

TEATRO CÓSMICO: MODELAGEM CORPORAL PARA O ENSINO DA DINÂMICA DO SISTEMA SOL-TERRA-LUA NO ENSINO FUNDAMENTAL – ALGUNS RESULTADOS E REFLEXÕES

COSMIC THEATER: BODY MODELING FOR TEACHING THE DYNAMICS OF THE SUN-EARTH-MOON SYSTEM IN ELEMENTARY SCHOOL – SOME RESULTS AND REFLECTIONS

Fabio Bianchi de Moura¹, Laercio Ferracioli², Sérgio Mascarello Bisch³

¹EMEF Ministro Petrônio Portella, fabio.moura@prof.serra.es.gov.br

² Universidade Federal do Espírito Santo, laercio.ufes@gmail.com

³Universidade Federal do Espírito Santo, sergiobisch@gmail.com

Resumo: *Este trabalho apresenta os resultados e reflexões da implementação do "Teatro Cósmico", uma ferramenta didática baseada em modelagem corporal para o ensino dos movimentos do sistema Sol-Terra-Lua no Ensino Fundamental II. A proposta propõe que os estudantes encenem com o corpo os movimentos de rotação e translação, além das fases da Lua e os eclipses, promovendo uma compreensão mais intuitiva desses fenômenos astronômicos. A atividade didática foi planejada num produto educacional que foi aplicado em uma escola pública no Espírito Santo, envolvendo testes, observações do ciclo lunar e análise de vídeos gravados pelos próprios alunos. Os resultados indicaram grande potencial pedagógico na abordagem, mas também revelaram lacunas conceituais significativas entre os grupos. A maioria não representou corretamente os movimentos sincronizados da Lua, a inclinação de seu plano orbital ou a não recorrência dos eclipses. Apenas um grupo conseguiu apresentar explicações mais completas e coerentes. O estudo conclui que a metodologia favorece aprendizagens significativas, sobretudo quando combinada com intervenções mais direcionadas, troca de papéis e momentos de reflexão crítica. Por fim, são sugeridas melhorias como demarcações cênicas das órbitas e avaliações colaborativas via vídeo, ampliando as possibilidades de compreensão e engajamento dos estudantes.*

Palavras-chave: *Ensino de Astronomia; Modelagem Corporal; Fases da Lua; Eclipses.*

Abstract: *This work presents the results and reflections on the implementation of the "Cosmic Theater," a didactic tool based on body modeling designed to teach the movements of the Sun-Earth-Moon system to middle school students. The approach invites learners to enact with their bodies the motions of rotation and revolution, along with lunar phases and eclipses, fostering a more intuitive understanding of these astronomical phenomena. The activity was developed as part of an educational product and applied in a public school in Espírito Santo, Brazil, involving 27 students. The findings reveal high pedagogical potential in the approach, but also significant conceptual gaps among the students' groups. Most did not accurately represent the Moon's synchronized motions, the inclination of its orbital plane, or the non-recurrence of eclipses. Only one group managed to deliver more complete and coherent explanations. The study concludes that this methodology promotes meaningful learning, particularly when combined with more targeted interventions, role-swapping among participants, and moments of critical reflection. Lastly, it suggests improvements such as scenic markings to represent orbital paths and collaborative video-based assessments, which may enhance students' understanding and engagement.*

Keywords: *Astronomy Education; Body Modeling; Lunar Phases; Eclipses*

INTRODUÇÃO

Este estudo aborda a implementação de um recurso educacional destinado ao ensino das fases da Lua e dos eclipses solares e lunares mediante uma representação dos movimentos do Sol, da Terra e da Lua, num referencial heliocêntrico, usando o próprio corpo dos alunos, numa representação teatral em que três alunos assumem, respectivamente, os papéis do Sol, da Terra e da Lua e simulam os seus movimentos, à qual denominamos “Teatro Cósmico”.

A aplicação ocorreu na Escola Municipal de Ensino Fundamental Ministro Petrônio Portella, localizada no município da Serra, Espírito Santo, entre 7 de março e 12 de abril de 2022. A iniciativa envolveu alunos do 9º ano do turno matutino, totalizando 105 participantes. No entanto, a análise deste trabalho concentra-se nos resultados de 27 estudantes que acompanharam todas as etapas avaliativas ao longo da implementação.

