

15º Congresso de Inovação, Ciência e Tecnologia do IFSP - 2024

A IMPORTÂNCIA DA LUA PARA O ENSINO DE FÍSICA: UMA REVISÃO DA LITERATURA INTEGRANDO A ASTRONOMIA NA EDUCAÇÃO

JOSÉ WALTER SOUZA SANTANA¹, RICARDO ROBERTO PLAZA TEIXEIRA²

¹ Discente do curso de Licenciatura em Física e bolsista do projeto de pesquisa de iniciação científica “Uso de conhecimentos sobre a Lua no Ensino de Física e na Divulgação Científica” (CNPq), IFSP, Campus Caraguatatuba, j.walter@aluno.ifsp.edu.br.

² Doutor em Ciências pela USP e Docente do IFSP, Campus Caraguatatuba, rteixeira@ifsp.edu.br.

Área de conhecimento (Tabela CNPq): 7.08.04.02-8 Métodos e Técnicas de Ensino.

RESUMO: A Lua, nosso satélite natural, tem sido objeto de fascínio e estudo desde a antiguidade. No contexto da ciência espacial, ela desempenha um papel crucial como plataforma de observação, foco de estudos científicos, base de testes e destino da exploração humana. Este trabalho objetiva explorar a importância da Lua para a ciência espacial, destacando como ela pode ser integrada no ensino de física para enriquecer o aprendizado dos alunos de acordo com a literatura existente. A história da exploração lunar desde os anos 1960 e os avanços científicos e tecnológicos derivados dos estudos lunares são temas que podem ser discutidos de modo produtivo em sala de aula. A realização deste trabalho, fundamentada na revisão de literatura, permitiu perceber que conhecimentos científicos sobre a Lua podem ser usados no ensino de Física. A análise dos estudos revisados evidencia como essa abordagem pode motivar a curiosidade dos alunos e inspirar futuras gerações de cientistas.

PALAVRAS-CHAVE: astronomia; satélite; exploração lunar; ciência espacial.

THE IMPORTANCE OF THE MOON FOR PHYSICS TEACHING

ABSTRACT: The Moon, our natural satellite, has been an object of fascination and study since antiquity. In the context of space science, it plays a crucial role as a platform for observation, a focus for scientific studies, a testing ground, and a destination for human exploration. This work aims to explore the importance of the Moon for space science, highlighting how it can be integrated into physics education to enrich students' learning according to existing literature. The history of lunar exploration since the 1960s and the scientific and technological advances derived from lunar studies are topics that can be productively discussed in the classroom. Conducting this work, based on a literature review, has shown that scientific knowledge about the Moon can be applied in physics teaching. The analysis of the reviewed studies demonstrates how this approach can stimulate students' curiosity and inspire future generations of scientists.

KEYWORDS: astronomy; satellite; lunar exploration; space science.

INTRODUÇÃO

A Lua sempre desempenhou um papel significativo na cultura e na ciência humanas. Desde os primeiros registros de observação até as missões Apollo no final dos anos 1960 e início dos anos 1970, a Lua tem sido uma constante fonte de conhecimento e inspiração. Nosso satélite natural pode desempenhar também um papel central na educação científica, especialmente no ensino de Física. Como um objeto celeste facilmente observável, a Lua oferece exemplos para ilustrar diversos conceitos e fenômenos, como gravitação, movimento orbital, fases lunares e marés. Sua proximidade e a abundância de dados disponíveis tornam-na um recurso pedagógico acessível e eficaz para professores e alunos.

O uso da Lua em atividades educacionais se justifica, pois permite que os estudantes compreendam fenômenos naturais de maneira concreta, conectando a teoria à observação direta. Por exemplo, as fases da Lua e os eclipses são fenômenos que podem ser explicados por modelos geométricos simples, o que facilita a compreensão dos movimentos relativos da Terra, Lua e Sol. Além

disso, a história das missões lunares e as descobertas científicas sobre sua composição e formação enriquecem o currículo de Física, demonstrando aplicações práticas do método científico.

