

UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ

MARCELA GIACCHINI KLOTH

**PRODUÇÃO E APLICAÇÃO DE MODELO DIDÁTICO TECNOLÓGICO SOBRE
OS MOVIMENTOS DE ROTAÇÃO E TRANSLAÇÃO DA TERRA**

PONTA GROSSA

2025

MARCELA GIACCHINI KLOTH

**PRODUÇÃO E APLICAÇÃO DE MODELO DIDÁTICO TECNOLÓGICO SOBRE
OS MOVIMENTOS DE ROTAÇÃO E TRANSLAÇÃO DA TERRA**

**Production and application of a technological teaching model on the Earth's
rotational and translational movements**

Trabalho de Conclusão de Curso de Graduação
apresentado como requisito para obtenção do
título de Licenciada em Ciências Biológicas
da Universidade Tecnológica Federal do Paraná
(UTFPR).

Orientador: Prof. Dr. Awdry Feisser Miquelin.

Coorientador: Prof. Me. Mathias Rodrigues
da Luz.

PONTA GROSSA

2025



[4.0 Internacional](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/)

Esta licença permite remixe, adaptação e criação a partir do trabalho, para fins não comerciais, desde que sejam atribuídos créditos ao(s) autor(es) e que licenciem as novas criações sob termos idênticos. Conteúdos elaborados por terceiros, citados e referenciados nesta obra não são cobertos pela licença.

MARCELA GIACCHINI KLOTH

**PRODUÇÃO E APLICAÇÃO DE MODELO DIDÁTICO TECNOLÓGICO SOBRE
OS MOVIMENTOS DE ROTAÇÃO E TRANSLAÇÃO DA TERRA**

Trabalho de Conclusão de Curso de Graduação
apresentado como requisito para obtenção do
título de Licenciada em Ciências Biológicas
da Universidade Tecnológica Federal do Paraná
(UTFPR).

Data de aprovação: 05 / maio / 2025

Awdry Feisser Miquelin

Doutorado

Universidade Tecnológica Federal do Paraná UTFPR) - Ponta Grossa

Elaine Ferreira Machado

Doutorado

Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR) - Ponta Grossa

Michel Corci Batista

Doutorado

Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR) - Campo Mourão

PONTA GROSSA

2025

AGRADECIMENTOS

Este trabalho não poderia ser finalizado sem a ajuda de algumas pessoas e instituições às quais presto minha homenagem aqui.

Em primeiro lugar, agradeço a Deus, que permitiu que meus objetivos fossem alcançados. A Ele agradeço pela minha saúde, determinação e por seu auxílio para superar todos os obstáculos até aqui.

Ao meu marido e meu coorientador, pelo seu apoio incondicional em todas as minhas decisões, além de todo o carinho e paciência para comigo sempre. Obrigada por todo o auxílio e dedicação durante a realização deste trabalho.

A minha família e amigos, por todo o amor, cuidado e incentivo à educação em toda a minha jornada acadêmica. Um agradecimento especial ao meu pai, por toda ajuda dada durante o desenvolvimento do modelo didático e por sua contribuição com conselhos e ideias que enriqueceram muito o trabalho.

A equipe da Orion Aerospace, em nome da diretora de extensão Karoline Sabatini, por oportunizar e promover a aplicação deste projeto em uma feira aeroespacial de grande visibilidade na cidade, oferecendo todo o suporte necessário.

Ao meu orientador, pela confiança depositada e orientação durante o processo de elaboração deste trabalho.

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pelo fomento à pesquisa por meio da bolsa de Iniciação Científica Ciclo 2023-2024.

Enfim, a todos os que de alguma forma contribuíram para a realização deste trabalho.

RESUMO

Este trabalho tem como objetivo desenvolver e aplicar um modelo didático tecnológico voltado ao ensino de Astronomia, com ênfase nos movimentos de rotação e translação da Terra. A Astronomia é frequentemente abordada apenas por meio de aulas expositivas e materiais ilustrativos, o que limita a vivência de experiências práticas pelos estudantes. Para superar essas limitações, foi criado um modelo didático utilizando tecnologias como Arduino e impressão 3D. O recurso desenvolvido busca tornar os fenômenos astronômicos mais concretos e acessíveis, integrando componentes visuais, sonoros e interativos. Além dos movimentos de rotação e translação da Terra, o modelo também aborda as estações do ano e as fases da Lua, incluindo explicações e curiosidades que favorecem a compreensão dos conceitos. A aplicação prática ocorreu por meio de uma oficina realizada na maior feira aeroespacial dos Campos Gerais (Orion Days), com a participação de estudantes do Ensino Fundamental e Ensino Médio de escolas da região. Os resultados observados indicaram uma melhoria significativa na aprendizagem dos conteúdos, além de maior engajamento dos alunos. Conclui-se que o uso de modelos tecnológicos pode contribuir de forma efetiva para tornar o ensino de Astronomia mais atrativo, dinâmico e eficaz, promovendo uma aprendizagem mais profunda.

Palavras-chave: modelo didático; movimentos da terra; arduino; impressão 3d; tecnologia.

ABSTRACT

This study aims to develop and implement a technological didactic model focused on the teaching of Astronomy, with an emphasis on the Earth's rotation and revolution movements. Astronomy is often addressed solely through lectures and illustrative materials, which limits students' opportunities for practical experiences. To overcome these limitations, a didactic model was created using technologies such as Arduino and 3D printing. The developed tool seeks to make astronomical phenomena more tangible and accessible by integrating visual, auditory, and interactive components. In addition to Earth's movements, the model also covers the seasons of the year and the phases of the Moon, including explanations and curiosities that facilitate concept comprehension. The practical application took place during a workshop at the largest aerospace fair in the Campos Gerais region (Orion Days), with the participation of elementary and high school students from local schools. The observed results indicated a significant improvement in content learning, as well as increased student engagement. It is concluded that the use of technological models can effectively contribute to making Astronomy teaching more attractive, dynamic, and efficient, promoting deeper learning.

Keywords: teaching model; earth movements; arduino; 3d printing; technology.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Modelagens 3D utilizadas para a impressão. (a) acoplamento do motor de redução ao eixo de rotação da Terra, (b) roda auxiliar de translação, (c) roldana, (d) suporte para a Terra, (e) base inclinada para a Terra, (f) sistema de redução com engrenagens, (g) base para os eletrônicos, (h) tampa para os eletrônicos e (i) encaixe da base de eletrônicos.	22
Figura 2 – Configurações utilizadas no fatiador <i>Ultimaker Cura</i>.	23
Figura 3 – Diagrama do circuito eletrônico.	24
Figura 4 – Desenvolvimento da interface do aplicativo.	25
Figura 5 – Blocos de programação do aplicativo.	25
Figura 6 – Desenvolvimento do site educacional.	26
Figura 7 – Interface do aplicativo.	29
Figura 8 – Página inicial do site.	29
Figura 9 – Aba para professores.	30
Figura 10 – Aba para alunos.	30
Figura 11 – Aba modelo didático.	31
Figura 12 – Opiniões dos alunos.	35

LISTA DE FOTOGRAFIAS

Fotografia 1 – Modelo 3D do planeta Terra colorido.....	24
Fotografia 2 – Modelo didático finalizado.	28
Fotografia 3 – Oficina sobre movimentos da Terra.	32

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 – Informações demográficas - Gênero.....	33
Gráfico 2 – Informações demográficas - Escolaridade.	33
Gráfico 3 – Respostas para a questão de múltipla seleção "De que forma você aprende melhor?".	34
Gráfico 4 – Classificação dos alunos com relação ao auxílio do modelo didático no entendimento do tema.....	35

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

BNCC	Base Nacional Comum Curricular
CNPq	Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico
FDM	Modelagem por Fusão e Deposição, do inglês <i>Fused Deposition Modeling</i>
IR	Infravermelho, do inglês <i>Infrared</i>
MDF	Painel de Fibra de Densidade Média, do inglês <i>Medium Density Fiberboard</i>
PBL	Aprendizagem Baseada em Projetos, do inglês <i>Project-Based Learning</i>
PLA	Ácido Polilático, do inglês <i>Polylactic Acid</i>
QR Code	Código de resposta rápida, do inglês <i>Quick Response Code</i>
UTFPR	Universidade Tecnológica Federal do Paraná

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	11
1.1	PROBLEMA	12
1.2	HIPÓTESE	12
1.3	OBJETIVOS	12
1.3.1	Objetivo Geral	12
1.3.2	Objetivos Específicos	12
1.4	JUSTIFICATIVA	13
2	REVISÃO DA LITERATURA	14
2.1	Movimentos de Rotação e Translação da Terra	14
2.2	Lua	14
2.3	Desafios no Ensino de Astronomia	15
2.4	Modelos Didáticos no ensino de Ciências	16
2.5	Uso de Ferramentas Tecnológicas no Ensino de Astronomia	18
2.6	Metodologias Ativas, Ensino por Investigação e Experimentação	19
3	METODOLOGIA DA PESQUISA	21
3.1	Lista de materiais utilizados	21
3.2	Produção do modelo didático	22
3.3	Criação do aplicativo	25
3.4	Criação de um site educacional	26
3.5	Questionários pré e pós aplicação do modelo didático	26
4	RESULTADOS E DISCUSSÃO	28
4.1	Site Educacional	28
4.2	Aplicação do modelo didático	30
4.3	Questionários	31
5	CONSIDERAÇÕES FINAIS	36
	REFERÊNCIAS	37

1 INTRODUÇÃO

O ensino de Astronomia, apesar de sua relevância na compreensão dos fenômenos naturais, muitas vezes encontra desafios em sala de aula. A falta de material didático adequado e de abordagens pedagógicas interativas pode dificultar a assimilação dos conteúdos pelos alunos. Nesse contexto, as aulas expositivas, acompanhadas de recursos didáticos apropriados, tornam-se uma importante ferramenta no processo de ensino-aprendizagem.

De acordo com Sanzovo *et al.* (2021), boa parte das aulas sobre Astronomia são exclusivamente expositivas, o que pode causar um distanciamento ainda maior entre o conteúdo apresentado e a realidade dos alunos. Além disso, os autores enfatizam que o uso de modelos didáticos auxilia na visualização de conceitos mais complexos, como os movimentos de rotação e translação da Terra, contribuindo para uma maior fixação desse conteúdo.

Ainda sobre o ensino de Astronomia, Schwarz, Voelzke e Macedo (2021) destacam a importância das práticas de observação astronômica no processo educativo. Segundo os autores, a observação direta do céu noturno e de fenômenos astronômicos em tempo real, quando integradas ao currículo, promovem uma experiência de aprendizado mais envolvente. Apesar disso, é perceptível que essas práticas não são muito acessíveis para as escolas, visto que as aulas são em período matutino ou vespertino e as escolas normalmente não possuem equipamentos como telescópios, que auxiliam na visualização dos astros, devido ao seu custo elevado.

Castro, Ferreira e Paganotti (2024) ressaltam outras dificuldades encontradas no ensino de Astronomia na Educação Básica, como a falta de uma formação adequada aos professores de Geografia e Ciências, a utilização do livro didático como única fonte de conhecimento (vários com erros conceituais), a falta de recursos didáticos para auxiliar no entendimento das aulas e a exposição apenas bidimensional dos astros (somente no quadro de giz). Todos esses fatores contribuem para uma deficiência no ensino-aprendizagem de conteúdos relativos à Astronomia.

Modelos didáticos são ferramentas muito importantes para serem aplicadas em sala de aula, para auxiliar no entendimento dos mais diversos conteúdos e conceitos, com eles, o aluno é incentivado a fazer parte de uma experiência que proporciona aprendizagem de forma instigante, leve e prazerosa. Esses modelos desempenham um papel muito importante no processo de ensino-aprendizagem, possibilitando uma melhor visualização do conteúdo como um todo e, com isso, aumentando a compreensão de diversos conceitos científicos. Os modelos didáticos também podem atender à diferentes modalidades de aprendizagem dos alunos, incluindo a aprendizagem visual, auditiva e cinestésica.

