

OS CONTRIBUTOS DA ASTROFOTOGRAFIA PARA O ENSINO DE ÓPTICA GEOMÉTRICA: UMA POSSIBILIDADE DE ENCULTURAÇÃO CIENTÍFICA

*THE CONTRIBUTIONS OF ASTROPHOTOGRAPHY TO THE TEACHING OF GEOMETRIC OPTICS:
A POSSIBILITY FOR SCIENTIFIC ENCULTURE*

*LOS APORTES DE LA ASTROFOTOGRAFÍA A LA ENSEÑANZA DE LA ÓPTICA GEOMÉTRICA:
UNA POSIBILIDAD PARA LA ENCULTURA CIENTÍFICA*

NAIRYS COSTA DE FREITAS¹
MAIRTON CAVALCANTE ROMEU²
MARIA CLEIDE DA SILVA BARROSO³

RESUMO

O trabalho exposto é recorte de uma dissertação de mestrado acadêmico em Ensino de Ciências e Matemática, com ênfase em Ensino de Física. Esta seção específica da pesquisa pretende responder à seguinte pergunta central: quais os impactos da Introdução à Astronomia e da Astrofotografia no ensino de Óptica para a enculturação científica? O público-alvo desta investigação é composto por um grupo de 18 alunos regularmente matriculados no 2º ano do Ensino Médio. A abordagem adotada para a pesquisa foi caracterizada como um levantamento, com ênfase em métodos quantitativos. Como instrumento de coleta de dados, empregou-se um questionário do tipo Likert de cinco pontos, o qual passou por um processo de validação para garantir a confiabilidade dos resultados obtidos. As conclusões da pesquisa destacam a relevância do uso da Astronomia para a contextualização dos conteúdos, ressaltando, igualmente, o seu potencial interdisciplinar na promoção da educação científica.

Palavras-chave: Ensino de Óptica; Ensino de Astronomia; Astrofotografia; Enculturação Científica; Escala Likert.

ABSTRACT

This work is part of an academic master's thesis in Science and Mathematics Teaching, with an emphasis on Physics Teaching. This specific section of the research aims to answer the following central question: what are the potentialities of astrophotography in the teaching of optics for scientific enculturation? The target audience for this research is a group of 18 students regularly enrolled in the 2nd year of secondary school. The approach adopted for the research was characterized as survey, with an emphasis on quantitative methods. A five-point Likert-type questionnaire was used as the data collection instrument, which underwent a rigorous validation process to guarantee the reliability of the results obtained. The conclusions of the research highlight the relevance of using astronomy to contextualize content, as well as its interdisciplinary potential in promoting science education.

Keywords: Teaching Optics; Astronomy Teaching; Astrophotography; Scientific Enculturation; Likert scale.

¹ Doutoranda em Ensino. Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará (IFCE). E-mail: nairys.freitas07@aluno.ifce.edu.br. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0799-8489>

² Doutor em Física e Engenharia de Teleinformática. Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará (IFCE). E-mail: mairtoncavalcante@ifce.edu.br. ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5204-9031>

³ Doutora em Educação Brasileira. Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará (IFCE). E-mail: ccleide@ifce.edu.br. ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5577-9523>

RESUMEN

Este trabajo forma parte de una tesis de maestría académica en Enseñanza de Ciencias y Matemáticas, con énfasis en la Enseñanza de la Física. Esta sección específica de la investigación pretende responder a la siguiente pregunta central: ¿Cuáles son las potencialidades de la astrofotografía en la enseñanza de la óptica para la enculturación científica? El público objetivo de esta investigación es un grupo de 18 alumnos matriculados regularmente en 2º de Bachillerato. El enfoque adoptado para la investigación se caracterizó por ser una encuesta, con énfasis en los métodos cuantitativos. Se utilizó un cuestionario tipo Likert de cinco puntos como instrumento de recogida de datos, que fue sometido a un riguroso proceso de validación para garantizar la fiabilidad de los resultados obtenidos. Las conclusiones de la investigación destacan la relevancia del uso de la astronomía para contextualizar contenidos, así como su potencial interdisciplinar en la promoción de la enseñanza de las ciencias.

Palabras clave: Enseñanza de Óptica; Enseñanza de la Astronomía; Astrofotografía; Enculturación científica; Escala Likert.

INTRODUÇÃO

Albuquerque *et al.* (2015) apontam que o ensino de Óptica, embora focado em geometria, carece de atividades práticas como simulações e experimentos, conforme evidenciado por Freitas (2023). Essa abordagem tradicional, que se baseia em livros didáticos e aulas expositivas, limita o desenvolvimento do pensamento crítico dos estudantes, uma vez que prioriza a memorização de conteúdos prontos (Lima *et al.*, 2021 *apud* Diogo; Gobara, 2007).

Diante desse cenário, é fundamental que o ensino de Ciências, e em particular da Óptica, esteja conectado aos desafios da sociedade contemporânea. Junges e Espinosa (2020) destacam a importância da Ciência na busca por soluções para problemas sociocientíficos. Apesar da existência de uma política nacional para o desenvolvimento da Ciência (Marini; Silva, 2011), estudos como os de Fourez (2002), Devechi e Trevisan (2022) e Oliveira (1998) apontam para uma crise neste ensino. Essa crise se evidencia nas deficiências na formação cultural, cidadã, intelectual e científica dos estudantes, conforme destacado por Rosa e Rosa (2005).

Portanto, é crucial reconhecer a importância do engajamento público na Ciência (Oliveira; Carvalho, 2015), e para isso, citamos o letramento científico, o qual transcende a simples divulgação do conhecimento como transmissão de informações nos ambientes formais e informais da Educação, considerando uma apropriação eficiente e a associação com outros saberes, a serem utilizados em tomadas de decisões que:

Envolve o compromisso entre sociedade e ciência, através do diálogo, em particular por meio de uma discussão aberta e de igual para igual que possibilite aos leigos tornarem-se os protagonistas nas decisões científicas com impacto social... Esta posição mais igualitária de envolvimento público, como parte fundamental de uma democracia forte e consolidada, estabelece uma via de duplo sentido: o conhecimento público da ciência e o conhecimento da comunidade científica sobre o público (Oliveira; Carvalho, 2015, p. 156).