Este trabalho tem como objetivo investigar a relevância da Lua na ciência espacial, enfatizando como sua inclusão no ensino de física pode aprimorar a aprendizagem dos estudantes, conforme apontado pela literatura. Pela análise de estudos acadêmicos, buscou-se identificar como a integração de conhecimentos sobre a Lua em práticas pedagógicas pode promover uma compreensão mais profunda dos conceitos científicos envolvidos e aumentar o interesse dos alunos pela ciência.

MATERIAL E MÉTODOS

Em termos metodológicos, a realização deste trabalho procurou seguir uma abordagem sistemática visando mapear e analisar as contribuições já existentes na literatura no que diz respeito ao estudo das possibilidades de uso da Lua como eixo temático para o ensino de física. Inicialmente, foi realizada uma busca bibliográfica abrangente em bases de dados acadêmicas (com trabalhos abertos para serem lidos) como “Google Acadêmico” (ou “Google Scholar”), SciELO e arXiv, utilizando na busca palavras-chave como “Lua”, “ensino de física”, “fases da Lua”, “maré”, “eclipse” e “exploração espacial”. Esta etapa teve como objetivo identificar artigos publicados em revistas científicas, trabalhos apresentados em congressos acadêmicos, dissertações, teses, livros e outros materiais relevantes que discutem o uso da Lua como ferramenta pedagógica para a educação científica.

Os critérios de inclusão dos trabalhos selecionados envolveram a relevância para o tema, a clareza metodológica e a contribuição para a prática pedagógica. Não foi estabelecido um limite temporal para os estudos, permitindo a consideração tanto de pesquisas consolidadas há bastante tempo, quanto de abordagens mais recentes incorporando novas linhas temáticas.

Foram selecionados, para este estudo, 13 trabalhos científicos publicado em revistas e anais de congressos e 3 livros, que foram lidos de modo a identificar os principais temas tratados. Na Tabela 1, são apresentados os trabalhos científicos e livros selecionados para este estudo.

TABELA 1. Artigos selecionados.

Títulos das obras	Autores	Fonte	Temas abordados	Ano
Da pré-história ao James Webb: a importância da física e da astronomia e seus impactos em nosso dia a dia.	SILVA JUNIOR, Edinaldo Enoque da; SCHÜTZ, Jenerton Arlan.	Caderno de Física da UEFS	Esta produção acadêmica tem como objetivo analisar a História da Ciência e as diversas missões Apollo partir de um estudo bibliográfico.	2023
A Lua na sala de aula: investigando práticas epistêmicas no ensino de Astronomia.	MENEZES, Vitor Martins; SESSA, Patrícia da Silva.	Revista Ciência & Educação	Esta produção acadêmica tem como objetivo analisar o ensino de astronomia tendo a Lua como objeto de estudo.	2022
Uma proposta de sequência didática no ensino de astronomia para alunos do 6º ano do ensino fundamental II.	LIMA, Carlos Alberto de.	Dissertação – UFSCar	Esta produção acadêmica tem como objetivo analisar experimentos práticos (com materiais de baixo custo) para trabalhar com conceitos científicos relacionados ao estudo da Lua.	2019
Educação em astronomia e formação continuada de professores: a interdisciplinaridade durante um eclipse lunar total.	LANGHI, Rodolfo.	Revista Latino-Americana de Educação em Astronomia	Esta produção acadêmica tem como objetivo analisar um eclipse lunar total, usando de uma abordagem interdisciplinar para o ensino de astronomia.	2009

