e essencial para a visualização de fenômenos astronômicos como é evidenciado por Hansen et al. (2020) e Becker e Strieder (2011). Nesse contexto, o Gaia Sky vem ganhando grande notoriedade, pois apesar de ser um software recente e pouco conhecido, as possibilidades educacionais nele são enormes, oferecendo uma gama de experiências e de aprendizado única.

Em relação a outros simuladores bastante conhecidos, como o Stellarium e o Celesta. O Gaia Sky apresenta uma série de diferenças, como o caso de poder navegar livremente não só pelo sistema solar, mas visualizar o centro das galáxias e observar de perto estrelas bastante estudadas daqui da Terra. Assim, ao contrário de outros softwares, que utilizam modelos simplificados ou teóricos, o Gaia Sky utiliza dados reais coletados da ESA. Isso proporciona uma oportunidade de explorar o cosmos com uma precisão mais profunda dos fenômenos astronômicos.

Esse tipo de abordagem, utilizando dados reais, contribui significativamente para uma aprendizagem mais sólida, pois ao interagir com um ambiente que simula fielmente a estrutura e a dinâmica do espaço, os alunos são capazes de desenvolver uma compreensão mais precisa dos fenômenos astronômicos.

Além disso, o uso de simuladores baseados em dados reais, ajuda a evitar concepções errôneas e equívocos comuns sobre a astronomia. Muitos estudantes podem ter ideias errôneas sobre as órbitas, não terem a perspectiva da real distância entre os planetas e, até mesmo, confundirem as dimensões dos planetas baseados nas ilustrações frequentemente encontradas nos livros didáticos.

#### **3 METODOLOGIA**

A metodologia utilizada para a elaboração deste trabalho consistiu em um estudo teórico-prático, focado na criação de um manual didático sobre o software Gaia Sky para o ensino das Leis de Kepler. O desenvolvimento do manual seguiu as seguintes etapas:

#### 3.1 Pesquisa Bibliográfica

Foi realizada uma revisão bibliográfica sobre as Leis de Kepler e a importância do uso de simuladores de Astronomia. Os principais autores que corroboram com o uso de simuladores foram Hansen et al. (2020) e Becker e Strieder (2011). Seus trabalhos sobre o uso de tecnologia de simulação no ambiente educacional demonstraram relevância no uso das TICs, destacando a implementação de simuladores como ferramenta pedagógica. A pesquisa fundamentou a elaboração do conteúdo teórico do manual e a escolha do software *Gaia Sky* como ferramenta educacional.

Nesta etapa foi possível avaliar a viabilidade do software baseado em trabalhos já consolidados e que se mostraram bastante promissores no ambiente educacional.

#### 3.2 Estudo e Análise do Software Gaia Sky

Nesta etapa, foi realizado um estudo aprofundado das funcionalidades e recursos do simulador Gaia Sky. O software foi instalado e configurado em um ambiente de teste, seguindo as instruções de instalação fornecidas no site oficial do simulador. Foram exploradas as diferentes funcionalidades do Gaia Sky, como navegação no espaço tridimensional, a visualização de órbitas planetárias e a simulação dos fenômenos astronômicos, com foco na compreensão das Leis de Kepler.

Foram identificadas ferramentas essenciais para o ensino dessas leis, como a representação das órbitas elípticas e a variação de velocidades planetárias. Apesar do *software* conseguir desempenhar bem em computadores com o *hardware* simples, foram observadas limitações quando pacotes mais robustos eram instalados. Portanto, caso o professor necessite trabalhar com dados mais detalhados e pacotes

maiores, necessitará de um *hardware* robusto para o pleno funcionamento do *software*.

#### 3.2 Elaboração do Manual

Com base no estudo do *software* e nas necessidades identificadas na revisão bibliográfica, foi elaborado um manual didático destinado a professores e entusiastas da Astronomia. O manual foi estruturado em seções que abordam desde a instalação até a aplicação prática no ensino das Leis de Kepler com exemplos práticos de como fazer as demonstrações de tais Leis. Cada seção inclui instruções detalhadas e imagens ilustrativas que auxiliam na compreensão do uso do simulador.

Após a elaboração inicial do manual, foram realizadas revisões para garantir a clareza e a objetividade das instruções. O conteúdo foi ajustado conforme feedbacks de colegas e do orientador para garantir que o material atenda às expectativas do público-alvo e auxilie no ensino das Leis de Kepler de forma prática e acessível.