Além disso, Bonfim e Guimarães (2023) apontam lacunas na formação docente que vão desde a formação docente até a necessidade de contextualizar os conteúdos com foco em literacia científica, como defendem Cazelli e Franco (2001). Segundo os autores, a educação não se restringe ao espaço escolar ou ao sistema de ensino.

Conforme os trabalhos Laburú *et al.* (2007), Rosa e Rosa (2005) e Grandini e Grandini (2004), a experimentação é fundamental para a compreensão profunda dos conteúdos, possibilitando ao discente um aprendizado mais significativo. A Base Nacional Comum Curricular (BNCC) reforça essa importância, recomendando que as disciplinas de Ciências da Natureza e suas Tecnologias (CNT) utilizem instrumentos de observação para contextualizar o ensino e promover a construção de interpretações sobre a dinâmica da Vida, da Terra e do Cosmos (Brasil, 2018, p. 539).

Essa abordagem experimental é corroborada por pesquisas como a de Ribeiro e Verdeaux (2013), que investiga o impacto positivo das aulas experimentais no aprendizado da Óptica. Como afirmam Neves e Pereira (2007, p. 29), a Astronomia também se beneficia dessa metodologia.

Considerando o potencial motivador da Astronomia nas práticas pedagógicas (Gama; Henrique, 2010) e seu papel como ferramenta de enculturação científica, torna-se evidente a relevância de sua utilização no ensino de Ciências, tendo em vista que:

A democratização e a popularização do conhecimento científico é uma forma de evitar movimentos como terraplanismo, anti vacinação e negacionismo de mudanças climáticas, cujas raízes estão na falta de acesso à produção científica, que podem influenciar nefastamente a nossa sociedade. (Barcellos *et al.*, 2021p. 183).

Em concordância, o trabalho Langhi e Nardi (2012) afirma que a Astronomia é fundamental no ensino e difusão da Ciência, os quais são pouco explorados. Logo, Anjos e Carvalho (2020) alegam que os jovens costumam pesquisar a respeito de informações específicas relacionadas às ciências, as quais influenciam em suas decisões e em suas opiniões formadas, de acordo com seus interesses.

Tendo origem no Brasil antes da chegada dos portugueses, a Astronomia originou-se com a diversidade indígena que já possuía conhecimentos astronômicos para sobreviver (Afonso, 2009). Isso se deu pela observação da posição dos astros e fenômenos da natureza associados à Astronomia. Assim, Mourão (1987) afirma que a Astrofotografia é “a aplicação da técnica fotográfica à Astronomia, fotografia celeste”. Logo, (Neves; Pereira, 2007; Ferreira; Furtado, 2022) consideram a “astrofotografia como recurso didático” substancial no aprendizado de conteúdos de Ciências, além da sua interdisciplinaridade como facilitadora desse desenvolvimento. Uma das técnicas mais fáceis é a captura de uma astrofoto de longa exposição, com duração de pelo menos 30 segundos. Dependendo da condição do céu noturno, essa técnica é excepcional para a apresentação das constelações, semelhante ao que observamos a olho nu (Schröder; Lüthen, 2009).

Considerando a contribuição do estudo realizado por Moura (2021 e 2023) a respeito dos fenômenos ópticos e o trabalho de Micha (2018) a respeito da Astrofotografia, o trabalho exposto teve como objetivo investigar os impactos da Introdução à Astronomia e da Astrofotografia no ensino de Óptica para a enculturação científica.

REFERENCIAL TEÓRICO

A Astronomia é reconhecida por fazer parte do nosso cotidiano e por despertar a curiosidade de grande parte da população. Para Oliveira-Filho e Saraiva (2000), o estudo da Astronomia é considerado uma das ciências mais antigas, a qual possui registros astronômicos desde aproximadamente 3.500 a.C., na Mesopotâmia. Naquela época, os movimentos dos astros eram estudados com objetivos práticos, os quais foram atribuídos aos povos chineses, assírios e egípcios. Entender os

fenômenos astronômicos era fundamental para a sobrevivência. Para os povos antigos, a Astronomia estava diretamente relacionada com a astrologia, pois acreditavam que os deuses tinham poder da colheita, da chuva e até mesmo da vida (Oliveira Filho; Saraiva, 2014).

Desde os tempos antigos, a apreciação pela Astronomia vem sendo motivada pela observação do céu numa noite limpa e escura, após o pôr do Sol, tornando visíveis as belezas do céu noturno. Considerando a Lua como um dos objetos celestes mais importantes, é possível acompanhar a sua mudança de fase. Além disso, as estrelas cintilantes chamam a atenção e os planetas pelo brilho e seus movimentos, despertando a curiosidade humana para descobrir o que há além do que podemos enxergar (Oliveira Filho; Saraiva, 2000).

Os primórdios da Mesopotâmia foram os sumérios, os quais ficaram conhecidos como os fundadores da astrologia. Indicadores de conhecimentos astronômicos muito antigos foram registrados em monumentos, como o de *Newgrange*, construído em 3.200 a.C. (onde, no solstício de inverno, o Sol ilumina o corredor e a câmara central) e *Stonehenge*, na Inglaterra, há cerca de 4.500 anos (Damineli *et al.*, 2011). Como descrito por Itokazu (2009), o domínio da agricultura na pré-história dependeu do entendimento do ciclo das estações do ano, definido pelo movimento aparente do Sol. Sendo considerado um conhecimento imprescindível na assimilação do período exato para a preparação da terra, o plantio ou a colheita, é visto cristalizado nos monumentos de pedra, de *Stonehenge*, na Grã-Bretanha, na pedra *Intihuatana* em *Machu Picchu*, no Peru.

Em seu sentido mais elementar, a Astronomia possui uma relação com a exploração do céu noturno, o qual é um vasto laboratório acessível a todos, em qualquer localização do planeta. Desta forma, aprendemos mais sobre o Universo no último meio século do que ao longo dos vários séculos desde que Galileu apontou seu telescópio refrator para o céu noturno por volta de 1609 (Couper; Henbest, 2009). Portanto, atualmente as pesquisas em Astronomia proporcionam a movimentação de recursos da composição de bilhões de dólares todos os anos, os quais são revertidos para a obtenção, fabricação e instalação de telescópios e instrumentos, tanto na superfície terrestre como no espaço, e para o financiamento dessas pesquisas. Essa quantidade de investimentos fomentou um número considerável de investigações que mudaram completamente a concepção da humanidade a respeito do Cosmos no decorrer das últimas décadas (Slovinski *et al.*, 2023).