Além disso, modelos didáticos que utilizam tecnologias podem beneficiar ainda mais os alunos, facilitando a visualização de conceitos complexos por meio da representação simulada e elevando o interesse no conteúdo a ser estudado.

Com base nessas informações, o presente trabalho propõe a produção e aplicação de um modelo didático tecnológico que represente os movimentos de rotação e translação da Terra, complementando as aulas expositivas com uma abordagem mais prática e visual.

1.1 PROBLEMA

A aplicação de um modelo didático tecnológico pode auxiliar na compreensão dos alunos a respeito dos movimentos de rotação e translação da Terra e as principais consequências para o nosso cotidiano?

1.2 HIPÓTESE

Esse trabalho tem como hipótese que a aplicação de um modelo didático tecnológico em sala de aula aumentará significativamente a compreensão dos alunos acerca dos conceitos científicos relacionados aos movimentos de rotação e translação da Terra e suas principais consequências para o nosso cotidiano.

Além disso, o interesse nas aulas também será elevado, pois a aula possibilitará aos alunos experiências imersivas novas, que farão com que os alunos tenham mais afinidade e identificação com o tema, intensificando a sua aprendizagem.

Espera-se que o modelo didático tecnológico auxilie no ensino dos movimentos da Terra, proporcionando uma abordagem mais próxima à realidade dos estudantes. Espera-se também que a proposta contribua para a superação das dificuldades conceituais comuns no aprendizado da Astronomia, além de estimular o interesse dos alunos pela Ciência e Tecnologia. Dessa forma, o estudo busca oferecer uma ferramenta pedagógica inovadora que amplie as possibilidades de ensino e promova uma aprendizagem mais enriquecedora, aumentando o engajamento dos alunos nas aulas.

1.3 OBJETIVOS

1.3.1 Objetivo Geral

Desenvolver um modelo tecnológico que auxilie na compreensão dos movimentos de rotação e translação da Terra e suas principais consequências para o nosso cotidiano.

1.3.2 Objetivos Específicos

1. Verificar os conhecimentos prévios dos alunos sobre o conteúdo de rotação e translação da Terra, por meio de questionários pré-aplicação.
2. Desenvolver um modelo didático tecnológico, que represente os movimentos de rotação e translação da Terra, auxiliando na visualização de conceitos e fenômenos.
3. Avaliar o impacto do modelo didático tecnológico na compreensão do conteúdo pelos alunos, por meio de questionários pós-aplicação.
4. Analisar a viabilidade da utilização desse modelo em sala de aula.

1.4 JUSTIFICATIVA

O estudo dos movimentos de rotação e translação da Terra é fundamental para a compreensão de fenômenos naturais como o ciclo das estações do ano, os fusos horários, os dias e as noites, entre outros. No entanto, esses conceitos astronômicos abstratos podem ser de difícil assimilação por parte dos alunos apenas com aulas expositivas tradicionais, necessitando do desenvolvimento de ferramentas didáticas que facilitem a visualização e compreensão desses movimentos.

Além disso, concepções pseudocientíficas, como a crença de que a Terra é plana, ainda são muito comuns entre estudantes do ensino básico, tornando fundamental a utilização de estratégias pedagógicas inovadoras para superar essas dificuldades (Silva; Andrade, 2019). A alfabetização científica é um dos principais desafios da educação atualmente, especialmente no ensino de Ciências. De acordo com Chassot (2003), a alfabetização científica não se limita à aquisição de conhecimentos técnicos, mas envolve a capacidade de compreender fenômenos naturais e tecnológicos de forma crítica e contextualizada.

A adoção de recursos tecnológicos na educação tem sido amplamente discutida na atualidade. Moran (2015) destaca que o uso de tecnologias no ensino proporciona um aprendizado mais dinâmico, estimulando a curiosidade e a interação dos alunos com os conteúdos abordados. No contexto do ensino de Astronomia, a aplicação de modelos físicos e tecnológicos auxilia na construção do pensamento espacial, permitindo que os estudantes visualizem e compreendam melhor os fenômenos astronômicos (Freitas; Oliveira, 2016).

Além disso, a Base Nacional Comum Curricular (BNCC) reforça a importância do uso de metodologias ativas no ensino de Ciências, incentivando práticas que promovam a investigação e o pensamento crítico (Brasil, 2018). A criação de um modelo didático tecnológico, aliado ao uso de tecnologias como Arduino, impressão 3D e sensores, possibilita a simulação dos movimentos de rotação e translação da Terra, enriquece a aprendizagem dos alunos com metodologias ativas e desmistifica concepções alternativas.

2 REVISÃO DA LITERATURA

2.1 Movimentos de Rotação e Translação da Terra

A Terra realiza ao todo 14 movimentos, dois deles são considerados os mais relevantes devido às suas consequências no dia-a-dia: a rotação e a translação. Rotação refere-se ao movimento que a Terra faz em torno de seu próprio eixo, completando uma volta em aproximadamente 23 horas e 56 minutos. Esse movimento é realizado no sentido anti-horário, de oeste para leste, o que resulta na alternância entre dias e noites. Durante a rotação, uma parte da superfície terrestre está exposta à luz solar, enquanto a outra parte permanece na sombra, criando assim os períodos de dia e de noite (Pena, 2024).

Por outro lado, a translação é o movimento da Terra ao redor do Sol, completando uma órbita em cerca de 365 dias e 6 horas. Esse movimento ocorre em uma trajetória elíptica e quase circular, influenciado pela força gravitacional do Sol. A inclinação do eixo terrestre em relação ao plano da órbita faz com que a incidência dos raios solares varie ao longo do tempo, resultando nas diferentes estações do ano (Menezes, 2024).

Há dois momentos específicos em que a incidência dos raios do sol na Terra ocorre de maneira igual nos dois hemisférios; esses são os chamados Equinócios e ocorrem no dia 20 ou 21 de março, marcando o início do outono no Hemisfério Sul, e no dia 22 ou 23 de setembro, marcando o início da primavera no Hemisfério Sul (Romeu, 2025a).

Já os Solstícios representam os momentos em que um dos hemisférios está mais inclinado em direção ao Sol e receberá a maior incidência solar, conseqüentemente terá o dia mais longo do ano, marcando o início do Verão nesse hemisfério. Enquanto isso, o outro hemisfério terá o seu dia mais curto, devido a menor incidência de radiação solar, marcando o início do Inverno. O Solstício de Inverno do Hemisfério Sul ocorre entre os dias 21 e 23 de junho e o de Verão ocorre geralmente entre 21 e 23 de dezembro (Romeu, 2025a).

Os movimentos de rotação e translação têm impactos significativos nos fenômenos terrestres (Pena, 2024). Além disso, esses movimentos influenciam os fusos horários. Como a Terra leva cerca de 24 horas para completar uma rotação, as diferentes partes do planeta experimentam o dia e a noite em momentos distintos. Isso implica que ao mesmo tempo que é dia em um lugar, no local oposto a ele será noite, levando à necessidade de dividir o mundo em fusos horários para padronizar o tempo (Kids, 2024).

2.2 Lua

A Lua é um satélite natural que não possui luz própria, sendo iluminada pelo sol. As fases da Lua são os diferentes aspectos visíveis desse satélite no céu ao longo das noites e dos períodos diurnos de um mês, visualizados em todo o globo terrestre. Essa variação ocorre pela mudança na posição relativa entre a Lua, a Terra e o Sol (Romeu, 2025b).

O tempo decorrido entre duas fases idênticas da Lua, como, por exemplo, duas Luas cheias, é chamado de período sinódico ou luação. Esse ciclo tem uma duração de aproximadamente 29 dias (Romeu, 2025b).

Além de orbitar ao redor da Terra, a Lua também realiza um movimento de rotação sobre seu próprio eixo. Como sua rotação está sincronizada com sua órbita, ela mantém sempre a mesma face voltada para o nosso planeta. Isso significa que não há um lado permanentemente escuro, mas sim uma face que está sempre visível da Terra e outra que permanece voltada para o espaço (Romeu, 2025b).

A Lua possui 4 fases principais. Durante a fase de Lua Nova, a face iluminada da Lua fica voltada para o lado oposto à Terra, tornando-se invisível deste ponto de referência. Conforme a Lua segue sua órbita, entra na fase de quarto crescente, na qual metade de sua face iluminada começa a ser visível. No hemisfério sul, essa porção pode se assemelhar à letra "C" e no hemisfério norte se assemelha à letra "D" (Romeu, 2025b).

Na fase da Lua Cheia, toda a face iluminada da Lua está voltada para a Terra, permitindo sua observação completa. Por fim, na fase Quarto Minguante, a outra metade iluminada torna-se visível, espelhando a aparência observada no quarto crescente (Romeu, 2025b).

Um eclipse ocorre quando os astros se alinham e um corpo celeste bloqueia total ou parcialmente a luz que incide sobre outro. No caso de um eclipse lunar, a Lua passa pela sombra da Terra, tornando-se temporariamente escurecida. Já no eclipse solar, é a sombra da Lua que atinge a Terra, obscurecendo total ou parcialmente a luz do Sol. Esses eventos não acontecem a cada Lua Cheia ou Lua Nova porque as órbitas da Terra ao redor do Sol e da Lua ao redor da Terra não estão perfeitamente alinhadas no mesmo plano (Romeu, 2025b).

2.3 Desafios no Ensino de Astronomia

O ensino de Astronomia na educação básica é de suma importância para a aprendizagem de temas relacionados à Terra e ao universo por parte dos alunos, sendo justificada por pesquisadores no trabalho de Langhi e Nardi (2014), em que se afirma que o ensino de Astronomia pode despertar a curiosidade e a motivação nos alunos, proporcionando uma aproximação da sociedade em temas relativos à Ciência e Tecnologia.

Apesar da relevância, o ensino de Astronomia no contexto escolar enfrenta vários desafios como: abstração dos conceitos envolvidos; carência de informações seguras; presença de erros conceituais em livros didáticos; falta de informações nos livros didáticos e falta de recursos para atividades práticas na área (Langhi; Nardi, 2014). Pinto, Silva e Silva (2018) citam alguns fatores que dificultam o processo de ensino na Astronomia, como por exemplo a má-formação pedagógica ou sua ausência; o desconhecimento de tecnologias que aproximem os alunos da realidade espacial e as concepções que os alunos carregam sem uma elucidação científica.

Para lidar com esses desafios, o uso de diferentes metodologias e de recursos didáticos que promovam uma visualização mais lúdica dos fenômenos astronômicos tem se mostrado promissor. De acordo com Nascimento e Campos (2018), a utilização de recursos didáticos

adequados no processo de ensino-aprendizagem é fundamental, pois além de facilitar a compreensão dos conteúdos, também contribui para uma prática pedagógica mais dinâmica e eficaz.

A tecnologia educacional também tem sido cada vez mais integrada ao ensino de Ciências, oferecendo possibilidades inovadoras para a compreensão de conceitos complexos. Soffner (2022) destaca que a tecnologia digital não apenas motiva os alunos, mas também promove um aprendizado mais significativo ao permitir que se tornem protagonistas de sua própria aprendizagem. Assim, o desenvolvimento de modelos didáticos, que combinam componentes físicos e tecnológicos, surge como uma resposta viável para superar as dificuldades no ensino de Astronomia. Estes modelos proporcionam uma experiência imersiva que possibilita uma aprendizagem ativa e contextualizada, promovendo uma educação científica alinhada às necessidades atuais.

2.4 Modelos Didáticos no ensino de Ciências

Modelos didáticos são estruturas com a função de representar conceitos científicos, auxiliando os professores em sua prática pedagógica e aproximando o conteúdo aos estudantes, de forma lúdica. A importância dos modelos didáticos reside na sua capacidade de sistematizar o processo educativo, facilitando a compreensão dos conteúdos e promovendo um aprendizado mais satisfatório. Segundo Silva e Morbeck (2022), "o uso de modelos didáticos consente uma abordagem simples de vários conteúdos com certo grau de complexidade, buscando atender a realidade escolar".