#### 4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

#### 4.1 Manual do Gaia Sky

O Gaia Sky é um software gratuito de virtualização astronômica que simula fielmente o espaço com base em dados coletados pela missão Gaia da ESA, lançada para mapear milhões de estrelas. Destaca-se pela capacidade de explorar superfícies planetárias, visualizar eclipses em tempo real, realizar observações de estrelas, bem como acompanhar suas movimentações e velocidades radiais. Portanto, trata-se de um simulador completo para quem deseja estudar o espaço por meio de dados realistas.

Um dos aspectos que potencializa o *Gaia Sky* como um simulador poderoso para abordar contextos astronômicos em sala de aula é a possibilidade de instalar pacotes separadamente. Ao baixar o *software*, apenas a interface básica e as opções de configuração estão disponíveis. Conforme necessário, o professor pode fazer o download dos pacotes de interesse. Isso é fundamental para garantir que computadores com capacidade de *hardware* limitada consigam executar o programa de forma eficiente, uma vez que ele abrange milhões de estrelas e diversos planetas, cada um com uma riqueza de detalhes. Assim, se o objetivo é estudar apenas o sistema solar, um simples pacote inicial já oferece toda a visualização e detalhes dos planetas e satélites do nosso sistema.

Adicionalmente, o *software* proporciona uma variedade de opções de personalização que permitem ao usuário ajustar conforme sua preferência, incluindo a escala de tempo, a posição da câmera e dos objetos a serem exibidos. Também é possível mostrar apenas os elementos desejados, ocultando estrelas, planetas, galáxias, asteroides, entre outros, para uma visualização mais focada no objeto de estudo.

#### 4.1.1 Instalação do Gaia Sky no sistema operacional Windows

A instalação é simples e pode ser feita a partir de poucos cliques ou comandos, basta acessar o link: <u>https://zah.uni-heidelberg.de/gaia/outreach/gaiasky/downloads</u> e baixar o instalador ou acessar os comandos de acordo com seu sistema operacional. Ao baixar o instalador no link fornecido acima basta seguir os seguintes passos:

- Clique duas vezes sobre o instalador baixado (provavelmente se encontrará na pasta de downloads);
- Após aparecer a tela de instalação clique em "Next":



Figura 4 – Tela inicial de instalação do Gaia Sky

Fonte: Elaboração própria

 Em seguida, o programa perguntará em que diretório você deseja salvá-lo, recomendo que deixe como está para evitar possíveis dificuldades em futuras instalações, e apenas clique em Next, mas sinta-se à vontade para modificar.



# Figura 5 – Diretório de instalação do programa

Fonte: Elaboração própria

 Nessa parte você criará um atalho na área de trabalho para facilitar o acesso ao programa, deixe as duas caixas de seletores marcadas conforme a imagem abaixo:



Figura 6 - Criação de atalhos

Fonte: Elaboração própria

 Agora chegou o momento de definir com que frequência você deseja que o software verifique se há atualizações disponíveis, recomendo que deixe essa verificação semanal:



Figura 7 – Verificação de atualizações

Fonte: Elaboração própria

 Finalmente, se tudo ocorrer como o esperado, o software estará pronto para ser executado:



Fonte: Elaboração própria

#### 4.1.2 Configurações Iniciais

Ao instalar e executar o programa, o usuário notará que ele não funcionará de imediato. Isso ocorre porque nenhum conjunto de dados ou catálogo de objetos foi baixado. Portanto, duas mensagens serão exibidas na tela para evidenciar essa situação. A primeira mensagem, em vermelho, informa que nenhuma base de dados foi selecionada, enquanto a segunda mensagem, em laranja, alerta sobre a falta de seleção de qualquer catálogo estelar.