A Lua na mão: mediação e conceitos complexos no ensino de astronomia.	LAGO, Leonardo; ORTEGA, José Luis; MATTOS, Cristiano.	Revista Ensaio	Esta produção acadêmica tem como objetivo analisar as possibilidades didáticas de trabalhar com registros observacionais diários da Lua.	2018
Um material para professores de Física sobre o ensino de marés na Educação Básica.	DANTAS, João Henrique de Souza.	Dissertação – UFRN	Esta produção acadêmica tem como objetivo ensinar conceitos na educação básica utilizando o fenômeno de marés da Lua e sua força gravitacional.	2020
Lua: A importância desse corpo celeste para o planeta Terra.	CRUZ, Gustavo Queiroz da.	Anais do VIII Congresso Nacional de Educação	Esta produção acadêmica tem como objetivo mostra a importância da Lua para nosso planeta, mostrando sua interação e desempenhando fundamental.	2023
A órbita da Lua vista do Sol.	AGUIAR, C. E.; BARONI, D.; FARINA, C.	Revista Brasileira de Ensino de Física	Este artigo mostra a importância do movimento da Lua observada de um referencial fixo no Sol, destacando concepções errôneas.	2009
Lua, gigante cósmico! A Lua mais próxima da Terra (perigeu) e o Sol mais distante (afélio da Terra).	DIAS, Luiz Ravell Andre Antonio; TOLENTINO, Ricardo José Vaz.	Cadernos de Astronomia	Este artigo mostra a importância da relação entre o Sol e a Lua, destacando as órbitas elípticas que causam variações nos tamanhos aparentes desses astros.	2024
Atividades para associar MCU ao MHS usando o método instrução pelos colegas e as Luas de Júpiter.	SALAZAR, Ana Claudia Wrasse.	Dissertação – UNIPAMPA	Este trabalho tem como objetivo mostrar como os conceitos do movimento circular uniforme e movimento harmônico simples pode ajudar a compreender as órbitas das Luas de Júpiter.	2016
Rendezvous de espaçonaves em órbitas próximas à Terra.	GLERIA, Iram.	Revista Brasileira de Ensino de Física	Este artigo estuda as equações de corpos (nave) em órbita em torno da Terra de acordo com as leis da gravitação.	2017
Mapeamento de órbitas em torno de luas do sistema solar.	FERREIRA, Lucas dos Santos.	Dissertação – FEG / UNESP	Este trabalho investiga a estabilidade de órbitas dos satélites naturais do Sistema Solar.	2021
How Galileo constructed the moons of Jupiter.	GINGERICH, Owen; HELDEN, Albert Van.	Journal for the History of Astronomy	Esta produção acadêmica apresenta as observações feitas por Galileu das luas de Júpiter.	2011
The book of moons.	MILLER, Ron.	Natural Satellites	Este livro mostra as características das luas do sistema solar.	2021
Solar System Moons: Discovery and Mythology.	BLUNCK, Jürgen.	Springer	Este livro trabalha com as luas do sistema solar, nas perspectivas da ciência e da mitologia.	2010
Moons of the Solar System: From Giant Ganymede to Dainty Dactyl.	HALL, James A.	Springer	Este livro trabalha os conhecimentos sobre as luas do sistema solar.	2016

Fonte: Autores (2024).

Após a seleção dos trabalhos, foi realizada uma leitura analítica detalhada dos textos, com foco em identificar como os conceitos físicos associados à Lua, como suas fases, a influência sobre as marés e os eclipses, podem ser abordados em contextos educacionais. Os dados extraídos foram organizados, sistematizados e estão apresentados neste trabalho. Os resultados sintetizados foram analisados para identificar padrões, tendências, temas emergentes e lacunas na literatura, oferecendo uma visão mais ampla sobre o uso da Lua como um recurso para o ensino de física, tendo como base as evidências coletadas.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Dentre temas associados ao estudo da Lua, alguns se sobressaem. Com certeza, uma das questões que mais despertam o interesse dos alunos de modo geral é sobre a exploração lunar que no passado teve um grande avanço com as missões Apollo da NASA entre os anos 1960 e 1970, especialmente no que diz respeito à chegada do homem à Lua (alunissagem tripulada) em 1969 (Gleria, 2017). Essas missões não apenas marcaram um feito histórico, mas também forneceram uma quantidade imensa de dados científicos. As amostras de rochas lunares trouxeram informações valiosas sobre a formação e evolução do sistema solar, e os experimentos realizados na superfície lunar contribuíram para o entendimento do comportamento dos materiais em ambiente de baixa gravidade e da radiação espacial.

A Lua, o único satélite natural da Terra, foi formada há cerca de 4,5 bilhões de anos, a partir da colisão de um grande corpo celeste com o nosso planeta. As diferentes fases lunares são resultado da forma como a luz do Sol incide sobre sua superfície, conforme a observamos da Terra. Além disso, a Lua interage com o nosso planeta, desempenhando um papel fundamental na geração das marés e para a observação dos fenômenos dos eclipses (Cruz, 2023).