A ideia de elaboração desse recurso surgiu após a realização de um levantamento de questões da Olimpíada Brasileira de Astronomia (OBA), identificando diversas representações utilizadas para facilitar o estudo da esfera celeste e dos movimentos da Lua, quando observada da Terra, e a ocorrência de suas fases.

Durante essa análise, observou-se a ausência de uma representação que pudesse apresentar o movimento lunar no céu de forma evidente e acessível, auxiliando os estudantes em sua jornada de aprendizado. Essa lacuna evidenciou a necessidade de uma atividade que possibilitasse a visualização dinâmica da trajetória lunar, contribuindo para uma compreensão mais intuitiva dos fenômenos astronômicos a serem abordados, como as fases lunares e os eclipses.

A iniciativa teve como objetivo principal ampliar a compreensão dos estudantes do Ensino Fundamental II sobre a dinâmica espacial do sistema Sol-Terra-Lua. Para isso, foram desenvolvidas duas atividades centrais: a primeira envolveu o registro diário da observação do ciclo lunar, relacionando a evolução das fases da Lua à posição relativa do Sol e da Lua no céu. Esse processo contou com o suporte de uma Representação Conceitual do Horizonte, combinada com dados obtidos no programa *Stellarium*, sobre o ângulo entre a Lua e o Sol (elongação lunar), e a observação contínua da Lua por um mês. A segunda atividade, abordada no presente trabalho, foi a modelagem corporal “Teatro Cósmico”, que buscou proporcionar uma experiência mais imersiva e interativa na compreensão dos fenômenos astronômicos. Em Moura (2024) estas duas estratégias são mais bem detalhadas.

Durante a aplicação da proposta, foram coletados dados quantitativos por meio de testes inspirados em questões da OBA, além de dados qualitativos, obtidos a partir dos registros dos estudantes sobre a observação do ciclo lunar e da modelagem corporal realizada no Teatro Cósmico.

ATIVIDADE DO TEATRO CÓSMICO

No presente trabalho, serão apresentados os resultados obtidos a partir da análise dos registros da modelagem corporal do Teatro Cósmico, numa aplicação da proposta realizada em 2022, com alunos do 9º ano do Ensino Fundamental.

O cerne dessa dinâmica reside na impossibilidade de interagirmos diretamente com os corpos celestes. Somos meros viajantes nesse grandioso teatro cósmico, mas podemos criar representações corporais fundamentadas em conhecimentos acumulados ao longo de séculos.

Assim, por meio dessa representação, a que chamamos Teatro Cósmico, os alunos realizaram uma modelagem corporal dos movimentos orbitais de rotação e de translação, do sistema Sol-Terra-Lua, acompanhada de problematizações relativas a aspectos como: o formato das órbitas, a inclinação dos eixos de rotação e do plano orbital, a duração dos movimentos e como representá-los em uma escala de tempo e de espaço adequada, devendo ser acompanhada de uma explicação das fases lunares e dos eclipses solares e lunares.

Essa proposta foi pensada, inicialmente, como uma atividade para ser realizada pelo estudante em conjunto com a família, pela oportunidade de aproximar os familiares da escola. Entretanto, no decorrer da aplicação, verificou-se que seria mais viável a realização pelos próprios estudantes, organizados em grupos.

A modelagem corporal foi a etapa final do trabalho dos estudantes, precedida pela apresentação de uma sequência de ensino dividida em quatro módulos, com foco no ensino de Astronomia por meio de atividades práticas, vídeos e simulações. Resumidamente tivemos:

- Módulo 1: Introdução aos modelos científicos e os métodos usados para ensinar Astronomia. Inclui pré-teste, vídeos e primeiras orientações sobre movimentos da Terra.
- Módulo 2: Abordagem da origem do Sistema Solar e a construção de um modelo em escala, com atividades sobre rotação e escalas planetárias.
- Módulo 3: Exploração das fases da Lua com uso de simuladores e um modelo conceitual do horizonte. Há várias etapas de observação, simulação e avaliação.
- Módulo 4: Foca nos eclipses, usando vídeos, modelo físico (Terra-Lua) e simuladores para aprofundar o aprendizado. Também inclui suporte para quem tiver dúvidas e um pós-teste para medir o progresso.