De acordo com Chrobak e Benegas (2006), "o modelo didático terá sempre um caráter de aproximação com uma realidade, além de ser um recurso para o desenvolvimento e fundamentação da prática do professor". Com isso, eles são fundamentais para a construção de um ambiente de aprendizagem eficaz, pois proporcionam uma base para a elaboração de estratégias de ensino que atendem às necessidades dos estudantes. Além disso, eles ajudam os educadores a refletir sobre suas práticas e a adaptar suas abordagens conforme o contexto e as características dos alunos.

Os modelos didáticos desempenham um papel crucial no processo de ensino-aprendizagem de Ciências, sendo fundamentados em diversas teorias educacionais. A teoria da aprendizagem significativa de David Ausubel destaca a importância de apresentar o conteúdo de forma que os alunos possam relacioná-lo com seus conhecimentos prévios, tornando a aprendizagem mais eficaz (Ausubel, 2003). Além disso, a abordagem construtivista, defendida por autores como Piaget e Bruner, enfatiza que a aprendizagem ocorre de forma ativa, onde os alunos constroem seu conhecimento por meio da interação com modelos didáticos (Bruner, 1996).

Por meio de modelos didáticos, os alunos conseguem correlacionar a teoria com a prática, pois eles possibilitam a experimentação (Dantas *et al.*, 2019). Além disso, eles são bons

recursos para que os alunos tenham uma melhor visualização das estruturas em representações tridimensionais, o que é um facilitador para o ensino de conteúdos relativos à Astronomia.

Segundo JÚnior *et al.* (2023), "os modelos didáticos se tornam bons recursos para que os alunos possam ter uma ótima visualização das estruturas em representações tridimensionais", o que é necessário para o ensino de conteúdos relacionados à Astronomia.

Os modelos didáticos podem ser classificados em físicos, gráficos ou tecnológicos. Modelos físicos incluem representações tridimensionais de um fenômeno ou de uma estrutura, como maquetes e materiais que podem ser manuseados. Modelos gráficos incluem representações visuais de conceitos e processos, onde fazem parte diagramas, mapas conceituais e fluxogramas.

Modelos didáticos tecnológicos utilizam ferramentas digitais integradas ao ensino, como componentes eletrônicos, simulações com Arduino, realidade aumentada, utilização de softwares educacionais, robôs, etc. Esses modelos oferecem vantagens significativas, incluindo a possibilidade de interação em tempo real, personalização do aprendizado e acesso a uma vasta gama de recursos multimídia.

O presente trabalho demonstra que o modelo didático criado, sobre os movimentos da Terra, se encaixa como um modelo didático físico e como um modelo didático tecnológico, pois é um modelo palpável e, ao mesmo tempo, envolve componentes eletrônicos como Arduino e programação.

Modelos didáticos possuem diversas vantagens, como a capacidade de tornar conceitos abstratos mais tangíveis e facilitar a visualização de fenômenos complexos. De acordo com JÚnior *et al.* (2023), "o dinamismo que os modelos didáticos poderão propiciar na fixação dos conteúdos facilita de forma lúdica a sua compreensão".

Os modelos didáticos são recursos muito utilizados na área de Ciências, pois são capazes de demonstrar estruturas ou expor processos comuns à biologia de forma prática, favorecendo o entendimento aos alunos (Moraes, 2020). Eles são essenciais para guiar o processo educativo, enquanto a tecnologia educacional oferece novas possibilidades para enriquecer esse processo. A combinação eficaz de ambos pode levar a um aprendizado mais profundo em Ciências.

Francisco Prado (Cecimig-FaE/UFMG) e Gilson Nunes (UFOP) produziram modelos e aparelhos para o ensino de Astronomia em Painel de Fibra de Densidade Média, do inglês *Medium Density Fiberboard* (MDF), tais como: Medidor de sombra, bússola de declinação magnética e placas das estações do ano (com solstícios e equinócios). Esses modelos e aparelhos foram selecionados e adaptados por Caetano (2007) para serem utilizados com grupos de crianças das séries iniciais do ensino básico. Com isso, os alunos puderam aprender de forma prática sobre a alternância entre dias e noites, o movimento dos astros no sistema Sol-Terra-Lua, as estações do ano, solstícios e equinócios, entre outros. A efetividade dessa abordagem ocorreu pela integração entre a utilização dos aparelhos/modelos didáticos e a mediação do professor, no diálogo com os alunos.

Trogello e Beckers (2020) realizaram um levantamento bibliográfico de modelos didáticos de baixo custo para o ensino das fases da Lua, no qual foram encontrados apenas 6 trabalhos que se encaixavam na temática, utilizavam materiais de baixo custo e forneciam explicações sobre a sua produção. O trabalho de Giovannini e Silva (2013) aborda um estudo de caso sobre como usar uma série de modelos didáticos criados para responder a uma pergunta sobre o movimento do Sol e das estrelas. Os modelos incluem mapas celestes, cilindros rotativos e atividades de modelagem em sala de aula. O artigo enfatiza a importância de levantar as concepções prévias dos alunos e de usar modelos para visualizar conceitos abstratos, como os de Astronomia.

Trogello (2013) descreve onze objetos de aprendizagem criados para simular vários fenômenos astronômicos em atividades práticas, utilizando recursos de baixo custo. Cada objeto de aprendizagem possui instruções próprias e detalhadas de montagem, assim como sugestões de contextualização. A maquete Terra-Sol desenvolvida simula o movimento de rotação e translação; o movimento de translocação terrestre; o nascimento e poente do Sol; a alternância das estações do ano; os pontos cardeais; os solstícios e equinócios e a identificação e representação de linhas imaginárias.

2.5 Uso de Ferramentas Tecnológicas no Ensino de Astronomia

O uso do Arduino e de sensores no ensino de Ciências, incluindo a Astronomia, tem se mostrado uma abordagem inovadora e eficaz. O Arduino é uma plataforma de prototipagem eletrônica que permite criar projetos interativos, integrando conceitos de física, matemática e ciências naturais. Ao conectar sensores e motores ao Arduino, os alunos podem desenvolver experimentos práticos que ilustram fenômenos astronômicos. Por exemplo, é possível construir modelos que simulam o movimento dos planetas ou que monitoram condições ambientais para observações astronômicas. Segundo Castro e Santos (2022), "a utilização do Arduino em sala de aula proporciona um aprendizado significativo, pois os alunos podem observar e interagir com os fenômenos estudados, tornando a aprendizagem mais concreta".

Modelos didáticos tecnológicos com Arduino têm sido implementados com sucesso em aulas de Astronomia. Um exemplo é a construção de telescópios automatizados utilizando Arduino, que permitem aos alunos programar a movimentação do telescópio para observar diferentes corpos celestes. De acordo com Aguiar (2017), "a robótica educacional com Arduino possibilita a criação de protótipos que facilitam a compreensão dos movimentos celestes e das condições necessárias para observações astronômicas". Esses modelos não apenas engajam os alunos, mas também promovem uma compreensão mais profunda dos conceitos astronômicos.

O trabalho de Pereira (2023) tem como objetivo principal propor uma abordagem interdisciplinar para o ensino de Astronomia, Física e Eletrônica através da construção de dois produtos educacionais - a Luneta didática e o dispositivo eletrônico microcontrolado para automação de telescópios e lunetas. A pesquisa também aborda a importância da utilização de

tecnologias no ensino de Ciências, com o objetivo de tornar a aprendizagem da Física mais eficaz e a Astronomia mais interessante aos alunos.

Além disso, o trabalho apresenta uma fundamentação teórica que discute o uso de tecnologias no ensino como a plataforma Arduino e a linguagem C++, além de exemplos de circuitos e programações. O suporte para o dispositivo eletrônico para orientação de lunetas e telescópios, um dos produtos educacionais resultantes da sua dissertação, foi construído utilizando uma impressora 3D.

A impressão 3D é uma tecnologia que permite a criação de objetos tridimensionais a partir de modelos digitais, ela tem se tornado uma ferramenta importante no campo da educação pela sua capacidade de transformar ideias em protótipos físicos. A utilização dessa tecnologia no ensino não se limita apenas à fabricação de peças, mas também promove um ambiente de aprendizado mais dinâmico e colaborativo. A impressão 3D facilita a prototipagem rápida, permitindo que os alunos experimentem e testem suas ideias em tempo real. Isso é especialmente relevante em áreas como Engenharia e Ciências, em que a visualização de alguns conceitos pode ser desafiadora. Além disso, a impressão 3D promove a personalização do aprendizado pois os educadores podem adaptar projetos para atender às necessidades específicas dos alunos.

2.6 Metodologias Ativas, Ensino por Investigação e Experimentação

As metodologias ativas têm como base a participação ativa do estudante no processo de aprendizagem, rompendo com modelos tradicionais de ensino. John Dewey (1938) foi um dos pioneiros ao defender a educação baseada na experiência, argumentando que o aprendizado ocorre por meio da interação com o ambiente. No Brasil, Paulo Freire (1970) reforçou essa perspectiva ao propor a educação problematizadora, que valoriza o diálogo e a autonomia do estudante. Mais recentemente, José Moran (2015) aprofundou a discussão sobre metodologias ativas no contexto tecnológico e digital.

O ensino por investigação estimula a curiosidade e o pensamento crítico, permitindo que os alunos construam conhecimento a partir de perguntas e experimentações. Joseph Schwab (1962) é uma referência essencial nesse campo, defendendo que o professor deve atuar como um mediador, guiando os alunos na formulação e na resolução de problemas científicos. David Ausubel (1968) complementa essa visão ao destacar a importância da aprendizagem significativa, na qual novos conhecimentos se conectam a estruturas cognitivas prévias.

Na abordagem da experimentação no ensino de Ciências, Bernard (1865) foi um dos primeiros a sistematizar o método experimental, enfatizando a necessidade de observação e controle de variáveis. Bachelard (1938) contribuiu com uma visão filosófica ao afirmar que o conhecimento científico se constrói por meio da superação de obstáculos epistemológicos, o que reforça a importância da experimentação no processo de ensino. Matthews (1994) relaciona a história e a filosofia da Ciência com o ensino, destacando como a experimentação pode favorecer uma compreensão mais profunda dos conceitos científicos.

A teoria da complexidade de Morin (2000) também se conecta a essas abordagens ao defender um ensino que supere a fragmentação disciplinar e promova a transdisciplinaridade. Para Morin, a educação deve lidar com a incerteza e incentivar conexões entre diferentes áreas do conhecimento, favorecendo um aprendizado mais crítico e reflexivo. Esse pensamento é essencial para o ensino por investigação e a experimentação, pois permite que os alunos compreendam os fenômenos científicos de maneira integrada, como é o caso da Astronomia, que agrega conhecimentos de diversas áreas na formação dos conceitos em uma aprendizagem interdisciplinar.

Essas perspectivas se complementam ao propor um ensino dinâmico, investigativo e conectado à realidade dos alunos. A combinação entre metodologias ativas, ensino por investigação e experimentação possibilita uma aprendizagem mais eficaz, contribuindo para o desenvolvimento do pensamento científico e da autonomia dos estudantes. A interação com modelos didáticos desempenha um papel essencial na construção do conhecimento, pois permite que os alunos visualizem conceitos abstratos e os relacionem com fenômenos do mundo real. De acordo com Piaget (1970), o aprendizado ocorre de forma mais efetiva quando há experimentação ativa e manipulação de objetos. No ensino de Ciências, modelos físicos e tecnológicos ajudam a consolidar a aprendizagem, especialmente quando combinados com metodologias ativas. Papert (1980) reforça essa ideia ao destacar que a construção do conhecimento é favorecida quando os alunos interagem com representações concretas, promovendo a aprendizagem por meio da experiência.

No ensino de Astronomia, metodologias ativas podem melhorar significativamente a compreensão dos alunos. Um exemplo é a Aprendizagem Baseada em Projetos, do inglês *Project-Based Learning* (PBL), utilizada por Santin e Oliveira (2020), que desenvolveram um projeto no qual estudantes construíram modelos tridimensionais do Sistema Solar para explorar conceitos como escalas planetárias, órbitas e períodos de rotação. Essas estratégias tornam o aprendizado mais dinâmico, despertando o interesse dos estudantes e promovendo uma melhor compreensão da Astronomia.