Figura 9 – Tela inicial ao executar o Gaia Sky pela primeira

Fonte: Elaboração própria

Para resolver isso basta clicarmos em "Dataset manager" e um leque de opções surgirá:

itan		Available for download	Installed	
	Filter			
			High resolution textures	
			Available for download	100000
	0-	GA		100000
	· • • Texture packs	Typ	e: Texture packs	
	High resolution textures	O Kei	: hi-res-textures	
	Server version: 11 282,9 MB	Siz	: 202,9 MB	
			objects	
			ps://gola.ari.uni-heidelberg.de/golasky/files/repository/tex	
	A Release details	A Hig	h resolution texture pack including some 4K and 8K textures and cubemaps for planet	
	Server version: 2 10.58	U sui	faces and asteroids.	
		Rel	ese notes:	
	🕸 Gaia DR3 medium	θ.,	r stor texture DU	
	Server version: 2 3,3 68	- u	odate high and ultra milky way skybax images with 2500 px and 4000 px versions	
		res	pectively, generated from ESA's 'Gala's sky in colour' images.	
	* Gaia DR3 large	<b>U</b> File		
	Jerver veraion. L. 0,0 du	Sdi	ita/default-data/hi-res-textures	
	🖈 Gaia DR3 very large	O Sdi	sta/default-data/tex/base//#QUAL#/~high.jpg	
	Server version: 2 29,9 GB	\$di	sta/default-data/tex/base//#QUAL#/-high.png	
		Şd	ita/default-data/tex/base/%#QUAL#%-ultra.png	
	Server version: 2 US 2 58	t sui	ita/default-data/tex/skybox/%#QUAL#%-ultra	
		\$4	sta/default-data/tex/cubemap//#QUAL#%-high	
1000	🖈 Gaia DR3 bright	• Sdi	sta/default-data/tex/cubemap/%#QUAL#%-ultra	
NGC	Server version: 2 766,5 MB	Şdı	ata/ = C:/Users/jlczr/.gaiasky/data	
	and the second			
	T GOIG DR9 RUWE	•		
	Data locatio	C:\Us	aua/icst/Galaak/ioata	
			download	
			Close	

Figura 10 – Conjunto de dados disponíveis para download.

Fonte: Elaboração própria

Procure pelo *Base data pack* e o *Gaia DR3 Small*. Esses conjuntos de dados já são suficientes para estudarmos vários fenômenos no nosso sistema solar. No entanto, diversos conjunto de dados estão disponíveis para o uso, basta selecioná-lo e baixar conforme necessário, mas lembre-se, quanto maior o catálogo baixado mais processamento de dados exigirá e, consequentemente, mais *hardware* do seu computador.

Figura 11 – Conjunto de dados instalados e disponíveis.



Fonte: Elaboração própria

Para baixar qualquer conjunto basta clicar na seta para baixo disponível ao lado direito do nome do pacote. O *Base data pack* contém os planetas e os satélites naturais (luas) do sistema solar, constelações, órbitas, além de grids e localizações importantes. O *Gaia DR3 Small* contém um pequeno catálogo de estrelas, mas suficientes para qualquer estudo que queiramos fazer no Ensino Médio. É possível ver todos os pacotes baixados na aba *installed*.

Após todo o processo de instalação e configuração inicial dos conjuntos de dados, o software ficará disponível para iniciar conforme o planejado. Observe como ficará a tela do software quando tudo estiver pronto para iniciar:

**Figura 12** – Programa totalmente funcional e pronto para ser executado.



Fonte: Elaboração própria

#### 4.1.3 Conhecendo a interface do Gaia Sky

Ao executar o programa pela primeira vez, o planeta Terra estará central na tela do simulador, é possível ver os outros planetas do sistema solar, o Sol e a Lua. Todos esses objetos fazem parte do *Base data pack*. Todas as estrelas ao fundo fazem parte do catálogo de estrelas do *Gaia DR3 Small*, observe que mesmo sendo o menor catálogo de estrelas disponível, existem milhares de estrelas disponíveis para estudo.

. Na parte de cima notamos algumas informações básicas, como o dia a hora, o tipo de modo de visualização, o objetivo em foco e de qual objeto a câmera se encontra mais próxima. No canto inferior esquerdo temos algumas informações desse objeto em foco, como sua distância até o Sol, sua velocidade, ângulos. Também podemos ver informações da câmera e do próprio ponto, que seria o mouse.

Figura 13 – Ambiente padrão ao iniciar o Gaia Sky.



Fonte: Elaboração própria

Para utilizarmos o Gaia Sky e todos os seus recursos disponíveis, devemos dominar as ferramentas de controle, pois é a partir dele que grande parte das funcionalidades mais interessantes do Software estarão disponíveis. Dessa forma, vamos detalhar um pouco mais cada Ferramenta encontrada nesta seção.