Nos últimos anos, o crescimento da pesquisa em ensino de Astronomia vem ocorrendo de forma significativa, sendo produzido um número maior de teses de doutorado, dissertações de mestrado, trabalhos de iniciação científica e, consequentemente, mais publicação de trabalhos em periódicos da área, além de apresentações em eventos nacionais e internacionais (Langhi; Nardi, 2010; Slovinski *et al.*, 2023).

Embora as pesquisas nesta área tenham crescido de forma significativa, a Astronomia não é considerada uma disciplina curricular obrigatória na maioria dos cursos de licenciatura na área das Ciências da Natureza. Por esta razão, não existem tantas metodologias de ensino que enfatizem a experiência e a formação dos docentes, uma vez que os conteúdos de Astronomia não são tão evidenciados (Slovinski *et al.*, 2023).

A Astronomia é reputada como um dos ramos mais antigos da Ciência, vinculada a diversos conteúdos e várias áreas de conhecimento, como, por exemplo: Biologia, Física e Química (Andrey *et al.*, 2012; Laghi; Nardi, 2012). Desta forma, os pesquisadores Brito e Massoni (2019) apontam na pesquisa a importância do Ensino de Astronomia na educação formal, uma vez que é apresentada pelo seu potencial motivador, o qual desperta o interesse de estudantes de diversos níveis da educação básica, independentemente da idade e cultura. Os autores ainda abordam que

a Astronomia permite que o aluno comprehenda conceitos que envolvem o começo do universo e os elementos que o constituem, por intermédio de uma abordagem diferenciada das que são apresentadas em sala de aula.

Consoante às concepções apresentadas no parágrafo anterior, pesquisas brasileiras em Educação Astronomia, como Laghi e Nardi (2012) apresentam algumas justificativas para o Ensino de Astronomia na educação formal, os quais são: a) a Astronomia é coadjuvante no que diz respeito a uma visão ampla de conhecimento científico no desenvolvimento da história e da filosofia; b) possui um potencial interdisciplinar; c) possui potencialidade no ensino e divulgação científica, os quais ainda são poucos explorados no Brasil. As afirmações feitas pelos autores se dão devido à Astronomia despertar a curiosidade e atração das pessoas (Falcão *et al.*, 2014).

A respeito do ensino de Astronomia na educação formal, a mesma ocorre em ambiente escolar ou outras instituições de ensino que possuem estrutura própria e planejamento, possibilitando o conhecimento didaticamente trabalhado ou desenvolvido (Langhi; Nardi, 2010). Diante das dificuldades apresentadas no ensino de Ciências, Kator (2001) e Fourez (2002), os trabalhos Langhi (2004), Langhi (2009), Gonçalves *et al.* (2024) e Menezes e Sessa (2022) apresentam os tópicos de Astronomia como uma excelente ferramenta na contextualização dos conteúdos de Ciências da Natureza.

Vários trabalhos na literatura reconhecem que o estudo da Astronomia tem despertado grande interesse por parte dos estudantes, sendo instigado por meio de filmes, documentários de televisão, livros e revistas de educação científica (Vasconcelos; Saraiva, 2012). Além disso, a Astronomia possui um caráter interdisciplinar e impulsionador para a compreensão do Universo (Langhi, 2009; Cavalcante, 2012; Gama; Henrique, 2010; Darroz *et al.*, 2011).

As mudanças significativas e reformulação curricular do Ensino Médio, permite contemplar um conjunto de competências e habilidades a serem estudadas pelos Parâmetros Curriculares Nacionais - PCN (Brasil, 1999) e da BNCC (Brasil, 2018), objetivando a compreensão de mundo por meio da interdisciplinaridade como possibilidade de cultura para a organização do conhecimento.

O sentido das competências específicas e habilidades da área de Ciências da Natureza e suas Tecnologias presentes na BNCC tende a ter sua continuação no Ensino Médio. Logo, a proposta sobre conteúdos que envolvem Astronomia é iniciada no Ensino Fundamental. Isso se dá pelo fato de a competência específica 2 que pertence à unidade temática Vida, Terra e Cosmos é a única que pode ser relacionada à Astronomia (Slovinski *et al.*, 2023), uma vez que, ela propõe que os estudantes devam “analisar e utilizar interpretações sobre a dinâmica da Vida, da Terra e do Cosmos para elaborar argumentos, realizar previsões sobre o funcionamento e a evolução dos seres vivos e do Universo, e fundamentar e defender decisões éticas e responsáveis” (Brasil, 2018, p. 553).

Logo, na competência específica 2, são identificadas apenas três habilidades relacionadas à Astronomia: EM13CNT201, EM13CNT204 e EM13CNT209 (Brasil, 2018, p. 557). Essa constatação culminou com a fala dos pesquisadores Slovinski *et al.* (2023), que parte de uma comparação completamente qualitativa, identificando que os estudantes saem de 21 habilidades, divididas em 17 objetos de conhecimento ao longo de nove anos do Ensino Fundamental, para somente uma competência específica e três habilidades voltadas para a Astronomia, em três anos de Ensino Médio.

Embora o Ensino de Astronomia no Ensino Fundamental possua mais vantagem relação ao Ensino Médio, como constatado por Slovinski *et al.* (2023), Buffon *et al.* (2022) discutem sobre os obstáculos a serem superados visando oportunizar um ensino de qualidade aos estudantes. Essa constatação indica a necessidade de fortalecimento deste ensino nos diversos níveis de escolaridade.

Assim, ao analisar a proposta da BNCC para o ensino de Ciências da Natureza e suas Tecnologias no Ensino Médio, Sasseron, Silva e Nascimento (2025) apontam que ela ainda se caracteriza por uma abordagem tradicional, restringindo a possibilidade de novos entendimentos e o fortalecimento das concepções prévias dos estudantes.