A proposta do Teatro foi planejada para ser executada em 3 atos, de acordo com os roteiros a seguir indicados:

Ato 1: Movimento de Translação

Olá, pessoal! Então vamos ao nosso Teatro Cósmico. No nosso teatro haverá três personagens: o Sol, a Terra e a Lua. O Ato 1 do Teatro Cósmico é a representação dos movimentos de translação desses 3 personagens. Convide pessoas da sua família – pais, irmãos, tios, primos e avós – para construir o Teatro Cósmico com você. O corpo celeste maior deverá ser representado por uma pessoa com os braços abertos. O corpo de tamanho intermediário deverá ser representado por uma pessoa com os braços dobrados. E o corpo menor deverá ser representado por uma pessoa com os braços para baixo. (Este início se repete nos três atos).

Passos para Realização da Atividade que deverá ser entregue ao final:

- Passo 1: Escolha quais as pessoas de sua família que vão representar cada um desses 3 personagens.
- Passo 2: Você deverá gravar um vídeo de até 1 minuto com cada parente simulando os movimentos de translação que cada personagem realiza em uma sequência coerente e de acordo com as respostas obtidas a seguir.
- Passo 3: Antes de gravar o vídeo, organize suas ideias respondendo ao Roteiro de Perguntas: Qual o corpo celeste maior, o de tamanho intermediário e o menor?

O que é o movimento de translação? Todos os corpos celestes realizam movimento de translação? Quanto tempo cada um desses corpos/personagens leva para executar esse movimento? Qual é o formato dos caminhos percorridos por estes corpos celestes? Desenhe o formato da órbita, isto é, o formato do caminho percorrido no espaço de cada um dos corpos representados no Teatro Cósmico.

- Passo 4: Faça um ensaio com os personagens realizando seus movimentos. Se necessário, faça vários ensaios.
- Passo 5: Após os ensaios com todos os personagens seguros de seus papéis no Teatro Cósmico, faça a gravação final para ser entregue.
- Passo 6: Poste a gravação de seu Teatro Cósmico no Youtube no modo não inscrito e envie o link do vídeo para o professor pelo WhatsApp.

Ato 2: Movimento de Rotação

Passos para Realização da Atividade que deverá ser entregue ao final:

- Passo 1: Escolha quais as pessoas de sua família vão representar cada um desses 3 personagens
- Passo 2: Você deverá gravar um vídeo de até 1 minuto com cada parente simulando os movimentos de rotação que cada personagem realiza em uma sequência coerente e de acordo com as respostas obtidas a seguir.
- Passo 3: Antes de gravar o vídeo, organize suas ideias respondendo ao Roteiro de Perguntas: Qual o corpo celeste maior, o de tamanho intermediário e o menor? O que é o movimento de rotação? Todos os corpos celestes realizam movimento de rotação? Quanto tempo cada um desses corpos/personagens leva para executar esse movimento? Os eixos de rotação são inclinados? Qual é o sentido de rotação destes corpos? Qual referencial utilizou para responder à questão anterior?
- Passo 4: Faça um ensaio com os personagens realizando seus movimentos. Se necessário, faça vários ensaios.
- Passo 5: Após os ensaios com todos os personagens seguros de seus papéis no Teatro Cósmico, faça a gravação final para ser entregue.
- Passo 6: Poste a gravação de seu Teatro Cósmico no Youtube no modo não inscrito e envie o link do vídeo para o professor pelo WhatsApp

Ato 3: Explicando as Fases e os Eclipses Solares e Lunares

Passos para realização da atividade que deverá ser entregue ao final:

- Passo 1: escolha quais colegas vão representar cada um desses 3 personagens: o Sol, a Terra e a Lua.
- Passo 2: explique aos colegas que vocês deverão gravar um vídeo de até 1 minuto com cada componente simulando os movimentos necessários que ajudem a explicar as fases lunares e eclipses, onde cada personagem deve realizar os movimentos em uma sequência coerente e de acordo com as respostas obtidas no passo a seguir:
- Passo 3: Antes de gravar o vídeo, organizem suas ideias, lembrando que vocês devem representar: as fases lunares, um eclipse solar total, um eclipse lunar total. Para tanto busquem esclarecer e responder às seguintes perguntas:
- Como ocorrem as fases lunares? Qual deverá ser a posição da Lua em relação aos outros corpos celestes em cada fase? Qual deverá ser a posição de cada um

quando ocorre o eclipse solar total? Qual deverá ser a posição de cada um quando ocorre o eclipse lunar total? Qual a inclinação das órbitas? Qual referencial utilizou para responder à questão anterior?