Os eclipses da Lua são eventos astronômicos que ocorrem quando a Terra se alinha entre o Sol e a Lua: neste caso, a Terra projeta sua sombra sobre o nosso satélite natural (Langhi, 2009). Esse fenômeno não só oferece um espetáculo visual interessante durante a noite, mas também uma oportunidade para trabalhar o ensino da geometria envolvida nos movimentos dos corpos celestes. Adicionalmente, o estudo dos eclipses permite explorar temas como a história da astronomia e o impacto cultural desses eventos ao longo dos séculos.

A Lua produz as marés na Terra devido à força gravitacional que exerce sobre as águas dos oceanos, provocando um deslocamento da água, o que leva à oscilação do nível do mar (Dantas, 2020). A gravidade lunar puxa mais intensamente a água que está no lado da Terra mais próximo da Lua, formando uma elevação ou crista; ao mesmo tempo, a água situada no lado oposto da Terra é atraída com menor intensidade pela Lua (o que também eleva o nível da água). Isto resulta em duas marés altas e duas marés baixas em um ciclo de aproximadamente 24 horas e 50 minutos (ou seja, cerca de um dia). Este processo é vital para a regulação dos ecossistemas costeiros e influencia a navegação e a pesca.

Com o desenvolvimento da exploração espacial, a Lua pode oferecer um ambiente único para a realização de pesquisas que seriam impossíveis ou muito difíceis na Terra. A ausência de atmosfera (Dias; Tolentino, 2024) permite observações astronômicas livres de interferência, e a baixa gravidade – cerca de um sexto da gravidade da Terra (Cruz, 2023) – proporciona um laboratório natural para estudar os efeitos desse ambiente em materiais e organismos. Além disso, a Lua pode servir como um ponto de partida para missões mais distantes, como a exploração de Marte, algo que provavelmente ocorrerá nos próximos anos no contexto da nova corrida espacial entre os Estados Unidos e a China.

Um dos fenômenos mais evidentes relacionado à Lua é a mudança em sua aparência no céu, conhecida como suas fases. Esse fenômeno ocorre devido às diferentes posições relativas da Lua, Terra e Sol, o que faz com que a luz solar ilumine a Lua de maneiras distintas a partir da perspectiva terrestre. Embora a Lua passe por mudanças diárias em sua aparência, é comum, para fins didáticos, classificá-la em quatro fases principais: nova, crescente, cheia e minguante. No contexto do ensino de astronomia, as fases da Lua têm sido objeto de estudo em várias pesquisas, ideias de diferentes tipos – inclusive ideias equivocadas em termos científicos – sobre esse fenômeno são comuns entre estudantes e, também, professores (Menezes; Sessa, 2022).

Estudar as propriedades físicas da Lua, como sua gravidade, composição química, e dinâmica orbital, oferece um conjunto de dados rico para aplicação em sala de aula. Experimentos práticos podem ser desenhados para ilustrar conceitos como a gravidade, as leis do movimento de Newton, e a termodinâmica. Integrar o estudo da Lua no currículo de física pode enriquecer significativamente o

aprendizado dos alunos. Diferentes tipos de abordagens pedagógicas e atividades práticas podem ser implementadas tendo a Luz como eixo temático.

Técnicas de modelagem matemática podem ser usadas para calcular trajetórias e órbitas lunares. Em particular, o movimento da Lua tem aspectos pouco intuitivos quando observado de um referencial fixo no Sol. Existem muitas concepções errôneas sobre esse movimento, encontradas em vários textos de referência e aceitas pela maioria das pessoas como parte do senso comum. Uma descrição simples da geometria da órbita lunar pode ajudar a esclarecer este tipo de problema que está relacionado ao fato de que o módulo da força Sol-Lua é bem maior que o da força Terra-Lua (Aguilar; Baroni; Farina, 2009).

Adicionalmente, experimentos práticos (com materiais de baixo custo) podem ser utilizados para trabalhar com conceitos científicos relacionados ao estudo da Lua: a construção de maquetes para simular fenômenos lunares (Lima, 2019) e experimentos sobre o comportamento de materiais no vácuo.

Uma análise, em termos da História da Ciência e da Tecnologia, das diversas missões Apollo – bem como de outras missões espaciais – é útil para discutir os avanços tecnológicos e científicos decorrentes e os impactos da exploração espacial na ciência e na sociedade (Silva Junior; Schütz, 2023).