3 METODOLOGIA DA PESQUISA

Com base na problemática apresentada na introdução deste trabalho, da falta de materiais didáticos para o ensino de Astronomia nas escolas, esse projeto teve a premissa de utilizar Arduino e peças impressas em 3D para a produção de um modelo didático dos movimentos de rotação e translação da Terra, visando integrar recursos tecnológicos, como controle à distância por meio de *Bluetooth*, em um aplicativo com recursos audiovisuais para auxiliar os professores a demonstrar tais conteúdos na prática.

A presente pesquisa se caracteriza como mista, exploratória e de campo. A abordagem mista combina métodos quantitativos e qualitativos com o objetivo de proporcionar uma compreensão mais ampla e aprofundada do fenômeno investigado, conforme sugerem Creswell e Clark (2011), que defendem a integração de dados para enriquecer a análise. A natureza exploratória da investigação se justifica pela intenção de proporcionar maior familiaridade com o problema, com vistas a torná-lo mais explícito ou a construir hipóteses, seguindo os pressupostos de Gil (2008). Já a pesquisa de campo foi escolhida por permitir a coleta de dados diretamente no ambiente onde o fenômeno ocorre, em contato direto com os sujeitos da pesquisa, como descrito por Marconi e Lakatos (2017).

A combinação desses enfoques visa garantir a consistência metodológica necessária para alcançar os objetivos propostos neste trabalho. A aplicação do estudo foi realizada com 111 alunos do Ensino Fundamental e Ensino Médio, participantes de uma oficina sobre os movimentos da Terra durante a Orion Days, a maior feira aeroespacial dos Campos Gerais, que ocorreu em Ponta Grossa (PR) nos dias 3, 4 e 5 de outubro de 2024.

3.1 Lista de materiais utilizados

A utilização da impressão 3D possibilitou a criação do globo terrestre com relevos que o tornaram mais realista e atrativo para os alunos. Todos os materiais utilizados para a produção do modelo didático estão listados abaixo.

Base, o sol e a Lua: Madeira lisa (70cm x 70cm), peça de madeira fina (70cm de comprimento), papel contact, tintas para isopor, palito de churrasco, cola instantânea, massa epóxi, fita isolante, lanterna pequena, espuma, arame (10cm), esferas de isopor (4cm e 15cm), elástico de roupa fino, parafusos, porcas, arruelas, rolamentos, barra roscada (6mm-20cm).

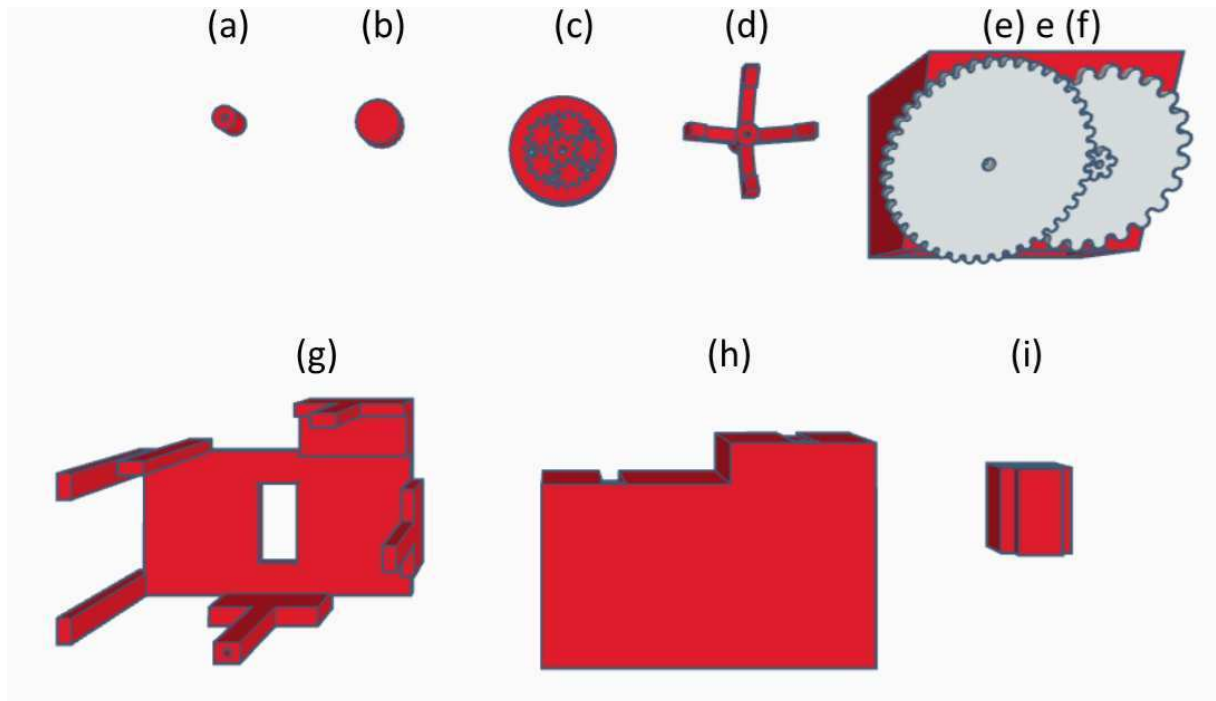
Circuito eletrônico: Kit *jumpers* macho-fêmea, 4 resistores 2.2k ohms, Arduino Uno, *powerbank*, *protoboard*, um módulo Bluetooth HC06, um *smartphone Android*, 2 sensores reflexivos Infravermelho, do inglês *Infrared* (IR), para Arduino, uma ponte H (I9110s) para Arduino, um motor com redução (3 a 6v) e um motor de passo 28byj-48 5v + Drive uln2003 para Arduino.

As seguintes peças foram impressas em 3D: Sistema de redução com engrenagens, um modelo do planeta Terra, uma base inclinada para a Terra, um suporte para a Terra, um suporte para sensor IR, uma caixa para componentes eletrônicos, duas roldanas, uma roda e um acoplamento para o motor com redução.

3.2 Produção do modelo didático

Para as peças em impressão 3D foram buscados modelos em repositórios online como o *Thingiverse*, onde foi encontrado um modelo tridimensional do globo terrestre com relevos (Diedrich, 2012), o qual foi utilizado no projeto. As demais peças foram modeladas utilizando o software *Tinkercad* da *Autodesk*, visto que medidas específicas eram necessárias para o funcionamento mecânico do projeto. Para projetar as engrenagens, foi utilizado o software *Gear Generator*. As peças modeladas são apresentadas na Figura 1.

Figura 1 – Modelagens 3D utilizadas para a impressão. (a) acoplamento do motor de redução ao eixo de rotação da Terra, (b) roda auxiliar de translação, (c) roldana, (d) suporte para a Terra, (e) base inclinada para a Terra, (f) sistema de redução com engrenagens, (g) base para os eletrônicos, (h) tampa para os eletrônicos e (i) encaixe da base de eletrônicos.

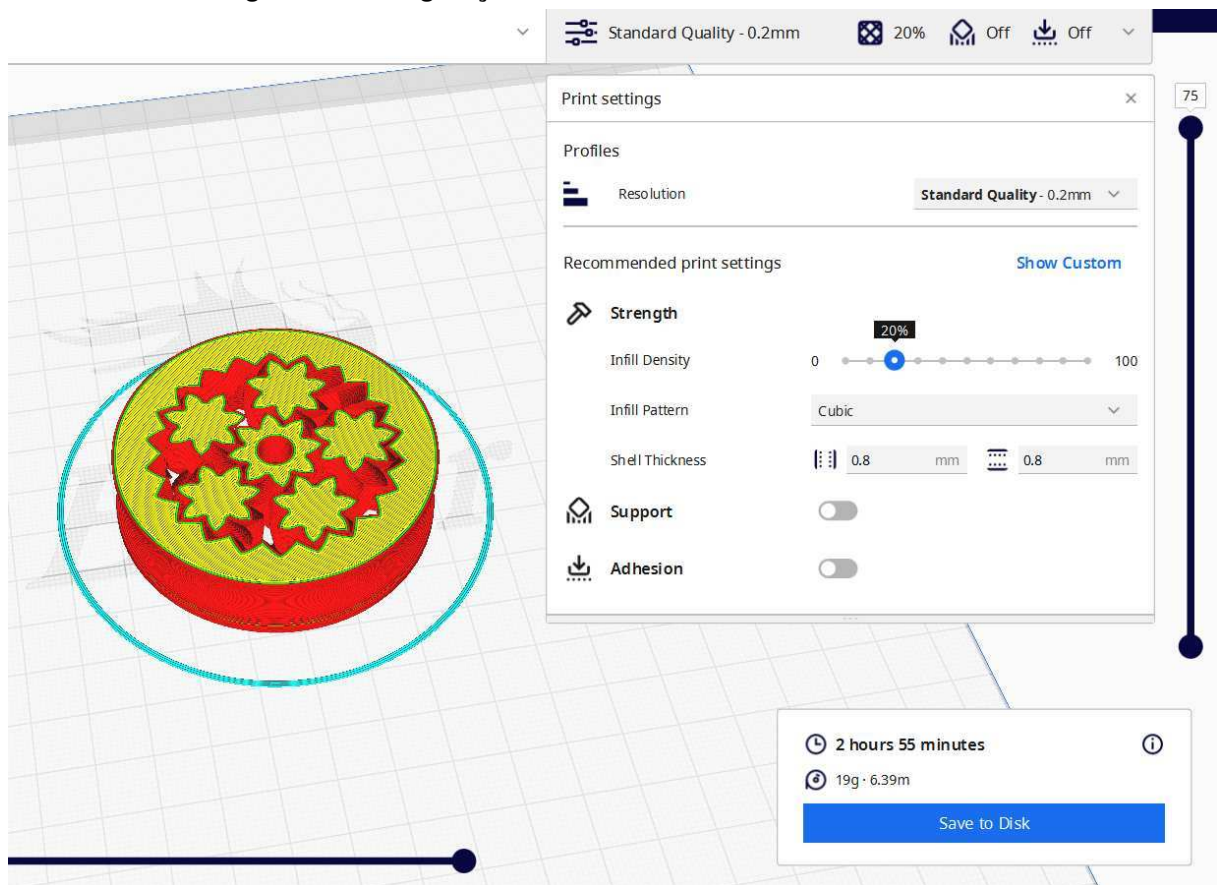


Fonte: Autoria própria (2024).

Para a impressão 3D é necessária uma etapa de configuração dos modelos para preparar o arquivo para a impressora. O software *Ultimaker Cura* foi escolhido para esse processo, de definição dos parâmetros de impressão e fatiamento das peças (geração automática de código de máquina). Após isso, as peças foram impressas, com a tecnologia de Modelagem por Fusão e Deposição, do inglês *Fused Deposition Modeling* (FDM), na impressora Ender 3 (*Creativity*) e com filamento Ácido Polilático, do inglês *Polylactic Acid* (PLA). A Figura 2 apresenta as configurações utilizadas para o preparo dos modelos para impressão.

Para a montagem do modelo, uma barra roscada foi inserida no meio da base de madeira, para servir de pivô no movimento de translação e também como suporte para o Sol (esfera maior de isopor).

Figura 2 – Configurações utilizadas no fatiador *Ultimaker Cura*.



Fonte: Autoria própria (2024).