#### 1. Painel de tempo - tecla de atalho: t

O controle do tempo permite definir um horário ou data específica para o estudo de eventos astronômicos. Pode-se definir uma data clicando no ícone de lápis ou usar os botões de play para permitir que o tempo avance. Além disso, os botões de acelerar e desacelerar estão disponíveis conforme necessário para ajustar a velocidade do tempo.





Fonte: Elaboração própria

# 2. Painel de câmera - atalho: c

Nesse painel podemos definir como será o modo de visualização dentro do Gaia Sky. É nela que encontraremos o modo *free* ou *focos*, mas à frente veremos mais a fundo esses dois tipos de câmera e sua importância na movimentação dentro do software.



Figura 15 - Painel de câmera.

Fonte: Elaboração própria

# 3. Painel de visibilidade - atalho: v

Aqui podemos selecionar quais objetos desejamos ver no espaço. Por exemplo, podemos ocultar as estrelas para termos uma visualização mais limpa das órbitas terrestres, ou podemos mostrar as etiquetas com os nomes dos planetas para localizá-los.

Figura 16 – Painel de visibilidade.



Fonte: Elaboração própria

A quantidade de objetos que podem ser visualizados ou desabilitados configura-se como um recurso fundamental do simulador, permitindo uma ampla gama de personalização e de formas de se estudar o espaço. Essa flexibilidade torna-se crucial para o processo de aprendizado, pois possibilita ao usuário:

- Focar em objetos específicos: Eliminar elementos irrelevantes do campo de visão auxilia na concentração e no aprofundamento do estudo, direcionando a atenção para os pontos de maior interesse.
- Explorar diferentes perspectivas: Desativar ou reativar objetos de forma dinâmica permite a análise do ambiente virtual sob diversos ângulos, promovendo uma compreensão mais abrangente do espaço.
- Adaptar a ferramenta às suas necessidades: A customização da visualização garante uma experiência de aprendizado personalizada, atendendo às demandas e preferências individuais de cada usuário.

# 4. Painel de configurações visuais - atalho: I

O Gaia Sky oferece um conjunto abrangente de ferramentas para manipulação de diversos aspectos da visualização, permitindo aos usuários personalizar a experiência de acordo com suas necessidades e objetivos de estudo. Através das configurações visuais, é possível ajustar elementos como:

 Brilho das estrelas: A modulação do brilho das estrelas facilita a análise de estrelas com diferentes magnitudes, permitindo o estudo comparativo de suas características.

- Magnitude: A manipulação da magnitude das estrelas possibilita a simulação de diferentes condições de observação, desde céus escuros até ambientes urbanos com poluição luminosa.
- Tamanho da estrela: O ajuste do tamanho das estrelas facilita a visualização e a identificação de estrelas em diferentes fases de seus ciclos de vida, desde anãs vermelhas até gigantes vermelhas.
- Luz ambiente: A modulação da luz ambiente permite a simulação de diferentes condições atmosféricas, como aurora boreal e crepúsculo, possibilitando o estudo da influência da atmosfera na observação astronômica.



Figura 17 – Painel de configurações visuais.

Fonte: Elaboração própria

# 5. Painel de conjuntos de dados - atalho: d

A ferramenta de conjuntos de dados permite o gerenciamento dos pacotes necessários para visualização de objetos astronômicos. Com isso, todos os conjuntos de dados baixados podem ser acessados e manipulados dentro da própria interface do programa, inclusive ocultando os pacotes sem ser necessário reiniciar o programa para fazê-lo.

Figura 18 – Painel de configurações visuais.



Fonte: Elaboração própria

# 6. Painel de Registro de localizações

Quando um objeto, como um planeta, uma estrela ou qualquer outro elemento, é selecionado dentro do simulador, um breve registro dessas interações é armazenado, facilitando o acesso futuro a esses objetos. O software Gaia Sky oferece um painel de controle dedicado para esse fim, localizado abaixo do Painel de Conjuntos de Dados e identificado por um ícone em forma de alfinete. Este recurso proporciona uma maneira eficiente de marcar e revisitar pontos de interesse dentro do simulador.

0			ation los			
		Dione	(0.5)	•1 •1		
		Hugiela	(1s)	+1 1		
	Э:	Deimos	[15]	+1 1		
		Phobos	(1s)	+1 1		
		Mars	[1s]	+1 1		
		Sun	(2s)	+1 👲		
		Mercury	(2 s)	+1 1		

Figura 19 – Painel de registros de localizações.