Uma outra possibilidade didática é trabalhar com registros observacionais diários da Lua sempre no mesmo horário, por algumas semanas, por exemplo. Estes registros devem tratar das fases e da posição relativa da Lua no céu. É adequado, por exemplo, fixar o horário de observação diária da Lua sempre às 18h, pois nesse horário, é possível determinar de modo preciso a posição do Sol que está sempre se pondo no horizonte (na direção oeste) o que permite que o aluno relacione mais facilmente a posição da Lua em relação ao Sol com a aparência e as fases da Lua. Com este tipo de atividade, é possível notar que a Lua Nova nasce com ângulo muito próximo ao Sol por volta das 6h da manhã e, acompanhando o seu movimento, se põe com ele, no final da tarde e começo da noite, em torno das 18h. A partir do dia de Lua Nova, os alunos poderão perceber que a Lua nasce cada vez mais tarde: devido ao seu movimento de revolução em torno da Terra, a Lua nasce a cada dia aproximadamente 50 minutos mais tarde considerando-se o dia anterior. Assim, os registros feitos pelos estudantes, sempre às 18h, deverão indicar a Lua cada vez mais iluminada e deslocada para leste. Ao longo das duas semanas (meia luação), nesse horário das 18h, os registros indicarão que a Lua percorre uma trajetória no céu, indo do horizonte oeste, passando pelo alto do céu, até o horizonte leste e, no último (décimo quarto) dia, no momento da observação, a Lua nasceria totalmente cheia no horizonte leste (Lago; Ortega; Mattos, 2018). Em cidades do litoral brasileiro é possível ver no início da noite a Lua nascendo sobre o mar.

Até o início do século XVII, somente se conhecia a Lua da Terra, entretanto com o uso de lunetas, a partir do final do ano de 1609, Galileu ao observar o planeta Júpiter, conseguiu perceber que ele tinha quatro luas (Gingerich; Helden, 2011), que hoje são denominadas de luas galileanas de Júpiter (os quatro maiores satélites naturais deste planeta: Io, Europa, Ganimedes e Calisto). A partir das observações feitas por Galileu foi possível desenvolver mais conhecimentos astronômicos sobre as luas do sistema solar.

Há uma grande interseção entre mitologia e astronomia: por exemplo, as luas Io, Europa, Ganimedes e Calisto foram nomeadas em homenagem a figuras mitológicas, refletindo a busca por uma conexão entre o conhecimento antigo e a exploração moderna (Blunck, 2010; Hall, 2016). A análise das luas galileanas de Júpiter revela suas características físicas e suas interações com o planeta e entre si.

Io, conta com uma superfície marcada por muitos vulcões expelindo grandes quantidades de enxofre: esta intensa atividade vulcânica de Io é resultado das forças de maré exercidas por Júpiter e pelas outras luas galileanas, que provocam um aquecimento interno extremo devido ao constante movimento no seu interior, o que gera erupções vulcânicas contínuas. Assim Io é um dos corpos mais fascinantes e dinâmicos do Sistema Solar, pelo fato de possibilitar uma melhor compreensão sobre processos geológicos extremos. Europa conta com a presença de um oceano subterrâneo (assim como Ganimedes e, provavelmente, Calisto), o que desperta um particular interesse para a astrobiologia devido à possibilidade de vida extraterrestre (Miller, 2021). Ganimedes, a maior lua do sistema solar, conta com a presença de uma magnetosfera (é a única lua do sistema solar com seu próprio campo magnético) que é um foco intenso de pesquisas, inclusive com a possibilidade da realização de futuras missões espaciais com este objetivo. Calisto, a segunda maior Lua de Júpiter, conta com uma superfície antiga e coberta com uma grande quantidade de crateras.

A comparação das luas de Júpiter com a Lua da Terra tem um caráter didático, tanto no que diz respeito às diferenças existentes, quanto para a compreensão da formação e da evolução do sistema solar. A Lua da Terra, embora não tenha atividade geológica ou oceanos subterrâneos, foi fundamental para a estabilização do eixo de nosso planeta e, conseqüentemente, para o desenvolvimento da vida.