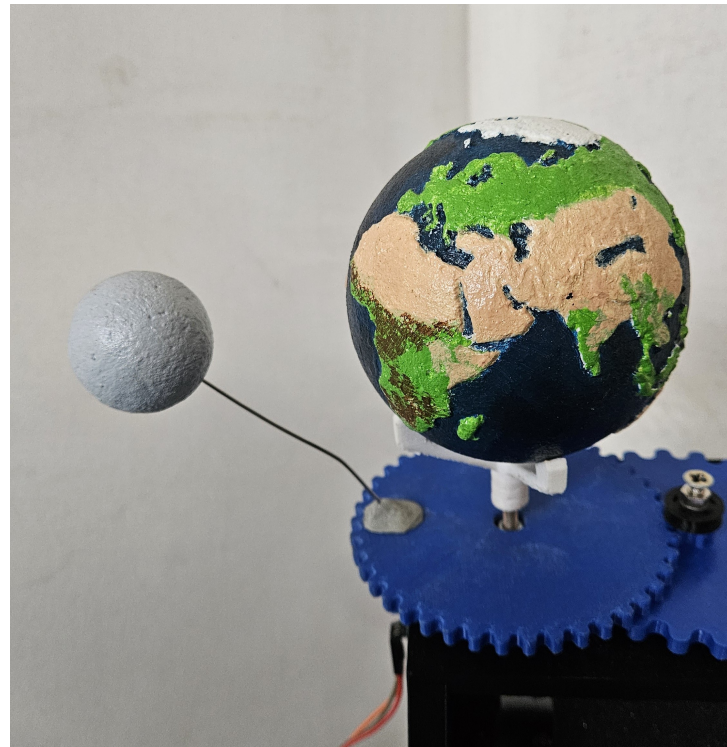
Nessa barra também foi inserida uma das roldanas, abaixo da esfera do Sol. Para o Sol, a esfera maior de isopor foi pintada e dentro dela foi inserida a lanterna, que é controlada pelo Arduino. Para a Lua, a esfera menor foi pintada e acoplada em um arame, que, por sua vez, foi fixado à engrenagem maior com auxílio da massa epóxi.

A Terra foi colorida de modo a representar melhor cada continente. Em seguida, foi fixada ao suporte impresso e posicionada em um eixo acoplado ao motor com redução, na base inclinada, para garantir uma inclinação de $23,5^\circ$. A Fotografia 1 mostra o modelo do planeta Terra já finalizado, com a pintura.

O sistema de engrenagens foi acoplado ao eixo do motor, o que permitiu a demonstração dos movimentos de rotação da Terra e de revolução da Lua. A cada volta da engrenagem da Lua, a engrenagem do eixo de rotação da Terra realiza 28 voltas.

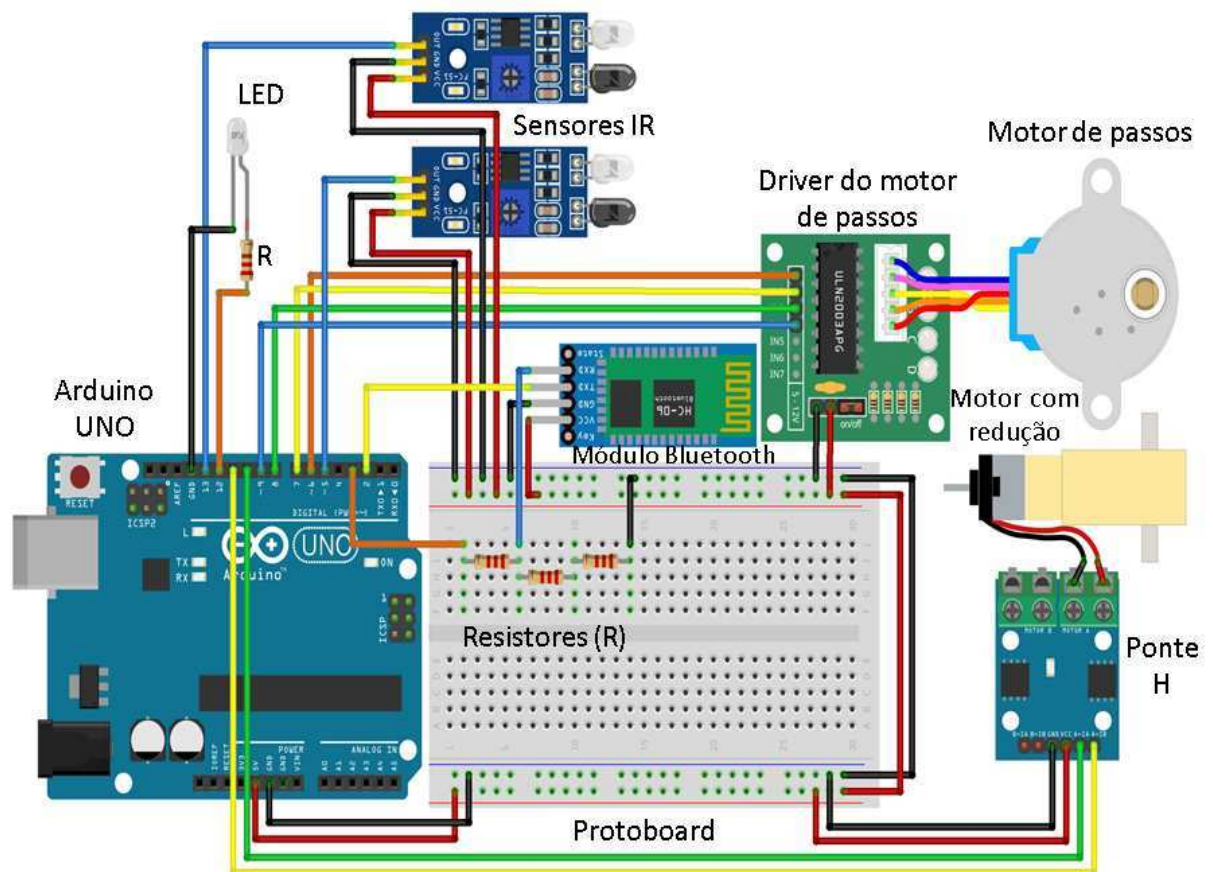
A base inclinada (sobre a qual foi posicionado o sistema Terra-Lua), foi acoplada à outra roldana, que por sua vez, foi posicionada na extremidade da madeira fina, que serviu como suporte para o plano de órbita da Terra, a uma distância de 50 cm do Sol. Essa roldana (móvel) foi conectada a roldana (fixa) sob o Sol, por meio do elástico e isso permitiu a visualização das estações do ano. Além disso, foi realizada a montagem dos circuitos elétricos, de acordo com o diagrama apresentado na Figura 3, e a programação do Arduino.

Fotografia 1 – Modelo 3D do planeta Terra colorido.



Fonte: Autoria própria (2024).

Figura 3 – Diagrama do circuito eletrônico.

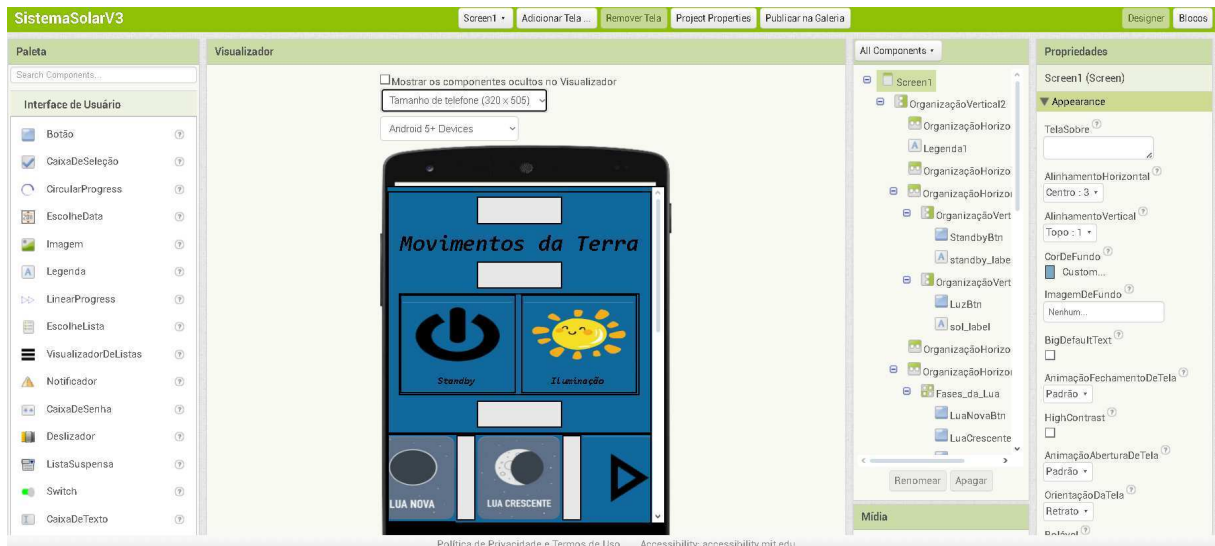


Fonte: Autoria própria (2024).

3.3 Criação do aplicativo

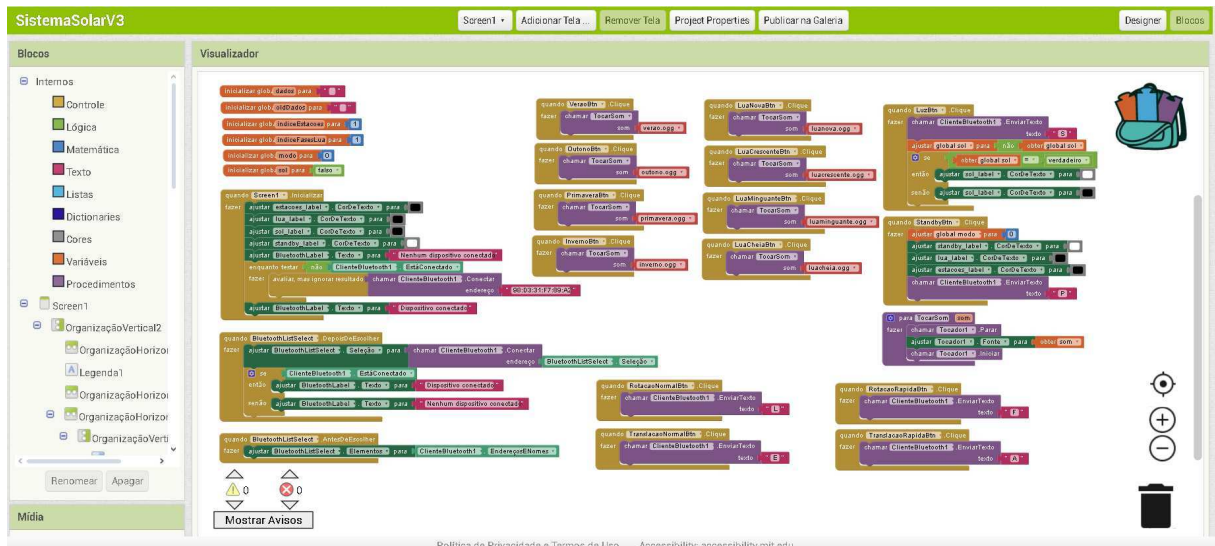
Além disso, foi desenvolvido um aplicativo Android utilizando o software *MIT APP Inventor*, cujo projeto da interface é mostrado na Figura 4 e os blocos de programação são mostrados na Figura 5.

Figura 4 – Desenvolvimento da interface do aplicativo.



Fonte: Autoria própria (2024).

Figura 5 – Blocos de programação do aplicativo.



Fonte: Autoria própria (2024).

O aplicativo tem a funcionalidade de acionar a iluminação do Sol (por meio da lanterna), a rotação da Terra (pelo motor com redução) e a translação (pelo motor de passos), através de um celular comunicando por *Bluetooth* com o Arduino. Além disso, o aplicativo também possui a funcionalidade de reproduzir áudios explicativos sobre as estações do ano e fases da Lua. Por meio da utilização de sensores IR é possível indicar o início de cada estação do ano e fase da Lua com recursos sonoros de maneira automática.

3.4 Criação de um site educacional

Com a intenção de divulgar o modelo didático desenvolvido e suas funcionalidades, foi criado um site que agrupa informações sobre os movimentos da Terra e suas consequências, além de conter informações sobre o modelo didático. O site foi criado utilizando a linguagem Javascript, com HTML e CSS, no *Visual Studio Code*, como mostrado na Figura 6.