Diante das críticas pelos autores, destaca-se que a enculturação de conceitos científicos desempenha um papel fundamental nesse processo, sendo mencionada em vários trabalhos como os de Grandi-Aparecida e Motokane-Tadeu (2009), Fejes *et al.* (2012), Carvalho (2013), Testoni *et al.* (2013), Penha, Carvalho e Viana (2015), Sasseron e Carvalho (2016), bem como por meio da Astronomia conforme mencionado por Alves-Brito e Massoni (2019), Freitas (2021) e Freitas *et al.* (2022). Assim, a literacia científica e a enculturação científica são compostas por três aspectos: 1) compreender as relações entre Ciência e sociedade; 2) assimilar a natureza da Ciência e dos princípios éticos e políticos envolvidos e 3) compreender conceitos científicos basilares (Sasseron; Carvalho, 2007).

Consoante a isso, Carvalho (2013) considera que para que a enculturação científica ocorra em sala de aula, o aluno deve conhecer e se familiarizar com as diversas linguagens utilizadas durante a construção de significados científicos. Logo, a autora considera que para que isso aconteça, é fundamental que os professores dominem as linguagens específicas das Ciências e tenham a habilidade de fundamentar um diálogo, permitindo que os alunos argumentem, possibilitando que haja atenção e habilidade comunicativa, a fim de que a linguagem cotidiana trazida pelos alunos seja transformada em linguagem científica.

PERCURSO METODOLÓGICO

A partir das concepções previamente definidas na problematização da pesquisa e as ideias mencionadas no referencial teórico deste trabalho, foram definidos o contexto e o público alvo da pesquisa, tratando-se de uma amostra de 18 alunos matriculados na 2^a Série do Ensino Médio de uma Escola Estadual de Tempo Integral, localizada na cidade de Fortaleza - Ceará. Para a realização da pesquisa, o trabalho foi submetido à apreciação do Comitê de Ética e Pesquisa (CEP/CONEP) da instituição de ensino, aprovado com o número do protocolo 59138022.8.0000.5589.

O trabalho exposto possui um enfoque quantitativo (Richardson, 1989; Diehl, 2004; Creswel, 2010), a fim de gerar um modelo a partir da natureza do problema que explique as potencialidades da astrotomatografia no Ensino de Óptica. A pesquisa possui um delineamento conhecido como pesquisa de levantamento, a fim de obter entendimento, ilustração ou informações da questão problema (Creswel, 2010).

A pesquisa se manteve focada no Ensino de Óptica, por meio de uma Sequência Didática (SD), especificamente, uma Unidade de Ensino Potencialmente Significativa (UEPS), tendo como fundamentação os trabalhos de Moreira (2011) e Freitas (2023). Assim, Zabala (1998, p. 18) afirma que “as sequências didáticas são atividades ordenadas, estruturadas e articuladas a fim de atingir certos objetivos educacionais, com princípio e fim conhecidos tanto pelos professores quanto pelos estudantes”. Tendo como fundamentação os norteadores teóricos supracitados, foram necessárias 14 horas-aula para a aplicação da pesquisa, conforme o Quadro, a seguir.

Quadro 1 - Objetos de conhecimento/ atividades aplicadas durante a pesquisa.

Nº DE AULAS	PROGRAMAÇÃO
Aulas 1, 2, 3 e 4	Introdução à Natureza da Luz.
Aulas 5 e 6	Atividade avaliativa.
Aulas 7 e 8	Conceitos de refração da luz.
Aulas 9 e 10	Conceitos de Reflexão da Luz.
Aulas 11 e 12	Aula experimental: Formação de imagens em telescópios e câmeras fotográficas.
Aula 13	Encontro final integrador (Palestra)
Aula 14	Aplicação do questionário.

Fonte: construção dos autores (2024).

Para a aplicação da pesquisa, foi crucial que as aulas ocorressem de forma teórica, palestras com profissionais da Astrofotografia, simulações e experimentos de Óptica Geométrica no laboratório de Física.

A SD em concordância com o tema da aula, teve como desígnio difundir a Educação Científica por meio da Astronomia, bem como o envolvimento de temáticas do cotidiano dos estudantes em sala de aula (Siemsen; Lorenzetti, 2020). Assim, a interdisciplinaridade promovida pela Astronomia pode ser fundamental para a aquisição de valores considerados importantes à formação cidadã (Jafelice, 2006). Além disso, é desejável que, em Ciências da Natureza, a Astronomia ocupe um lugar de destaque nos currículos formativos (Slovinski *et al.*, 2023).

Na aplicação desta SD foram levados em consideração os parâmetros sugeridos por Moreira (2011) ao aplicar a SD. Assim, o desenvolvimento da UEPS se deu conforme a estrutura a seguir:

1) Definição de conceitos: foram definidos os fenômenos ópticos como tema central;

2) Investigação de conhecimentos prévios: foi proposta a organização em grupos para que os estudantes identificassem os conceitos de Óptica em práticas de astrofotografia e observação astronômica, introduzindo com a definição de espelhos e lentes. A atividade foi realizada durante a realização de um debate, visando estimular os conhecimentos prévios dos estudantes.

3) Situação - Problema inicial: foram levados em consideração os conhecimentos prévios dos discentes a respeito de lentes e espelhos, a fim de dar sentido aos conceitos que foram trabalhados nas aulas seguintes.

4) Diferenciação progressiva: começando pelos aspectos gerais, foi identificado na Óptica Geométrica o funcionamento da lente objetiva, do espelho primário, da ocular de um telescópio e dos elementos básicos de uma câmera fotográfica.

5) Complexidade: Foram apresentadas novas situações-problema envolvendo identificação dos elementos ópticos na utilização do telescópio e da câmera.

6) Reconciliação Integrativa: Na oportunidade, foram revisadas as principais características dos conteúdos por meio da apresentação de novos tópicos com a perspectiva integradora. Nesta etapa foram utilizados recursos experimentais físicos e simulações.

7) Avaliação: a avaliação da SD se deu em forma de observação e questionário, com o intuito de avaliar todos os possíveis indícios de desenvolvimento conceitual, buscando evidências da ocorrência da aprendizagem significativa.