- Passo 4: Faça um ensaio com os personagens, realizando seus movimentos. Se necessário, faça vários ensaios.
- Passo 5: Após os ensaios com todos os personagens seguros de seus papéis no Teatro Cósmico, faça a gravação final para ser entregue.
- Passo 6: Poste a gravação de seu Teatro Cósmico no Youtube no modo não inscrito e envie o link do vídeo para o professor pelo WhatsApp.

Essa atividade foi, então, realizada em grupos de até seis componentes e, como resultado, foram obtidos nove vídeos de até um minuto cada. Desses, cinco contaram também com alguns comentários feitos oralmente ou na forma de legenda. Nos demais, foi feita apenas a representação dos movimentos, como aparece ilustrado na Figura 1 a seguir:

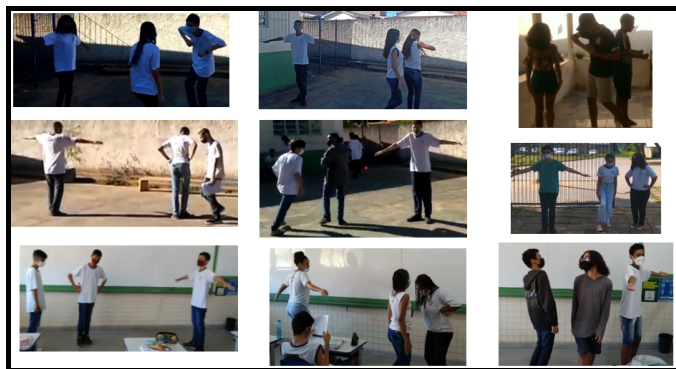


Figura 1: Registro das modelagens corporais realizadas pelos estudantes.

Durante esse processo, após feito o desafio, em um primeiro momento, os alunos se mostraram resistentes à sua execução. Assim, foi necessário fazer uma intervenção.

Essa intervenção consistiu em problematizações a partir do roteiro do Ato 3, de modo que os alunos pudessem pensar a respeito e, a partir daí, construir suas simulações.

Segundo Piaget (2012, p.137):

A criança deve criar um espaço, tempo, universo de causas e objetos práticos, para isso deve libertar-se de seu egocentrismo perceptivo e motor, o que se realiza por sucessivas descentrações que lhe permitem organizar um conjunto empírico de deslocamentos materiais, em um amplo conjunto de percepções e projeções, situando seu corpo e seus próprios movimentos no universo imaginativo, juntamente com as posições e movimentos de outros objetos de interesse.

É fundamental que o aluno experimente diferentes perspectivas, como atuar e filmar diferentes papéis da modelagem corporal proposta, pois é uma forma concreta de praticar a descentração que auxilia na compreensão da dinâmica do sistema Sol-Terra-Lua.

METODOLOGIA DE ANÁLISE

Na análise dos vídeos referentes à modelagem corporal do Teatro Cósmico, conforme roteiro do Ato 3, foram observados, então, os seguintes aspectos:

Os personagens estão devidamente identificados, conforme o roteiro do Ato 3. Há alguma explicação em forma de narrativa ou legenda? O grupo representou as fases lunares e eclipses? Quanto à Terra: apresenta movimento de rotação e translação? Qual o sentido? Foi considerada a inclinação do eixo de rotação? Quanto à Lua: apresenta movimentos de rotação e translação sincronizados? Qual o sentido? Foi considerada a inclinação do plano orbital? Caso o grupo tenha representado as fases lunares e eclipses, foi utilizada a inclinação orbital para explicar a não ocorrência dos eclipses a cada quatorze dias? Quanto ao Sol: apresenta movimento de rotação e translação? Qual o sentido?

Foi verificado, portanto, se os momentos especiais das fases lunares foram indicados nas posições efetivamente corretas, levando-se em consideração as posições relativas do Sol e da Terra e, principalmente, o ângulo de separação entre o Sol e a Lua, e se o conceito de iluminação estava indicado corretamente, isto é, se a Lua Cheia e a Lua Nova estavam corretamente posicionadas em relação ao Sol e a Terra.

Quanto ao movimento orbital, foi constatado se a rotação e a translação seguem o mesmo sentido, se o plano orbital lunar está adequadamente representado, se esses movimentos lunares estão sincronizados, fazendo com que a face visível se mantenha inalterada, isto é, a mesma face lunar voltada para a Terra, e ainda se a Terra apresenta a sua rotação suficientemente rápida comparada ao Sol e à Lua.