Figura 6 – Desenvolvimento do site educacional.

```

1 <!DOCTYPE html>
2 <html lang="pt-BR">
3 <head>
4   <meta charset="UTF-8">
5   <meta name="viewport" content="width=device-width, initial-scale=1.0">
6   <title>Modelo Didático - Movimentos da Terra</title>
7   <link rel="stylesheet" href="styles.css">
8   <link rel="preconnect" href="https://fonts.googleapis.com">
9   <link rel="preconnect" href="https://fonts.gstatic.com" crossorigin>
10  <link href="https://fonts.googleapis.com/css2?family=Pacifico&family=PlaywriteDE+Grundwight@100..400&display=swap" rel="stylesheet">
11 </head>
12 <body>
13   <header>
14     <h1>Modelo Didático - Movimentos da Terra</h1>
15     <nav>
16       <a href="index.html" class="bold-text"> Início</a>
17       <a href="professores.html"> Para Professores</a>
18       <a href="alunos.html"> Para Alunos</a>
19       <a href="modelo.html"> Modelo Didático</a>
20       <a href="sobre.html"> Contato</a>
21     </nav>
22     <div class="language-buttons">
23       <button onClick="changeLanguage('pt')">
24         
25       </button>
26       <button onClick="changeLanguage('en')">
27         
28       </button>
29       <button onClick="changeLanguage('pt-pt')">
30         
31       </button>
32     </div>
33   </header>
34   <main>
35     <section id="intro">
36       <div class="content-wrapper">
37         <h2>Desenvolvimento do Modelo Didático - Movimentos da Terra</h2>
38     </section>
39   </main>
40 </body>
41 </html>

```

Fonte: Autoria própria (2024).

O objetivo do desenvolvimento deste site foi alcançar alunos, com a exposição de conteúdos, assim como professores, com explicações de como desenvolver e utilizar seu próprio modelo didático, como o proposto nesse trabalho. Visando alcançar o maior número de pessoas, o site foi traduzido para Inglês, além de estar disponível em Português do Brasil e de Portugal.

3.5 Questionários pré e pós aplicação do modelo didático

Para a coleta de dados, optou-se pela utilização de questionários, por se tratar de um instrumento prático, acessível e eficaz para a obtenção de informações em contextos educacionais. Essa escolha se mostrou adequada ao objetivo da pesquisa, pela possibilidade de verificar o nível de conhecimento prévio dos alunos sobre os movimentos da Terra e, posteriormente, identificar o aprendizado adquirido após a intervenção pedagógica. O questionário permitiu a coleta sistemática de dados quantitativos e qualitativos, viabilizando a comparação entre os dois momentos (antes e depois da oficina), de forma padronizada e com maior confiabilidade. Além disso, segundo Gil (2008), o questionário é um dos instrumentos mais utilizados em pesquisas

educacionais por sua capacidade de reunir informações diretamente junto aos participantes de maneira objetiva, preservando o anonimato e favorecendo a sinceridade nas respostas.

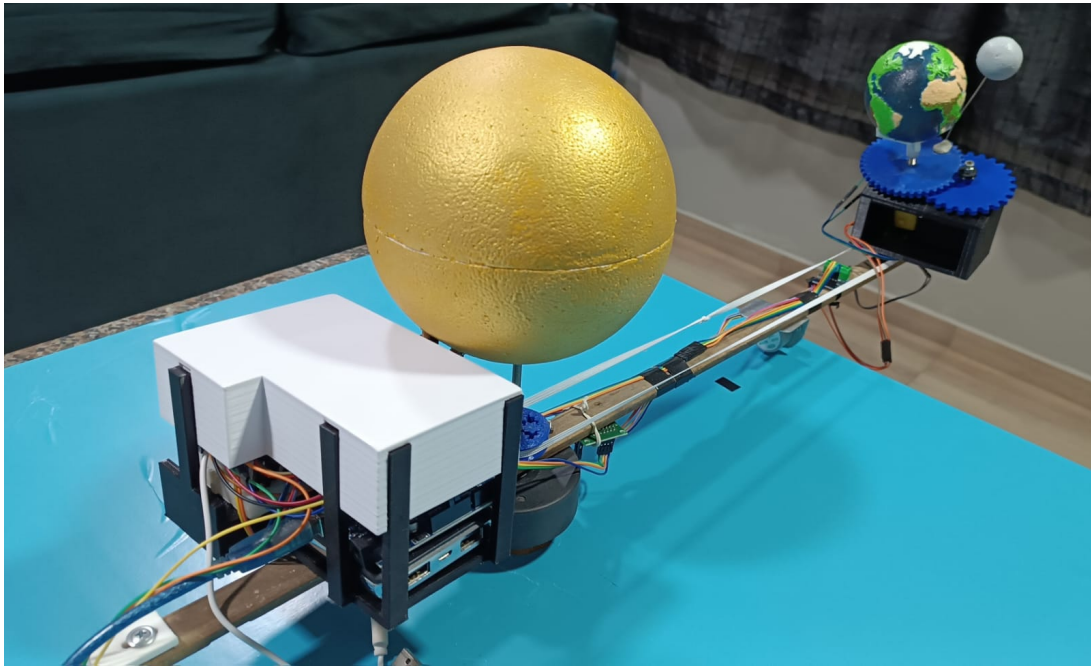
Foram criados dois questionários na plataforma *Google Forms*, com 12 questões teóricas obrigatórias em cada. As questões de conteúdo eram iguais nos dois questionários, sendo que a diferença entre eles eram questões optativas para coleta de dados como sexo e escolaridade, no primeiro questionário, e questões de opinião dos participantes no segundo.

O primeiro questionário tinha o objetivo de avaliar o conhecimento prévio dos participantes sobre o tema, para ser aplicado antes da apresentação do modelo e demais explicações. Já o segundo questionário foi criado para ser aplicado após as explicações, para avaliar o quanto o modelo auxiliou na aprendizagem. Os participantes da pesquisa eram, ao todo, 111 estudantes do Ensino Fundamental e Médio, pertencentes a diversas escolas da região, que estavam presentes na oficina ministrada sobre os movimentos da Terra, no Orion Days, o maior evento aeroespacial dos Campos Gerais, que ocorreu nos dias 3, 4 e 5 de outubro de 2024 em Ponta Grossa (PR).

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

O desenvolvimento do modelo didático que simula os movimentos de rotação e translação da Terra apresentou resultados satisfatórios em termos de funcionalidade e aplicação prática no ensino de Astronomia. A montagem do sistema permitiu a simulação dos principais movimentos da Terra em relação ao Sol, sendo possível observar as fases da Lua e o ciclo de dias e noites com a rotação da Terra, e as estações do ano com o movimento de translação. O modelo didático desenvolvido é mostrado na Fotografia 2.

Fotografia 2 – Modelo didático finalizado.



Fonte: Autoria própria (2024).

O aplicativo criado se comunica com o Arduino por *bluetooth*, o que permite ao professor controlar as funcionalidades do modelo pelo seu *smartphone*. Ele possui em sua interface um botão para ligar/desligar o modelo, um botão para ligar a iluminação representativa do sol, além de botões que acionam os motores para a rotação, tocando o áudio correspondente a cada fase da lua e botões que acionam os motores para a translação, tocando o áudio correspondente a cada estação do ano. Também foram adicionados 2 botões para cada movimento, uma seta que liga o motor em uma velocidade e as 2 setas que permitem que esse movimento seja feito de forma mais rápida, agilizando a sua visualização, conforme mostra a Figura 7.

4.1 Site Educacional

De forma a disponibilizar os conteúdos para o público em geral, o site foi hospedado na plataforma Netlify, no presente link: <https://modelo-didatico-astronomico.netlify.app/> (Kloth, 2025a). A Figura 8 apresenta a sua página inicial.

Figura 7 – Interface do aplicativo.



Fonte: Autoria própria (2024).

Figura 8 – Página inicial do site.



Fonte: Autoria própria (2024).

A aba para professores, exibida na Figura 9, mostra motivos para usar esse modelo didático e como utilizá-lo em sala de aula.

Já na aba para alunos, representada na Figura 10, alguns conceitos de Astronomia são explicados por meio de textos, animações e vídeos, ao final o aluno pode testar seus conhecimentos com um questionário (disponibilizado por meio de um Código de resposta rápida, do inglês *Quick Response Code* (QR code)).

Figura 9 – Aba para professores.

Modelo Didático - Movimentos da Terra

Início **Para Professores** Para Alunos Modelo Didático Contato

Motivos para utilizar o modelo didático em sala de aula

1. Aprendizagem Interativa e Visual: O modelo permite que os alunos vejam de forma prática e dinâmica os movimentos da Terra, Lua e Sol, facilitando a compreensão de conceitos complexos, como rotação, translação e as estações do ano.
2. Uso de Tecnologia e Inovação: A combinação de Arduino, impressão 3D e programação oferece uma abordagem moderna e atraente para o ensino, estimulando o interesse dos alunos pela ciência e pela tecnologia de forma aplicada.
3. Estimulação do Pensamento Crítico: Ao trabalhar com um modelo prático, os alunos são incentivados a observar, questionar e explorar fenômenos naturais, desenvolvendo habilidades de pensamento crítico e resolução de problemas.
4. Acessibilidade e Facilidade de Reprodução: O modelo é simples de construir com recursos acessíveis e ferramentas gratuitas, como a IDE Arduino e o fatiador Cura, permitindo que outros professores recriem e adaptem o modelo para suas próprias aulas de forma prática e econômica.

Que tal testar os conhecimentos dos seus alunos sobre esse assunto de uma forma divertida?

[Acesse o Quizziz](#)

Aprenda a utilizar o modelo didático
Confira como fazer o seu modelo

[Faça seu próprio modelo](#)

Fonte: Autoria própria (2024).

Figura 10 – Aba para alunos.

Modelo Didático - Movimentos da Terra

Início Para Professores **Para Alunos** Modelo Didático Contato

Rotação da Terra

O movimento de rotação da Terra é um dos mais importantes, é um giro em torno de seu próprio eixo a uma velocidade de aproximadamente 1.670 quilômetros por hora. Esse movimento é responsável pelo acontecimento dos dias e das noites e leva aproximadamente 24 horas. Mas não é uma rotina perfeitamente cronometrada; a rotação da Terra é influenciada pela força das marés e pelo atrito atmosférico, alterando sutilmente a duração dos nossos dias.

Fonte: Autoria própria (2024).

A aba modelo didático, mostrada na Figura 11, também é voltada para os professores. Nela estão disponíveis os materiais, links dos modelos 3D e o passo-a-passo para construir seu próprio modelo didático, além de instruções para baixar o aplicativo e usar em suas aulas. Também há uma aba com informações sobre o projeto e o contato dos autores.

4.2 Aplicação do modelo didático

O modelo didático foi aplicado na segunda edição da maior feira aeroespacial dos Campos Gerais (Orion Days), realizada na Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR) - Campus Ponta Grossa, nos dias 3, 4 e 5 de outubro de 2024. Esse evento é voltado para

Figura 11 – Aba modelo didático.

Modelo Didático – Movimentos da Terra

Início Para Professores Para Alunos **Modelo Didático** Contato

Construa seu Próprio Modelo Didático

Este guia foi criado para ajudar professores a construir o modelo didático de forma simples e acessível. Siga as instruções abaixo:

Materiais Necessários:

- Base, o sol e a lua: Madeira lisa (70cm x 70cm), peça de madeira fina (70cm de comprimento), papel contact, tintas para isopor, palito de churrasco, cola instantânea, massa epóxi, fita isolante, lanterna pequena, espuma, arame (10cm), esferas de isopor (4cm e 15cm), elástico de roupa fino, parafusos, porcas, arruelas, rolamentos, barra roscada (6mm-20cm).
- Circuito eletrônico: Kit jumpers macho-fêmea, 3 resistores 2.2k ohms, Arduino Uno, powerbank, protoboard, um módulo Bluetooth HC06, um smartphone Android, 2 sensores reflexivos Infravermelho para Arduino, uma ponte H (L9110s) para arduino, um motor com redução (3 a 6v), um motor de passo 28byj-48 5v + Drive uln2003 para Arduino.
- As seguintes peças foram impressas em 3D: Sistema de redução com engrenagens, um modelo do planeta Terra, uma base inclinada para a Terra, um suporte para a Terra, um suporte para sensor IR, uma caixa para componentes eletrônicos, duas roldanas, uma roda e um acoplamento para o motor com redução.