8) Efetividade da UEPS: Por fim, a UEPS apenas será considerada exitosa se a avaliação do desempenho dos alunos fornecer evidências de aprendizagem significativa (captação de significados, compreensão, capacidade de explicar, etc.).

A distribuição de aulas para a aplicação da SD foi organizada conforme o Quadro 2, totalizando em 14 horas/aula de 50 minutos.

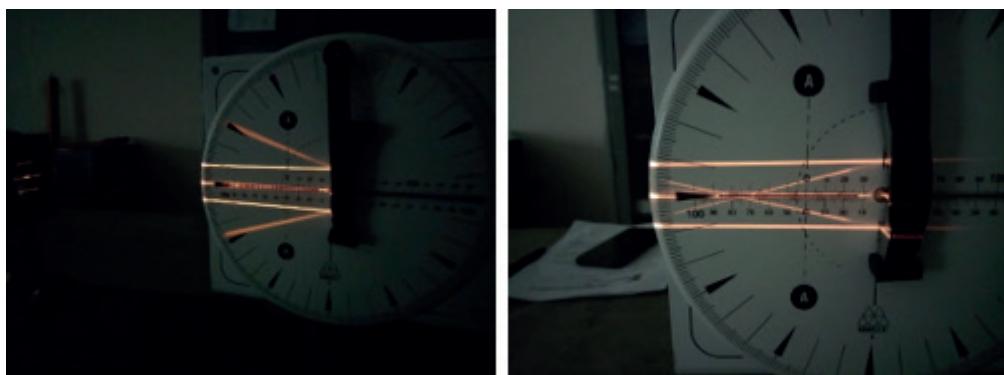
Quadro 2 - Atividades da Sequência Didática.

SEQUÊNCIA DIDÁTICA		
Aplicação da UEPS	Atividades	Nº de aulas
Situação inicial.	Natureza da Luz/Refração/Reflexão.	4
Situação-problema inicial.	Compreendendo a importância dos instrumentos de observação astronômica e astrofotografia.	2
Diferenciação progressiva.	Encontrar a Óptica Geométrica no funcionamento da lente objetiva, no espelho primário, na ocular de um telescópio e nos elementos básicos de uma câmera fotográfica.	2
Complexidade.	Reflexão e Refração da Luz.	2
Reconciliação Integrativa.	Aulas experimentais e simulações virtuais.	2
Encontro final integrador e Avaliação da UEPS	Palestra e questionários.	2

Fonte: construção dos autores (2024).

Durante a aplicação da SD, foi visto como indispensável a experimentação e simulação de fenômenos como reconciliação integrativa. A Figura 1 mostra a aplicação da reconciliação integrativa, conforme o cronograma da pesquisa.

Figura 1 - Experimento de Óptica geométrica realizado no laboratório da escola.



Fonte: Elaborado pelos autores (2024).

A Figura 1 mostra um dos experimentos de Óptica realizado no laboratório com os estudantes, o qual contextualiza a reflexão da luz. A pesquisa visou incluir diversos recursos didáticos (Amorim, 2017) para explicar os fenômenos astronômicos fotografados, como funcionam as técnicas de astrofotografia e observação a partir do estudo da Óptica. Assim, o planejamento e aplicação

dos conteúdos seguiram um modelo que aderiu significados, os quais foram considerados importantes para a compreensão de outros significados, tendo como base pontos básicos de ancoragem, dos quais se originou o alicerce cognitivo (Moreira; Masini, 2006).

A SD culminou na participação ativa dos estudantes na realização de atividades envolvendo astrofotografia, com base nas considerações científicas sobre o sistema Sol-Terra-Lua (Micha, 2018) e o fenômeno de reflexão e refração apresentados nas aulas experimentais (reconciliação integrativa da SD).

Figura 2 - Fotografias da Lua em fases e paisagens diferentes.

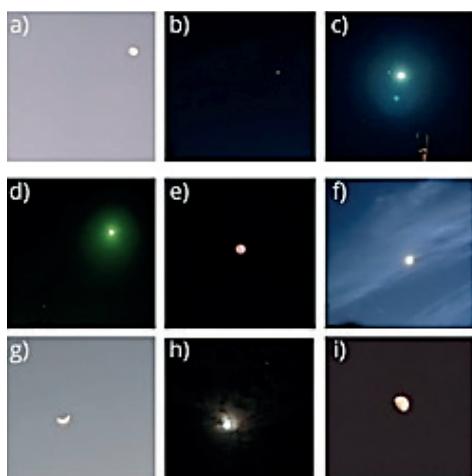
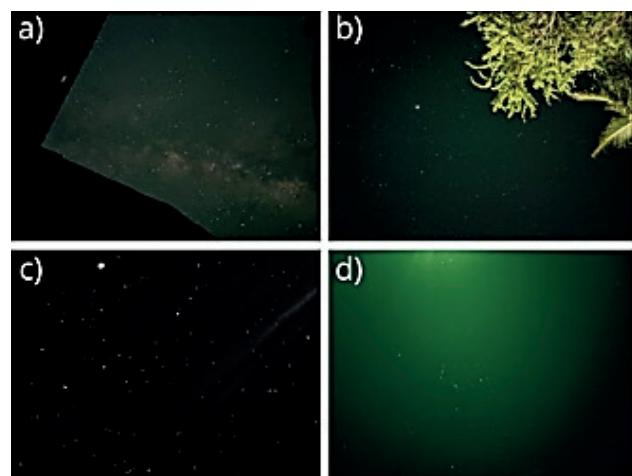


Figura 3 - a) Vista da Via-Láctea; b) planeta Júpiter; c) planeta Júpiter e d) constelação de Orion.



Fonte: Arquivos da pesquisa.

As Figuras 2 e 3 são algumas fotografias de astros tiradas pelos estudantes com o uso do *Smartphone* com o auxílio do *Android Package Kit (APK)* do *Google Câmera (GCam)*. O *GCam* é um aplicativo do *Google* que aumenta a qualidade das imagens do *Smartphone* com os recursos efeito foco, *High Dynamic Range (HDR+)* e os recursos de panorama ilimitado (*GCAM Brasil*, 2022). As atividades práticas de astrofotografia foram um dos principais impulsionadores da percepção dos participantes ao responder ao questionário. Logo, o questionário visa responder à questão central da investigação, que visa analisar as potencialidades da Astrofotografia no ensino de Óptica para a enculturação científica na escola.