Fonte: Elaboração própria

7. Painel de Marcadores - atalho: b

Bastante útil para ter acesso rápido aos principais pontos de interesse, o Painel de Marcadores lista os principais satélites, estrelas, planetas, aglomerados de estrelas entre outros objetos celestes. Todo o repertório listado estará disponível de acordo com a base de dados instalada.



Figura 20 – Painel de marcadores.

Fonte: Elaboração própria

# 4.1.4 Movimentação e Tipos de Câmera

A movimentação dentro do Gaia Sky é a principal ferramenta para uma perfeita utilização do software, pois devemos saber posicionar a câmera com perfeição para observar o que desejamos. Isso parece ser algo trivial, mas o domínio e o entendimento dos modos de visualização e de movimentação costuma ser uma das maiores dificuldades dentro desse simulador. Dentro do Gaia Sky temos quatro modos de visualização:

# 1. Modo Foco.

Ao iniciar o simulador, o modo padrão é ativado automaticamente. Nele, a câmera permanece fixa no objeto em foco, permitindo que o usuário explore seus detalhes sem perder de vista. Ao iniciar o Gaia Sky, basta usar as teclas de direção do seu computador para perceber que, embora a câmera se mova, isso ocorre apenas em torno do objeto "preso" na tela.

A principal vantagem desse modo é garantir que objetos de interesse não saiam do campo de visão. Por exemplo, ao observar a rotação da Terra, sem o modo

de foco, assim que o tempo avançasse, a Terra sairia do campo de visão da câmera. Isso acontece porque a Terra está constantemente em movimento no espaço, enquanto a câmera permanece estática. Portanto, esse modo proporciona uma visualização mais centrada no objeto em questão.

O objeto pode ser selecionado clicando duas vezes nele com o botão esquerdo. Dessa forma, mesmo se estiver em outro modo, o modo foco é selecionado. Ao clicar em (Crt + f) e pesquisar por algum objeto, ao selecioná-lo o objeto também entrará no modo foco automaticamente. A tecla de atalho para esse modo é 1.

- Movimentação no modo foco
  - Seta para cima ↑: câmera para frente;
  - Seta para baixo ↓: câmera para trás;
  - Seta para direita  $\rightarrow$ : girar para a direita;
  - o Seta para esquerda ←: girar para a esquerda

# 2. Modo livre

Esse modo não prende nenhum objeto e permite que se mova livremente pelo espaço. Talvez seja um dos modos mais fáceis de se perder um objeto e é melhor utilizado para a visualização de estrelas distantes ou do próprio centro galáctico. A tecla de atalho para esse modo é 0.

- . Movimentação no modo foco
  - Seta para cima ↑: câmera para frente;
  - Seta para baixo ↓: câmera para trás;
  - Seta para direita  $\rightarrow$ : girar para a direita;
  - o Seta para esquerda ←: girar para a esquerda

O modo livre é bastante importante dentro do simulador pois através dele podemos explorar o universo sem precisar de uma trajetória pré-definida o que permite uma facilidade para a observação de objetos astronômico de diferentes ângulos e perspectivas, proporcionando uma compreensão mais abrangente das suas posições e movimentos relativos

Esse modo pode ser bem aproveitado para apresentações ou criação de material educacional, onde podemos focar em determinados objetos para destacar pontos específicos, podendo ser útil para observar a maneira como certos fenômenos ocorreu ao decorrer de diversos milhares de anos.

#### 4.2 Leis de Kepler através do Gaia Sky

#### 4.2.1 Primeira Lei de Kepler

Conforme a Primeira Lei de Kepler afirma, as órbitas dos planetas possuem uma forma elíptica, portanto, a distância entre a Terra e o Sol varia ao longo de sua órbita. A distância média entre o Sol e a Terra é de aproximadamente 1 UA (Unidade Astronômica), equivalente a cerca de 149,6 milhões de quilômetros. Ao observarmos o simulador, podemos identificar os pontos de Afélio e Periélio da órbita terrestre e perceber que essa distância varia ao longo do tempo. Por exemplo, o Afélio em 2024 ocorreu em 5 de julho, momento em que a distância entre a Terra e o Sol foi de aproximadamente 1,17 unidades astronômicas, conforme evidenciado pelo simulador.



Figura 21 – Distância Afélio.

Fonte: Elaboração própria

Figura 22 – Representação da órbita de Mercúrio afélio.