Passo a Passo:

1. Baixe o modelo do globo terrestre [aqui](#). O globo terrestre também pode ser feito com uma esfera de isopor pintada para representar os continentes. As

Fonte: Autoria própria (2024).

estudantes, portanto é aberto à visitação de escolas, além do público em geral, proporcionando a realização de diferentes atividades e a aquisição de conhecimentos nas áreas de engenharia aeroespacial, Astronomia e Ciências. A aplicação do modelo didático ocorreu por meio de uma oficina, mostrada na Fotografia 3. A oficina foi ministrada no dia 4 de outubro, no mini-auditório do bloco L, com 1 hora de duração com cada turma. A dinâmica da oficina consistiu em: (1) recepção da turma, (2) apresentação inicial do tema, (3) aplicação do primeiro questionário (pré), (4) explicação e demonstração com o modelo didático, (5) aplicação do segundo questionário (pós), e (6) finalização da oficina.

4.3 Questionários

Mais de 100 alunos participaram da oficina, incluindo alunos do Ensino Fundamental II e Ensino Médio. Ao todo, 111 alunos aceitaram responder ambos os questionários. Os Gráficos 1 e 2 apresentam algumas informações demográficas dos alunos.

Foi aplicado um questionário com 12 questões antes das explicações utilizando o modelo didático (pré) e outro após a aplicação do modelo didático (pós), com as mesmas questões teóricas, de modo a avaliar o quanto o modelo auxiliou no aprendizado. O questionário pré aplicação está disponível em: <https://forms.gle/2YsQcj8L1X4BMTah8> (Kloth, 2025b). O questionário pós aplicação pode ser acessado em: <https://forms.gle/9oswTWy6iEQthcgD7> (Kloth, 2025c). As porcentagens de acertos nos questionários são exibidas na Tabela 1.

A média de acertos do primeiro questionário foi de 5,13 e a mediana foi de 5 questões. Já no segundo questionário, após a apresentação do modelo, a média subiu para 7,05, o que representa 37% de melhoria nos acertos dos alunos. Nesse caso, a mediana foi de 7 questões.

Com relação às questões optativas do primeiro formulário, das 36 respostas para a pergunta "De que forma você aprende melhor?", que era de múltipla escolha, devido à variedade

Fotografia 3 – Oficina sobre movimentos da Terra.



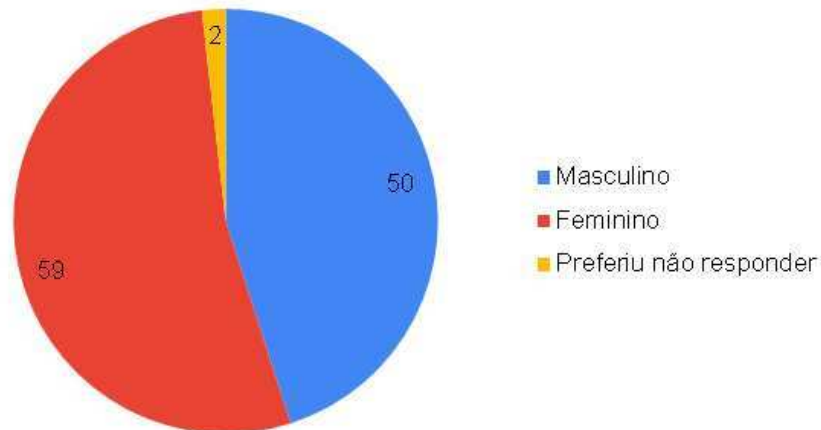
Fonte: Autoria própria (2024).

de possibilidades de aprendizagem, 19 alunos afirmaram que aprendem melhor "Com atividades práticas", o que revela a importância da produção de modelos didáticos e da realização de diferentes práticas ligadas a esse tema. O Gráfico 3 mostra que a opção "Com atividades práticas" foi a segunda mais votada, abaixo apenas da opção "Ouvindo", que também é contemplada no modelo didático produzido, pois são utilizados áudios com a função de maximizar a compreensão sobre o assunto e aproximar os conteúdos à realidade do aluno.

O grau de dificuldade desse conteúdo foi classificado como médio, por 26 dos 34 alunos que responderam essa questão optativa.

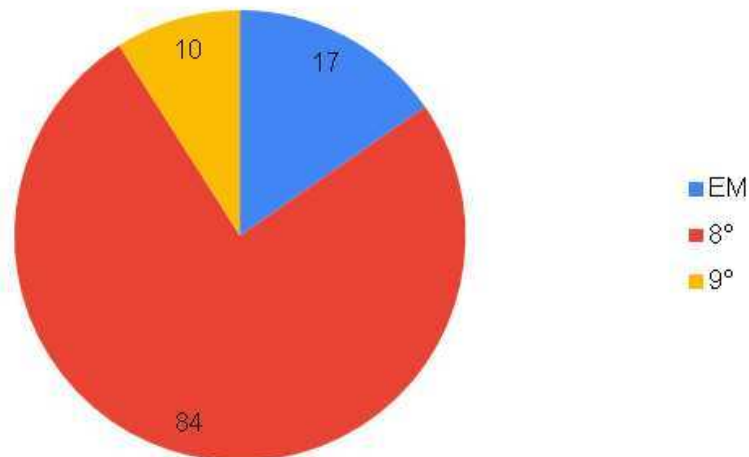
Já no segundo questionário, na questão: "Em uma escala de 1 a 5, quanto você considera que o modelo facilitou o entendimento desses conteúdos?", dos 34 alunos que responde-

Gráfico 1 – Informações demográficas - Gênero.



Fonte: Autoria própria (2024).

Gráfico 2 – Informações demográficas - Escolaridade.



Fonte: Autoria própria (2024).

ram, 12 classificaram como 5, outros 12 alunos consideraram como 4, 8 alunos a colocaram na escala 3, 1 aluno considerou 2 e 1 aluno a considerou 1, conforme mostrado no Gráfico 4.

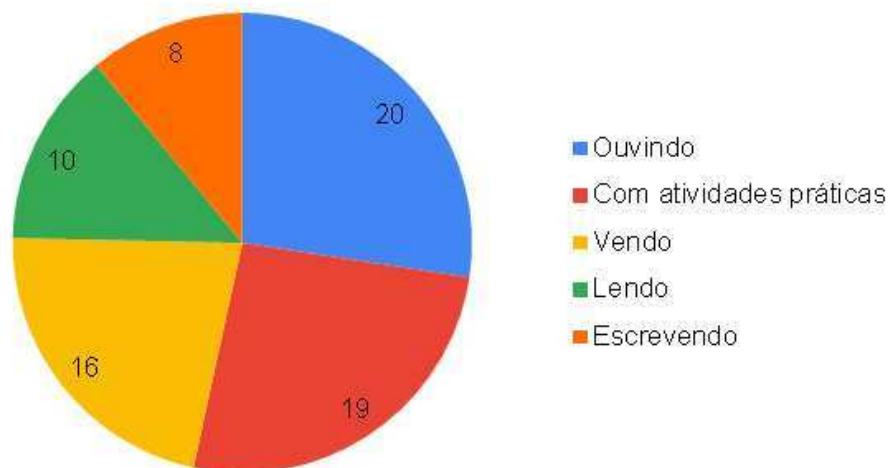
Os alunos tiveram um espaço aberto para escrever como foi a experiência proporcionada pelo modelo didático. Ao todo, 40 alunos escreveram sobre a sua experiência de uma forma muito positiva, como pode ser observado em algumas respostas presentes na Figura 12.

Além disso, outro espaço foi aberto para possíveis dúvidas, sugestões ou críticas, em que apenas um aluno sugeriu que o modelo didático fosse um pouco maior para facilitar o aprendizado.

Tabela 1 – Porcentagem de acertos nas questões teóricas em ambos os questionários.

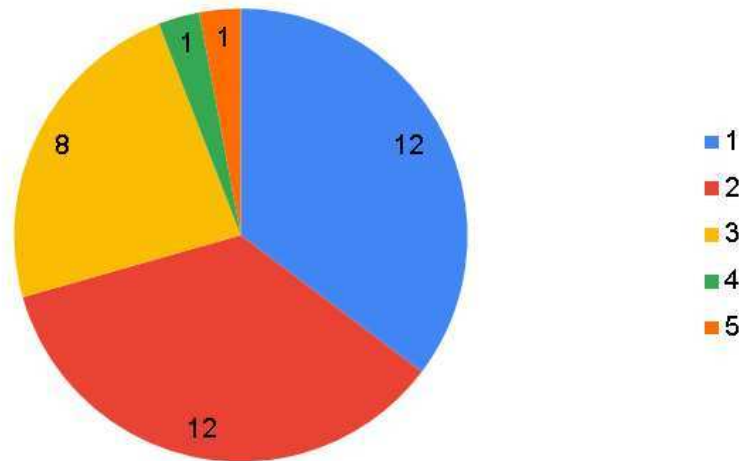
Questão	Acertos Pré (%)	Pós (%)
A Terra realiza quantos movimentos?	7,207207	88,28829
O que aconteceria se a Terra não fosse inclinada?	44,14414	49,54955
Qual é o movimento terrestre responsável pela ocorrência dos dias e das noites?	76,57658	83,78378
O movimento de translação da Terra é:	56,75676	75,67568
A que se deve a sequência das estações do ano?	63,96396	82,88288
Qual movimento da Lua é responsável pelas fases?	12,61261	26,12613
A figura abaixo representa:	36,03604	60,36036
O movimento em que a Lua gira em torno do seu próprio eixo é chamado de:	60,36036	66,66667
O fenômeno astronômico do _____ é caracterizado pela maior incidência da radiação solar em um determinado hemisfério. Ele é responsável pelas estações do ano verão e inverno.	48,64865	45,94595
Neste fenômeno, a luz solar incide de maneira perpendicular à Linha do Equador, sendo o período de insolação solar igual nos dois hemisférios. Está atrelado ao início das estações do ano outono e primavera.	45,04505	36,03604
A imagem representa qual estação no hemisfério Sul?	24,32432	33,33333
Qual o período de translação da Terra?	37,83784	56,75676

Fonte: Autoria própria.

Gráfico 3 – Respostas para a questão de múltipla seleção "De que forma você aprende melhor?".

Fonte: Autoria própria (2024).

Gráfico 4 – Classificação dos alunos com relação ao auxílio do modelo didático no entendimento do tema



Fonte: Autoria própria (2024).

Figura 12 – Opiniões dos alunos.

O que você achou da experiência proporcionada pelo modelo didático?

40 respostas

Achei muito útil e deu pra entender bastante.

Esclareceu bastante conteúdos

Bom!!

Muito boa

Otima

Achei muito legal e consegui aprender mais

Bem bacana

Interessante.

Amei

Fonte: Autoria própria (2024).

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este trabalho contribuiu significativamente para o avanço no desenvolvimento de modelos didáticos tecnológicos voltados ao ensino de Ciências, demonstrando que o uso desses recursos pode proporcionar uma aprendizagem mais eficiente e, ao mesmo tempo, mais atrativa para os alunos. A utilização do modelo desenvolvido mostrou-se eficaz ao promover maior compreensão dos conteúdos relacionados aos movimentos de rotação e translação da Terra e suas principais consequências para o cotidiano.

Os resultados obtidos por meio dos questionários aplicados após a utilização do modelo didático foram bastante satisfatórios. Observou-se um aumento de 37% no número de acertos em comparação ao questionário aplicado antes da intervenção, indicando que a aplicação do modelo auxiliou de forma significativa na compreensão dos alunos. Esse impacto positivo foi percebido em estudantes de diferentes idades e níveis de conhecimento, o que reforça a versatilidade e eficácia do recurso. Além dos dados quantitativos, as avaliações qualitativas feitas pelos alunos revelaram que a experiência com o modelo didático foi positiva. Os estudantes demonstraram interesse e engajamento com o tema, o que reforça a importância da adoção de recursos tecnológicos e interativos no processo de ensino-aprendizagem.