A feita por Langhi e Nardi (2009), a Educação em Astronomia no Brasil está diretamente ligada a sete campos: educação básica, graduação, pós-graduação, extensão, pesquisa, popularização midiática, estabelecimentos e materiais didáticos. Neste caso, utilizamos a popularização midiática da Astrofotografia para explicar conceitos básicos de Óptica na Educação Básica.

QUESTIONÁRIO E TÉCNICAS E VALIDAÇÃO

A pesquisa foi realizada com a utilização de questionários aplicados em sala de aula e respondidos individualmente pelos discentes. Foi aplicado um questionário, a fim de mensurar a percepção dos estudantes a respeito da inclusão da Astrofotografia nas aulas de Óptica como ferramenta de

enculturação. Logo, utilizou-se da escala Likert de cinco pontos para analisar concordância ou discordância das potencialidades da Astrofotografia no Ensino de Óptica para a enculturação científica. As perguntas realizadas aos estudantes participantes foram:

P1. A observação astronômica me motiva para a Astronomia.

P2. O ensino de Óptica ajuda a compreender melhor a Astronomia.

P3. A Astronomia ajuda a compreender melhor os conceitos de formação de imagens.

P4. A Astronomia em sala de aula incentiva o estudo de Ciências.

P5. As fotografias de aglomerados, galáxias, buracos negros, constelações, estrelas, eclipses e demais fenômenos astronômicos me ajudam a compreender melhor o Universo.

P6. A observação astronômica e a astrofotografia apresentada nas aulas de Óptica possibilitam a disseminação da Ciência na escola.

P7. A Astrofotografia é importante para a compreensão de conceitos de Óptica geométrica.

P8. A observação astronômica é importante para a compreensão de conceitos de Óptica geométrica.

P9. A observação astronômica e astrofotografia prenderam minha atenção e melhoraram meu interesse pelas aulas de Física.

P10. Pretendo continuar observando/fotografando o céu.

Para Leite (2008), os questionários possibilitam mensurar com maior fidedignidade os objetivos da pesquisa, sendo considerados a forma mais utilizada para coletar dados. De forma geral, o questionário é um instrumento utilizado para obter respostas às questões por um modelo que o participante preenche.

As escalas de Likert (1932) dispõem de um caráter bidimensional em que os participantes escolherão apenas uma das opções fixas estabelecidas na linha em um sistema de 5 categorias de respostas, desde “aprovo fortemente” até “desaprovo fortemente” (Dalmoro; Vieira, 2013). As escalas Likert, também conhecidas como escalas somatórias, servem para medir atitudes. Para cada categoria de resposta é atribuída uma pontuação correspondente à direção da atitude de cada participante (Leite, 2008).

Os questionários do tipo Likert referentes aos tópicos abordados em sala de aula e no laboratório, foram fundamentados nos indicativos de aprendizagem significativa obtidos no decorrer das aulas teóricas e experimentais. Logo, o processo possui a finalidade de tornar a pesquisa mais fidedigna no que diz respeito à aquisição de significados e conceitos básicos de Óptica Geométrica. Assim, as questões são de múltipla escolha, contendo 5 opções em cada questão.

A produção de pesquisas a respeito de escalas de mensuração passa por um processo de aperfeiçoamento contínuo em seus métodos, principalmente em pesquisas quantitativas, as quais são baseadas em estratégias estatísticas aplicadas a números extraídos de objetos ligados as dimensões (constructos) (Silva-Júnior; Costa, 2014).

A validade dos questionários de opinião foi realizada pelo coeficiente Alpha de Cronbach, seguindo as instruções de estudos realizados a respeito, a fim de mensurar o grau de confiabilidade dos questionários (Cronbach, 1951). Além disso, é considerada uma das ferramentas mais importantes na construção e aplicação de questionários de opinião. No dizer de Leontistsis e Pagge (2007), o coeficiente Alpha de Cronbach é definido a partir da ideia de que X é uma matriz do tipo $(n \times k)$ cuja equivalência coincide com as respostas quantificadas de um questionário, em que k é o número de itens e no número de respondentes. Contudo, considerando que cada linha da matriz X representa um indivíduo e cada coluna representa uma questão, conforme mostra a Tabela 1, o coeficiente Alpha de Cronbach é dado pela seguinte equação:

$$\alpha = \frac{K}{K-1} \left(1 - \frac{\sum_{i=1}^k S_i^2}{S_{Soma}^2} \right) \quad (1)$$

A partir da equação 1, podemos considerar que S_i^2 é a variância de cada coluna da matriz, X , pois diz respeito à variância relacionada a cada questão da matriz, X . Partindo desse pressuposto, S_{Soma}^2 equivale à variância da soma das linhas da matriz, X isto é, representa a variância da soma das respostas de cada participante da pesquisa. Feito isto, k deve ser maior que 1 visando não haver zero no denominador e n deve ser maior que 1 para não haver zero no denominador do cálculo do S_i^2 e do S_{Soma}^2 (Gaspar; Shimoya, 2017).

Consoante a isso, tivemos como base Freitas e Rodrigues (2005), pois levam em consideração que a definição do grau de confiabilidade do coeficiente Alpha de Cronbach, se configura da seguinte maneira: a) $\alpha \leq 0,30$ - Muito baixa; b) $0,30 < \alpha \leq 0,60$ - Baixa; c) $0,60 < \alpha \leq 0,75$ - Moderada; d) $0,75 < \alpha \leq 0,90$ - Alta; e) $\alpha > 0,90$ - Muito alta. Logo, a partir dessas informações, o coeficiente Alpha de Cronbach foi utilizado para validar os questionários elaborados na escala de Likert, seguindo o padrão supracitado.

A seguir, a Tabela 1 mostra as respostas dadas por cada aluno participante da pesquisa. Esses dados são utilizados para o cálculo do coeficiente de confiabilidade do questionário.

Tabela 1 - Resultado da aplicação de um questionário com 10 itens e 18 respondentes.