Também é importante destacar que o Periélio da Terra em relação ao Sol ocorreu em 2 de janeiro de 2024, quando a Terra esteve a uma distância de aproximadamente 0,983 unidades astronômicas do Sol. Esta informação também é corroborada pelo simulador.



Figura 23 - Distância Periélio.

Fonte: Elaboração própria



Fonte: Elaboração própria

Concluímos que o sol varia sua distância em relação ao Sol, dessa forma sua órbita não é perfeitamente circular, tendo uma distância máxima de 1,17 unidades astronômicas e uma distância mínima de 0,983 o que vai de encontro com o que diz a Primeira Lei de Kepler, que as órbitas são elípticas.

Portanto, podemos utilizar essas informações para elucidar os alunos quanto a forma elíptica da orbita terrestre, destacando que caso essas distâncias não variassem conforme o planeta se move em sua órbita, então sua órbita seria perfeitamente circular, o que não se verificou ao analisarmos a órbita terrestre.

#### 4.2.2 Segunda Lei de Kepler

Para estudar a segunda Lei de Kepler no Gaia Sky, o professor deve ativar a visualização da órbita do planeta. Vamos fazer o estudo das leis dos períodos em relação ao planeta mercúrio.

Como evidenciado na Primeira Lei, um planeta percorre uma órbita elíptica ao em torno do sol com o Sol ocupando um dos focos. Dessa forma a velocidade do planeta não é constante pois ao se aproximar do Sol a força gravitacional sobre esse planeta também é modificada. Assim, em seu periélio o planeta terá uma velocidade maior, e no seu afélio o planeta terá uma velocidade menor, como a segunda Lei afirma que o planeta percorre áreas iguais em intervalos de tempos iguais, uma consequência disso é a variação de sua velocidade que pode ser percebida no software Gaia Sky.

Ao centralizar o Sol e desativar e deixar apenas o conjunto base de dados ativado, podemos visualizar de forma mais limpa o sistema solar. O período orbital de mercúrio equivale a aproximadamente 88 dias terrestres, no software localizamos seu afélio e periélio e fizemos a marcação de 10 dias antes e posterior tanto do afélio quanto do periélio obtendo os seguintes pontos:





Fonte: Elaboração própria

Através de um software de manipulação de imagens "*inkscape*" podemos marcas as áreas percorridas visualmente por mercúrio e evidenciar as áreas:

**Figura 26** – Ilustração obtida com ajuda do Gaia Sky: áreas percorridas.



Fonte: Elaboração própria

A imagem Figura 26 mostra a área varrida visualmente através do Gaia Sky do planeta mercúrio. A área 1 é a órbita de 20 dias baseado no periélio do planeta, neste caso a velocidade é ligeiramente maior (visualmente) do que a área 2 que é baseada em volta do periélio da órbita. Note que a determinação do afélio e periélio foi determinado a partir da distância do planeta que pode ser visualizada na secção de "ponto de foco e informações da câmera".

Visualmente, através da aceleração do tempo no software, o aluno consegue observar a diferença de velocidade quando o planeta se aproxima do periélio em relação ao afélio.

#### 4.2.3 Terceira Lei de Kepler

Para a Terceira Lei de Kepler vamos estudar a órbita de mercúrio pela proximidade do Sol, observando sua relação entre o período orbital e o raio médio em sua órbita ao redor do Sol.

Siga os seguintes passos para a visualização mais precisa:

- Com o Gaia Sky aberto e totalmente funcional clique no Bookmark no painel de controle do simulador e no sistema solar selecione mercúrio;
- Em seguida posicione a câmera de modo que sua órbita seja perfeitamente visualizada na sua tela;

- Nas informações de câmera observe a quantidades de dias para o planeta Mercúrio dá uma volta completa em torno do Sol e, posteriormente, anote a distância até o Sol do periélio e do afélio.
- Após conseguir a quantidade de dias, observe o raio médio da órbita, que pode ser visualizado conforme feito para o exemplo da 1ª Lei de Kepler.

Os resultados se aproximarão dos seguintes:

$$T_{merc{u}rio} = 0,241 \ anos$$
  
 $R_{merc{u}rio} = 0,387 \ Unidades \ Astronômicas$ 

Pela equação da 3ª Lei de Kepler temos:

$$\frac{T^2}{r^3} = k \tag{15}$$

Ao substituir os resultados na equação teremos o valor muito próximo de 1, confirmando a 3ª Lei de Kepler.