Os conceitos de Movimento Circular Uniforme (MCU) e Movimento Harmônico Simples (MHS) podem promover uma aprendizagem ativa, tendo como ponto de partida as órbitas das luas em torno de seus planetas. O MCU, definido como o movimento de um corpo em trajetória circular com velocidade constante e o MHS, um movimento oscilatório ao redor de um ponto de equilíbrio, estão conectados pela projeção do movimento circular em um diâmetro. A Lua, ao orbitar em torno da Terra, exemplifica o MCU em um contexto astronômico, sendo que sua velocidade angular e período influenciam diretamente as marés, que por sua vez, são fenômenos de grande impacto na Terra. Por sua vez, essa rotação está relacionada ao MHS, já que as marés podem ser vistas como oscilações periódicas, similares ao MHS. Adicionalmente, o movimento das luas galileanas em torno de Júpiter é um MHS quando visto de perfil, como ocorre é uma observação a partir da Terra utilizando um telescópio (Salazart, 2016).

A compreensão das órbitas estáveis de sondas ao redor de satélites naturais do sistema solar é crucial para o planejamento de missões espaciais (Ferreira, 2021). A Lua, em específico, com uma órbita relativamente estável ao redor da Terra, tem sido um alvo fundamental para missões espaciais, desde as missões Apollo (a partir dos anos finais da década de 1960) até as futuras missões de exploração lunar. A estabilidade da órbita lunar é um dos fatores que tornam possível uma base de lançamentos na Lua.

CONCLUSÕES

A Lua tem uma importância fundamental para a ciência espacial e oferece diversas oportunidades para o ensino de física. Desde a facilitação da compreensão de conceitos físicos fundamentais até a inspiração de futuras gerações, a Lua é um recurso educacional poderoso, pela variedade de conceitos científicos e questões tecnológicas envolvidas no seu estudo. O uso da Lua como eixo temático em atividades de ensino pode, portanto, proporcionar experiências de aprendizado ricas e motivadoras, sobretudo tendo em vista as oportunidades abertas para o futuro próximo na área da ciência espacial.

O nosso satélite natural não só serve como uma ferramenta de ensino prática, mas também como uma fonte de inspiração. Os estudos analisados neste trabalho de modo geral evidenciam que a inclusão de tópicos relacionados ao espaço e à astronomia no currículo pode aumentar o interesse dos alunos pela ciência e tecnologia, motivando futuras gerações de cientistas e engenheiros: a Lua, que é o astro mais próximo à Terra, pode ser um bom começo para atingir este propósito.

CONTRIBUIÇÕES DOS AUTORES

R.R.P.T. contribuiu para a seleção dos trabalhos acadêmicos que foram estudados e analisados. J.W.S.S. contribuiu para a leitura e sistematização dos trabalhos selecionados anteriormente. Ambos os autores contribuíram para a redação e a revisão deste trabalho e aprovaram a versão submetida.

AGRADECIMENTOS

Agradecemos ao IFSP e ao CNPq pelo fomento para esta pesquisa.

REFERÊNCIAS

AGUIAR, C. E.; BARONI, D.; FARINA, C. A órbita da Lua vista do Sol. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 31, n. 4, p. 4301–4306, 2009. Disponível em: <<https://www.scielo.br/j/rbef/a/w35SncVfdFpPZmVMQnBLYbh/?lang=pt#>>. Acesso em: 11 ago. 2024.

BLUNCK, Jürgen. **Solar System Moons: Discovery and Mythology**. Berlim, Alemanha: Springer, 2010.

CRUZ, Gustavo Queiroz da. Lua: A importância desse corpo celeste para o planeta Terra. **Anais do VIII Congresso Nacional de Educação (CONEDU)**, 2023. Disponível em: <https://www.editorarealize.com.br/editora/anais/conedu/2022/TRABALHO_EV174_MD1_ID9560_TB234_07062022110101.pdf>. Acesso em: 11 ago. 2024.

DANTAS, João Henrique de Souza. **Um material para professores de Física sobre o ensino de marés na Educação Básica**. 2020. 146 f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências Naturais e Matemática) – Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal (RN), 2020. Disponível em: <<https://repositorio.ufrn.br/handle/123456789/32793>>. Acesso em: 21 ago. 2024.