O modelo didático foi desenvolvido para a oficina sobre os movimentos da Terra, realizada durante a segunda edição do Orion Days, maior feira aeroespacial dos Campos Gerais, com participação de alunos do Ensino Fundamental II e do Ensino Médio. Como o tema integra o currículo dos 6º e 8º anos, o modelo pode ser utilizado em sala de aula pelos professores. No entanto, seu uso requer cuidados, devido aos componentes eletrônicos e às partes em isopor, além da recomendação de um ambiente com pouca iluminação para o pleno aproveitamento de suas funcionalidades.

Outro ponto relevante refere-se ao custo dos materiais utilizados na confecção do modelo. As peças produzidas por impressão 3D, embora eficientes, possuem um custo mais elevado. Portanto, sugere-se que, em contextos com restrições orçamentárias, sejam exploradas alternativas com materiais mais acessíveis, como MDF, papelão ou plástico, mantendo a funcionalidade do modelo sem comprometer sua aplicabilidade.

Para pesquisas futuras, recomenda-se o aperfeiçoamento do modelo didático, com adaptações que facilitem sua utilização por professores e melhorem ainda mais a visualização por parte dos alunos. Além disso, considera-se essencial a realização de capacitações específicas para os docentes, a fim de prepará-los para o uso do modelo em conjunto com o aplicativo desenvolvido, assegurando uma integração eficiente do recurso à prática pedagógica em sala de aula.

REFERÊNCIAS

- AGUIAR, D. S. Robótica educacional com arduino como ferramenta didática para o ensino de física. *In: Produto Educacional do MNPEF*. [s.n.] 2017. Disponível em: <https://ifce.edu.br/sobral/campus-sobral/cursos/posgraduacoes/mestrado-1/mnpef/arquivos/4-produto-educacional-robotica-educacional-com-arduino-como-ferramenta-didatica.pdf>.
- AUSUBEL, D. P. **Educational Psychology: A Cognitive View**. [S.l.]: Holt, Rinehart and Winston, 2003.
- BACHELARD, G. **La Formation de l'Esprit Scientifique**. Paris: Librairie Philosophique J. Vrin, 1938.
- BERNARD, C. **Introduction à l'étude de la médecine expérimentale**. Paris: J.-B. Baillière, 1865.
- BRASIL. **Base Nacional Comum Curricular**. [S.l.]: Ministério da Educação, 2018.
- BRUNER, J. S. **The Culture of Education**. [S.l.]: Harvard University Press, 1996.
- CAETANO, A. d. A. a. **O uso de modelos e aparelhos no ensino de Astronomia nas séries iniciais do ensino básico – instrumentos de mediação para o aprendizado**. 2007. Dissertação (Dissertação de Mestrado) — Universidade Federal de Minas Gerais Belo Horizonte, MG, Brasil 2007.
- CASTRO, L. H. M.; SANTOS, R. d. O uso do arduino e a criação de objetos educacionais em tempos e espaços desarticulados. **Revista de Educação Científica**, ,, 2022. Disponível em: <https://periodicos2.uesb.br/index.php/recic/article/download/6550/4778/12728>.
- CASTRO, M. T. d.; FERREIRA, L. A.; PAGANOTTI, A. O ensino a distância de astronomia na capacitação de professores da rede pública de ensino. **Revista Campo da História**, v. 9, n. 1, p. 282–303, abr. 2024. Disponível em: <https://ojs.campodahistoria.com.br/ojs/index.php/rcdh/article/view/198>.
- CHASSOT, A. **Alfabetização científica: questões e desafios para a educação**. [S.l.]: Editora Unisinos, 2003.
- CHROBAK, R.; BENEGAS, M. L. Mapas conceptuales y modelos didácticos de profesores de química. *In: .* 2006. **Anais [...]** [S.l.: s.n.], 2006.
- CRESWELL, J. W.; CLARK, V. L. P. **Designing and Conducting Mixed Methods Research**. 2. ed. Thousand Oaks, CA: SAGE Publications, 2011.
- DANTAS, A. P. J. *et al.* Importância do uso de modelos didáticos no ensino de citologia. **Id on Line Rev. Mult. Psic.**, v. 13, n. 45, p. 594–608, 2019. ISSN 1981-1179. Disponível em: <https://idonline.emnuvens.com.br/id/article/download/1732/2552/6616>.
- DIEDRICH, B. **Textured earth by Bld**, . 2012. Disponível em: <https://www.thingiverse.com/thing:17336>.
- FREITAS, L.; OLIVEIRA, C. Modelos físicos e digitais no ensino de astronomia: uma abordagem investigativa. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 38, n. 2, p. 201–215, 2016.
- GIL, A. C. **Métodos e técnicas de pesquisa social**. 6. ed. São Paulo: Atlas, 2008.
- GIOVANNINI, F. C. O.; SILVA, F. S. da. Um objeto-modelo didático do movimento aparente do sol em relação ao fundo de estrelas. **Cad. Bras. Ens. Fís.**, Universidade Federal de

- Sergipe v. 30, n. 1, p. 131–155, abr. 2013. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.5007/2175-7941.2013v30n1p131>.
- JÚNIOR, C. G. *et al.* Modelos e modelagens no ensino de ciências: Proposta e resultados na educação básica. **Revista Sapiência: Sociedade, Saberes e Práticas Educacionais**, v. 12, n. 1, p. 1–18, 2023. ISSN 2238-3565. Disponível em: <https://www.revista.ueg.br/index.php/sapiencia/article/download/13055/9831>.
- KIDS, E. **Movimentos da Terra: características dos movimentos da Terra**, . 2024. <https://escolakids.uol.com.br/geografia/movimentos-da-terra.htm>. Acesso em: 5 nov. 2024.
- KLOTH, M. G. **Modelo didático astronômico**, . 2025. Acesso em: 21 fev. 2025. Disponível em: <https://modelo-didatico-astronomico.netlify.app>.
- KLOTH, M. G. **Questionário pré-aplicação sobre o modelo didático astronômico**, . 2025. Acesso em: 21 fev. 2025. Disponível em: https://docs.google.com/forms/d/1ATcsMjB8XKkSsmviWsH2vSg2Z4MPQ7dssdIMbguUimA/viewform?edit_requested=true.
- KLOTH, M. G. **Questionário pós-aplicação sobre o modelo didático astronômico**, . 2025. Acesso em: 21 fev. 2025. Disponível em: https://docs.google.com/forms/d/15iSc51LkEfHWgw91K4bOIErS2Ty3ZzVBidSn8-pl39M/viewform?edit_requested=true.
- LANGHI, R.; NARDI, R. Justificativas para o ensino de astronomia: o que dizem os pesquisadores brasileiros? **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 14, n. 3,, 2014. Disponível em: <https://www.periodicos.abrapec.org.br/index.php/rbpec/article/view/151>.
- MARCONI, M. d. A.; LAKATOS, E. M. **Fundamentos de metodologia científica**. 8. ed. São Paulo: Atlas, 2017.
- MATTHEWS, M. R. **Science Teaching: The Role of History and Philosophy of Science**. New York: Routledge, 1994.
- MENEZES, P. **Movimentos da Terra**, . 2024. <https://www.todamateria.com.br/movimentos-terra/>. Acesso em: 5 nov. 2024.
- MORAES, J. d. **Modelos didáticos e o ensino de ciências**. 2020. Dissertação (Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Ciências Biológicas – Licenciatura)) — Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR) Dois Vizinhos, PR 2020. 66 f.
- MORAN, J. M. **A educação que desejamos: novos desafios e como chegar lá**. [S./]: Papyrus Editora, 2015.
- MORIN, E. **Os Sete Saberes Necessários à Educação do Futuro**. Paris: UNESCO, 2000.
- NASCIMENTO, J. M. T. de S.; CAMPOS, F. L. A importância da utilização de recursos didático-pedagógicos no ensino de genética em escolas públicas no município de parnaíba – pi (brasil). **Revista ESPACIOS**, v. 39, n. 25, p. 30, 2018. ISSN 0798-1015.
- PAPERT, S. **Mindstorms: Children, Computers, and Powerful Ideas**. New York: Basic Books, 1980.
- PENA, R. F. A. **O que é rotação e translação?**, . 2024. <https://brasilecola.uol.com.br/o-que-e/geografia/o-que-e-rotacao-translacao.htm>. Acesso em: 5 nov. 2024.
- PEREIRA, F. N. V. **Uma Proposta Interdisciplinar no Ensino de Astronomia: Automação Microcontrolada dos Controles Equatoriais de Lunetas e Telescópios**. 2023. Dissertação (Dissertação de Mestrado) — Universidade Estadual de Feira de Santana (UEFS) Feira de Santana 2023.

PIAGET, J. **The Science of Education and the Psychology of the Child**. New York: Orion Press, 1970.

PINTO, C. M. d. S. F.; SILVA, J. P. G. d.; SILVA, M. F. d. A. A. d. Dificuldades no ensino de astronomia em sala de aula: Um relato de caso. **Revista Vivências**, v. 2, n. 2, 2018. ISSN 2595-7597. Disponível em: <https://periodicos.ufpe.br/revistas/vivencias/article/download/239727/31301>.

ROMEU, M. C. Universidade Federal do Ceará - Instituto UFC Virtual **Introdução a astronomia - Tópico 05: Estações do ano e fusos**, . 2025.

ROMEU, M. C. Universidade Federal do Ceará - Instituto UFC Virtual **Introdução a astronomia - Tópico 06: A lua**, . 2025.

SANTIN, R.; OLIVEIRA, M. de F. Aprendizagem baseada em projetos no ensino de astronomia: Construção de modelos do sistema solar. **Revista Brasileira de Ensino de Ciência e Tecnologia**, v. 13, n. 2, p. 45–62, 2020.

SANZOVO, D. T. *et al.* Estratégias metodológicas para o ensino de astronomia em cursos de formação de professores nas publicações do snea e da relea. **Revista Latino-Americana de Educação em Astronomia**, , n. 30, p. 65–82, jan. 2021. Disponível em: <https://www.relea.ufscar.br/index.php/relea/article/view/490>.

SCHWARZ, D.; VOELZKE, M. R.; MACEDO, J. A. d. Influência do contexto educacional no ensino de astronomia. **Revista de Educação Pública**, v. 30, n. jan/dez, p. 1–23, jun. 2021. Disponível em: <https://periodicoscientificos.ufmt.br/ojs/index.php/educacaopublica/article/view/8709>.

SILVA, R.; ANDRADE, J. Concepções alternativas sobre astronomia no ensino básico. **Revista de Educação em Ciências**, v. 40, n. 3, p. 305–320, 2019.

SILVA, T. G. d.; MORBECK, L. L. B. Utilização de modelos didáticos como instrumento pedagógico de aprendizagem em citologia. **Cadernos da Fucamp**, v. 21, n. 52, p. 110–122, 2022. Disponível em: <https://revistas.fucamp.edu.br/index.php/cadernos/article/download/2820/1766>.

SOFFNER, R. K. Seymour papert, computadores e educação: Uma revisão retrospectiva e propositiva. **Revista Tecnológica da Fatec Americana**, v. 10, n. 1, p. 1–20, 2022.

TROGELLO, A. G. **Objetos de Aprendizagem: Para o Ensino de Astronomia**. 2013. Dissertação (Dissertação de Mestrado) — Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR) Ponta Grossa, PR, Brasil 2013.

TROGELLO, A. G.; BECKERS, I. E. Proposta de modelo didático de baixo custo para o ensino de fases da lua. *In*: ANAIS DO I SIMPÓSIO SUL-AMERICANO DE PESQUISA EM ENSINO DE CIÊNCIAS - SSAPEC. 2020. **Anais [...] [S.l.: s.n.]**, 2020. Arquivo-54832-1-10-20201214.pdf.