# **5 CONCLUSÃO**

Este estudo teve como principal objetivo explorar o potencial do Gaia Sky como uma ferramenta educacional no ensino de Astronomia e Ciências Espaciais, com foco nas Leis de Kepler. Através de uma revisão bibliográfica, identificou-se a importância da utilização de tecnologias de simulação para melhorar a compreensão dos alunos sobre fenômenos astronômicos complexos. O Gaia Sky demonstrou ser uma plataforma bastante completa para ensinar conceitos astronômicos, pois utiliza dados reais coletados pela missão Gaia da ESA, oferecendo uma simulação fiel do espaço e permitindo a visualização de órbitas planetárias, eclipses e estrelas em tempo real.

Durante a pesquisa, foram detalhadas as funcionalidades do software, que foram integradas a um manual prático, desenvolvido para auxiliar professores na sua utilização em sala de aula. O manual fornece instruções essenciais sobre instalação, configurações e personalização da interface, garantindo que educadores possam ter uma experiência inicial com o uso do simulador. Além disso, exploramos a aplicação do Gaia Sky no ensino das Leis de Kepler, mostrando como ele pode ser usado para demonstrar de forma interativa as órbitas elípticas e a variação de velocidades planetárias.

Portanto, conclui-se que o Gaia Sky é uma ferramenta com grande potencial no contexto educacional, especialmente para o ensino de conceitos astronômicos complexos. Sua capacidade de oferecer uma experiência visual e interativa rica pode possibilitar uma aprendizagem mais dinâmica e envolvente, que pode enriquecer significativamente o processo de ensino de Ciências Espaciais e Astronomia no Ensino Médio. Com isso, o simulador é uma alternativa promissora para aproximar os alunos de temas científicos e despertar o interesse pela exploração do universo.

# REFERÊNCIAS

BECKER, Willyan Ronaldo; STRIEDER, Dulce Maria. O uso de simuladores no ensino de astronomia. **Encontro nacional de informática e educação**, v. 2, p. 398, 2011.

CARVALHO, H. R. de; NASCIMENTO, L. A. do. COPÉRNICO E A TEORIA HELIOCÊNTRICA: CONTEXTUALIZANDO OS FATOS, APRESENTANDO AS CONTROVÉRSIAS E IMPLICAÇÕES PARA O ENSINO DE CIÊNCIAS. **Revista** Latino-Americana de Educação em Astronomia, São Carlos (SP), n. 27, p. 7–34, 2019. DOI: 10.37156/RELEA/2019.27.007.

Carvalho Filho, Joel Câmara de. Astronomia: Interdisciplinar / Joel Câmara de Carvalho Filho, Auta Stella de Medeiros Germano. – Natal, RN: EDUFRN, 2007.

DIAS, C. A. C. M.; SANTA RITA, J. R. INSERÇÃO DA ASTRONOMIA COMO DISCIPLINA CURRICULAR DO ENSINO MÉDIO. **Revista Latino-Americana de Educação em Astronomia**, São Carlos (SP), n. 6, p. 55–65, 2008. DOI: 10.37156/RELEA/2008.06.055. Disponível em: https://www.relea.ufscar.br/index.php/relea/article/view/121. Acesso em: 22 abr. 2024.

FERREIRA, Gabriellen Thaila Alves; DE OLIVEIRA, Keiliane Almeida; DE OLIVEIRA, Leticia Maria. Importância da astronomia nas séries iniciais do ensino fundamental. **EXTENDERE**, v. 2, n. 2, 2014.

HANSEN, T.; LEONEL, A.; SANTOS, R. A. DOS; LOBO, C. O uso de simuladores e a Astronomia na Educação Básica: potencializando o processo de ensinoaprendizagem. **Revista Insignare Scientia - RIS**, v. 3, n. 2, p. 551-563, 25 ago. 2020.

OLIVEIRA, Paulo Henrique Portela et al. Leis de Kepler do movimento planetário nos livros didáticos de física do Programa Nacional do Livro Didático de 2014: um estudo à luz de aspectos conceituais, didático-metodológicos e históricos. 2015.

PINTO, Cíntia Maria da Silva Ferreira; DA SILVA, João Paulo Gomes. Dificuldades no Ensino de Astronomia em Sala de Aula: um relato de caso. **Revista Vivências em Ensino de Ciências**. Recife-PE, Brasil, v. 2, n. 2, p. 65-75, 2018.