É importante destacar que os vídeos produzidos pelos grupos na modelagem corporal do teatro cósmico foram avaliados somente quando incluíam estudantes que participaram de todas as etapas essenciais, o que inclui o preenchimento das planilhas de observação do ciclo lunar, as simulações dos eclipses no modelo físico Terra-Lua e a realização dos testes avaliativos.

RESULTADOS

A atividade foi planejada com base em três roteiros sequenciais, nos quais os estudantes deveriam desenvolver, gradativamente, seus conhecimentos sobre o sistema Sol-Terra-Lua por meio da modelagem corporal. No Ato 1, os alunos explorariam o movimento de translação, o plano orbital e o formato das órbitas; no Ato 2, trabalhariam o movimento de rotação e a inclinação do eixo terrestre; por fim, no Ato 3, integrariam os dois movimentos, abordando as fases lunares, os eclipses e a não recorrência dos eclipses a cada 14 dias. Contudo, esse percurso metodológico não foi seguido conforme planejado: os estudantes entregaram apenas o vídeo final de 1 minuto referente ao Ato 3, sem apresentar registros prévios dos Atos 1 e 2. Essa ausência comprometeu a possibilidade de realizar intervenções pedagógicas pontuais durante o processo, o que resultou em uma intervenção única, mais extensa e com múltiplas orientações condensadas. Como consequência, diversos elementos esperados na apresentação do Ato 3 foram esquecidos ou representados de forma incompleta.

Quase todos os grupos, com exceção do grupo que apresentou o vídeo C, não se detiveram em explicar as fases lunares e os eclipses, e nenhum grupo explicou a não recorrência dos eclipses a cada catorze dias.

A inclinação do eixo de rotação terrestre, quando representado, não mantinha a direção no espaço. Seis grupos apresentaram a inclinação do plano orbital lunar, dobrando levemente os joelhos e ficando de ponta de pé de modo gradativo à medida que evoluísse na órbita ao redor da Terra, como foi problematizado e respondido pelos próprios estudantes durante intervenção nas duas turmas. Mas nenhum utilizou essa informação para explicar a não recorrência dos eclipses a cada catorze dias, conforme explicado no vídeo 4 e em sala de aula, durante a aplicação dos Módulos.

Seis grupos tiveram dificuldade em manter os movimentos de rotação do Sol, da Terra e da Lua no mesmo sentido, horário ou anti-horário. Dois grupos mantiveram a “Terra” somente rotacionando, três grupos representaram o Sol sem rotação, dois grupos representaram todos os movimentos de rotação e de translação no mesmo sentido. Abaixo segue o Quadro 1 com os resultados observados:

Quadro 1: Síntese dos Resultados da Modelagem Corporal no Teatro Cósmico.

Código	Vídeo A	Vídeo B	Vídeo C	Vídeo D	Vídeo E	Vídeo F	Vídeo G	Vídeo H	Vídeo I
EF	NÃO	NÃO	SIM	NÃO	NÃO	NÃO	NÃO	NÃO	NÃO
EE	NÃO	NÃO	SIM	NÃO	NÃO	NÃO	NÃO	NÃO	NÃO
ENR	NÃO	NÃO	NÃO	NÃO	NÃO	NÃO	NÃO	NÃO	NÃO
RS	SIM	NÃO	NÃO	SIM	SIM	SIM	SIM	SIM	NÃO
RT	SIM	NÃO	SIM	SIM	SIM	SIM	SIM	SIM	SIM
ETI	SIM	NÃO	NÃO	SIM	SIM	SIM	SIM	NÃO	NÃO
POL	NÃO	NÃO	SIM	SIM	SIM	SIM	SIM	SIM	NÃO
TT	SIM	NÃO	NÃO	NÃO	NÃO	SIM	SIM	NÃO	SIM
RL	SIM	INCERTO	SIM	SIM	SIM	SIM	SIM	SIM	SIM
TL	SIM	INCERTO	SIM	SIM	SIM	SIM	SIM	SIM	SIM
SL	SIM	INCERTO	SIM	SIM	SIM	SIM	SIM	SIM	SIM
GMS	NÃO	NÃO	PARCIAL	NÃO	PARCIAL	SIM	NÃO	PARCIAL	PARCIAL

LEGENDA: **EF:** Explicou as Fases lunares? - **EE:** Explicou os Eclipses solares e lunares? - **ENR:** Explicou a Não Recorrência de Eclipses? - **RS:** Apresentou a Rotação Solar? - **RT:** Apresentou a Rotação Terrestre? - **ETI:** Apresentou o Eixo Terrestre Inclinado e manteve a direção no espaço? - **POL:** Apresentou o Plano Orbital Lunar, dobrando levemente os joelhos ou esticando as pernas? - **TT:** Apresentou a Translação Terrestre? - **RL:** Apresentou a Rotação Lunar? - **TL:** Apresentou a Translação Lunar? - **SL:** Apresentou Sincronismo Lunar entre a rotação lunar e a translação lunar? - **GMS:** Apresentou Giros no Mesmo Sentido?