Alunos	Número de questionários										Total
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
01	3	4	4	3	4	3	4	3	4	4	36
02	3	4	4	3	4	4	4	2	3	3	34
03	3	4	4	5	5	5	4	4	4	5	43
04	4	4	5	5	5	4	4	4	3	5	43
05	2	4	4	3	4	3	3	2	4	4	33
06	4	3	4	5	5	5	4	4	4	2	40
07	1	4	3	3	3	1	3	5	4	3	30
08	4	4	3	4	5	3	4	3	5	3	38
09	2	4	5	1	3	4	5	4	4	3	35
10	5	4	3	3	5	3	3	4	3	4	37
11	4	5	5	5	5	4	5	4	4	4	45
12	4	4	4	5	5	3	4	3	2	5	39
13	4	4	3	4	5	3	4	3	5	5	40
14	5	4	5	5	5	4	5	5	5	5	48
15	5	4	4	4	5	4	4	4	5	5	44
16	5	3	4	2	1	5	5	3	2	1	31
17	5	4	3	5	5	4	3	3	3	5	40
18	5	3	3	5	5	5	3	3	5	5	42
VAR	1,48	0,22	0,57	1,57	1,20	1,03	0,53	0,73	0,97	1,47	24,77

Fonte: Elaborado pelos autores (2024).

Para a validação do questionário aplicado, substituímos os dados no coeficiente *Alpha* de Cronbach, descrito na Equação 1:

$$\text{Em que: } \alpha = \frac{K}{K-1} \left(1 - \frac{\sum_{i=1}^k s_i^2}{s_{Soma}^2} \right)$$

$$K \text{ (Quantidade de questões)} = 10$$

$$\sum_{i=1}^k s_i^2 \text{ (variância das respostas do item)} = 9,718954$$

$$s_{Soma}^2 \text{ (variância total)} = 24,77124$$

Logo, aplicando os dados acima na fórmula, temos:

$$\alpha = \frac{10}{10-1} \left(1 - \frac{9,718954}{24,77124} \right)$$

$$\alpha = 1,1111111(1 - 0,392348) \therefore \alpha = 1,1111111 \cdot 0,607652$$

Assim, fazendo a multiplicação obtemos:

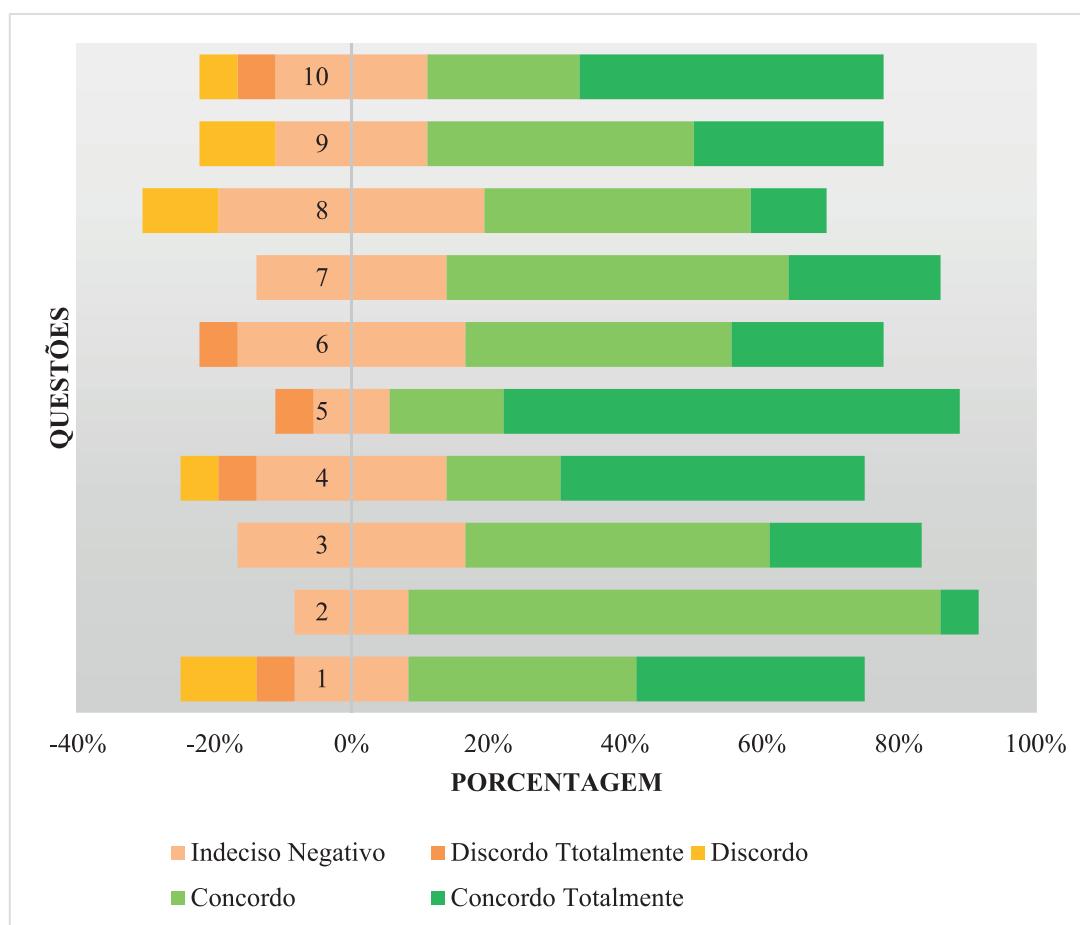
$$\alpha = 0,675169$$

Desta forma, o questionário possui um grau de confiabilidade moderada, de acordo com Freitas e Rodrigues (2005), equivalente a um valor aproximado a dando relevância à credibilidade da pesquisa.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

Durante a análise dos dados, buscamos encontrar nas respostas dos participantes a relevância da Astrofotografia no Ensino de Óptica por meio dos questionários de escala Likert. A seguir, o Gráfico apresenta a percepção dos estudantes a respeito da inclusão da Astrofotografia no Ensino de Óptica. É importante salientar que cada pergunta (questão) é representada por um ponto no Gráfico, tendo como referência o seguinte exemplo: a questão 1 é representada pelo ponto 1 no Gráfico, a questão 2 é representada no ponto 2, e assim, sucessivamente.