DIAS, Luiz Ravell Andre Antonio; TOLENTINO, Ricardo José Vaz. Lua, gigante cósmico! A Lua mais próxima da Terra (perigeu) e o Sol mais distante (afélio da Terra). **Cadernos de Astronomia**, v.5, n.1, p. 153-161, 2024. Disponível em: <<https://periodicos.ufes.br/astrologia/article/view/43582>>. Acesso em: 11 ago. 2024.

FERREIRA, Lucas dos Santos. **Mapeamento de órbitas em torno de luas do sistema solar**. 2021. 167 f. Dissertação (Mestrado em Física) – Faculdade de Engenharia da UNESP de Guaratinguetá, 2021. Disponível em: <<https://repositorio.unesp.br/items/8b023f62-7751-4627-b63a-c5d732e97d35>>. Acesso em: 21 ago. 2024.

GINGERICH, Owen; HELDEN, Albert Van. How Galileo constructed the moons of Jupiter. **Journal for the History of Astronomy**, v. 42, n. 2, p. 259-264, 2011. Disponível em: <<https://journals.sagepub.com/doi/pdf/10.1177/002182861104200208>>. Acesso em: 21 ago. 2024.

GLERIA, Iram. Rendezvous de espaçonaves em órbitas próximas à Terra. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 39, n. 2, p. e2310, 2017. Disponível em: <<https://www.scielo.br/j/rbef/a/n86XwfPFF5RvPtmSxKQG5dF/?format=html#>>. Acesso em: 11 ago. 2024.

HALL, James A. **Moons of the Solar System: From Giant Ganymede to Dainty Dactyl**. Crystal River, Estados Unidos: Springer, 2016.

LAGO, Leonardo; ORTEGA, José Luis; MATTOS, Cristiano. A Lua na mão: mediação e conceitos complexos no ensino de astronomia. **Ensaio**, v. 20, e10388, 2018. Disponível em: <<https://www.scielo.br/j/epec/a/b3Tb3Z8McN3fmy5dthDxnSt/?lang=pt&format=html>>. Acesso em: 11 ago. 2024.

LANGHI, Rodolfo. Educação em astronomia e formação continuada de professores: a interdisciplinaridade durante um eclipse lunar total. **Revista Latino-Americana de Educação em Astronomia**, n. 7, p. 15-30, 2009. Disponível em: <<https://www.relea.ufscar.br/index.php/relea/article/view/124>>. Acesso em: 21 ago. 2024.

LIMA, Carlos Alberto de. **Uma proposta de sequência didática no ensino de astronomia para alunos do 6º ano do ensino fundamental II**. 2019. 203f. Dissertação (Mestrado Profissional em Ensino de Física) – Universidade Federal de São Carlos, Sorocaba, SP, 2019. Disponível em: <<https://repositorio.ufscar.br/handle/ufscar/11486>>. Acesso em: 11 ago. 2024.

MENEZES, Vitor Martins; SESSA, Patrícia da Silva. A Lua na sala de aula: investigando práticas epistêmicas no ensino de Astronomia. **Ciência & Educação**, v. 28, e22025, p. 1-12, 2022. Disponível em: <<https://www.scielo.br/j/ciedu/a/Qbcs6yPGwzhmJNzdrM7sVQf/>>. Acesso em: 11 ago. 2024.

MILLER, Ron. **Natural Satellites: The book of moons**. Minneapolis, Estados Unidos: Twenty-First Century Books, 2021.

SALAZART, Ana Claudia Wrasse. **Atividades para associar MCU ao MHS usando o método instrução pelos colegas e as Luas de Júpiter**. 2016. 68 f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências) - Fundação Universidade Federal do Pampa (UNIPAMPA), Bagé, RS, 2016 Disponível em: <https://dspace.unipampa.edu.br/bitstream/rii/2341/2/PRODU%c3%87%c3%83O%20EDUCACIONAL_apos_defesa.pdf>. Acesso em: 21 ago. 2024.

SILVA JUNIOR, Edinaldo Enoque da; SCHÜTZ, Jenerton Arlan. Da pré-história ao James Webb: a importância da física e da astronomia e seus impactos em nosso dia a dia. **Caderno de Física da UEFS**, v. 21, n. 2, 2603, 2023. Disponível em: <<https://ojs3.uefs.br/index.php/cadfis/article/view/10387>>. Acesso em: 11 ago. 2024.