Analisando o quadro acima, é possível inferir que os estudantes estavam mais preocupados em simular a Lua do que o Sistema Sol-Terra-Lua. Para muitos grupos foi desafiador integrar os movimentos, pois não perceberam que estavam com os sentidos de translação e rotação divergentes.

Em síntese, pudemos constatar que: o vídeo C se destaca significativamente ao abordar os elementos conceituais mais complexos e menos representados (EF e EE); elementos mais “visuais” e “corporais”, como movimentos de rotação e translação, foram representados por boa parte dos grupos, evidenciando familiaridade; já os aspectos que exigem uma maior articulação conceitual (como a não recorrência dos eclipses e as fases lunares e os eclipses) apresentaram baixo nível de representação.

CONCLUSÕES

A análise dos vídeos indica que a modelagem corporal do teatro cósmico proporcionou uma oportunidade rica para os alunos expressarem suas compreensões

sobre os movimentos da Terra e da Lua e seus efeitos observáveis, como fases lunares e eclipses. No entanto, os dados sugerem que houve grande diversidade na apropriação conceitual entre os grupos.

Apenas um dos grupos – o responsável pelo vídeo C – apresentou uma explicação mais completa, abordando as fases lunares e os eclipses, apesar de não apresentar a razão pela qual eles não ocorrem a cada quatorze dias. Os demais grupos mostraram lacunas importantes: ou deixaram de representar elementos fundamentais, como a inclinação orbital da Lua e a sincronia de seus movimentos, ou apresentaram explicações parciais e imprecisas.

Além disso, muitos grupos não utilizaram corretamente os movimentos de rotação e translação na simulação, o que compromete a coerência do modelo. A escassez de representações do eixo inclinado e da sincronia da Lua com a Terra reforça a necessidade de intervenções pedagógicas mais intencionais, que apoiem os estudantes na visualização e compreensão desses conceitos complexos.

Possibilidades de Exploração Futuras no Teatro Cósmico

Alguns aspectos podem ser mais bem trabalhados para aprofundar a compreensão dos movimentos orbitais:

- **Representação Cênica das Órbitas:** Discutir as formas quase circulares das órbitas terrestre e lunar, usando marcações no chão como “caminhos” orbitais, inspiradas no planejamento de movimentos de uma peça teatral.
- **Troca de Papéis:** Permitir que todos os participantes experimentem diferentes funções, estimulando a fala, a expressão corporal e a descentração piagetiana.
- **Análise Reflexiva em Vídeo:** Propor que os grupos assistam aos próprios vídeos e avaliem se cumpriram cada etapa do roteiro, comparando com a avaliação do professor para promover maior consciência dos conceitos trabalhados.

Dessa forma, os resultados observados reforçam o potencial do Teatro Cósmico como ferramenta didática para promover aprendizagens significativas, especialmente quando combinado a estratégias que estimulem a revisão crítica, a representação corporal consciente e a troca ativa de papéis entre os participantes. Ao integrar práticas mais estruturadas e intencionais, como as propostas de aprofundamento sugeridas, é possível potencializar ainda mais a apropriação dos conceitos científicos envolvidos, promovendo não apenas uma compreensão mais sólida, mas também uma experiência mais engajadora e colaborativa para os estudantes.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

MOURA, F. B. *Teatro cósmico: observando e modelando o sistema Sol-Terra-Lua no Ensino Fundamental II em um cenário pandêmico*. 2024. 320 f. Dissertação (Mestrado Profissional em Ensino de Física) – Universidade Federal do Espírito Santo, Centro de Ciências Exatas, Vitória, 2024.

PIAGET, Jean. *A noção de tempo na criança*. Tradução de Fiúza, Rubens. 3ª ed. Rio de Janeiro: Civilização Brasileira, 2012. 462 p