Gráfico 1 - Percepção dos estudantes a respeito da astrofotografia na escola.



Fonte: Elaborado pelos autores (2024).

Os resultados do Gráfico 1 mostram as opiniões dos estudantes a respeito do desenvolvimento da SD aplicada nas turmas, cuja distribuição de respostas foi direcionada a um conjunto de 10 perguntas e os segmentos coloridos correspondem aos de concordância e discordância em relação a uma determinada informação.

A Tabela 2 revela os detalhes das respostas das perguntas por meio do grau de concordância e discordância em forma de porcentagem em Discordo Totalmente (DT), Discordo (D), Indeciso (I), Concordo (C) e Concordo Totalmente (CT).

Tabela 2 - Porcentagem de grau de concordância a partir dos dados apresentados nos Gráficos 1.

QUESTÕES	DT	D	I	C	CT
P1. A observação astronômica me motiva para a Astronomia.	6%	11%	16%	33%	33%
P2. O ensino de Óptica ajuda a compreender melhor a Astronomia.	0%	0%	16%	78%	6%
P3. A Astronomia ajuda a compreender melhor os conceitos de formação de imagens.	0%	0%	34%	44%	22%
P4. A Astronomia em sala de aula incentiva o estudo de Ciências.	6%	6%	28%	17%	44%
P5. As fotografias de aglomerados, galáxias, buracos negros, constelações, estrelas, eclipses e demais fenômenos astronômicos me ajudam a compreender melhor o Universo.	6%	0%	12%	17%	67%
P6. A observação astronômica e a astrofotografia apresentada nas aulas de Óptica possibilitam a disseminação da Ciência na escola.	6%	0%	34%	39%	22%
P7. A Astrofotografia é importante para a compreensão de conceitos de Óptica geométrica.	0%	0%	28%	50%	22%
P8. A observação astronômica é importante para a compreensão de conceitos de Óptica geométrica.	0%	11%	38%	39%	11%
P9. A observação astronômica e astrofotografia prenderam minha atenção e melhoraram meu interesse pelas aulas de Física.	0%	11%	50%	28%	11%
P10. Pretendo continuar observando/fotografando o céu.	6%	6%	22%	22%	44%

Fonte: Elaborado pelos autores (2024).

As perguntas estão diretamente relacionadas com a motivação dos estudantes, da compreensão de conceitos e do interesse pela Ciência apresentada nos conteúdos. De modo geral, os resultados evidenciam que as questões P1, P2, P3, P4 e P5 apontam que a observação astronômica e as imagens astronômicas são ferramentas fundamentais que auxiliam na compreensão do Universo. Esses resultados possibilitaram a manifestação do interesse dos estudantes após a aplicação da UEPS. Logo, no dizer de Langhi e Nardi (2014), o ensino de Astronomia contribui para uma percepção enquanto processo de construção histórica e filosófica, fortalecendo vínculos com o desenvolvimento de tecnologias que promovem a enculturação científica na sociedade. Penha, Carvalho e Viana (2015) complementam recomendando que sejam desenvolvidas novas SDs investigativas que promovam a literacia e enculturação científica por meio de procedimentos de investigações e instrumentos experimentais.

As perguntas P6, P7, P8 e P9 fortalecem a ideia de que a Astronomia e a Astrofotografia podem ser utilizadas para ensinar conceitos de Óptica de forma mais eficaz. No dizer de Teixeira *et al.* (2021), o número de pessoas interessadas em observar o céu é crescente, fazendo uso de várias tecnologias de baixo custo para fazer as capturas. Logo, um dos fatores que estão consoantes aos resultados obtidos é a visão de Trevisan (2004) a respeito da interação dos astrônomos profissionais e as práticas amadoras de observação, as quais contribuem para o fortalecimento dos trabalhos de pesquisa e a comunidade científica.

A pergunta P10 mostra uma quantidade significativa de estudantes que demonstram interesse em continuar observando ou fotografando o céu, o que sugere um impacto duradouro dessas atividades. A observação do céu noturno possibilita que os estudantes tenham uma melhor percepção dos conceitos científicos (Kantor, 2018). Além disso, Freitas (2023) apresenta a observação astronômico e astrofotografia como uma ferramenta de enculturação científica na educação básica.

Ao analisar os resultados, foram identificados alguns aspectos que merecem atenção, os quais são:

1) baixo interesse inicial por parte dos estudantes.

P1: Apenas 33% dos alunos se sentem motivados pela observação astronômica, indicando que a Astronomia, por si só, pode não ser um motivador suficiente para muitos alunos;

P10: Embora exista um número considerável de alunos querer continuar observando o céu, o fato de apenas 44% terem essa intenção sugere que o interesse pode não ser constante para todos.

2) Dificuldade em conectar Astronomia à Óptica.

P2, P3, P7, P8: Embora a maioria dos alunos concorde que a Astronomia é fundamental na compreensão de conceitos de imagens e fundamentos da Óptica Geométrica, um número considerável não constata essa conexão, o que pode indicar a ineficácia da forma que esses conceitos foram abordados em sala de aula.

3) Falta de incentivo.

P4: apenas 44% dos alunos acreditam que a Astronomia em sala de aula incentiva o estudo de Ciências.

Os aspectos negativos apresentados nas respostas dos estudantes podem estar associados a diversos fatores relacionados aos recursos didáticos disponíveis, conteúdo programático da disciplina ou mesmo pelo fato de não ser do interesse dos estudantes.

Portanto, de forma predominante, o questionário mostra em seus resultados que a inclusão de conceitos relacionados à Astronomia, especificamente em relação ao contexto da observação astronômica, tem sido um fator positivo para os estudantes, isso se deu como o aprofundamento de conhecimentos, atividades propostas, palestras e os debates mediados pelos pesquisadores em parceria com profissionais da área da Astronomia. Além disso, promoveram durante as aulas de Óptica a oportunidade de envolver assuntos interdisciplinares, os quais desenvolveram estímulo para a aprendizagem e enculturação de conceitos científicos por meio da descoberta e interação com as diversas linguagens científicas utilizadas durante as aulas (Carvalho, 2013).

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Neste trabalho, apresentamos a Óptica não somente como uma extensão da Matemática, mas como um conteúdo que permite ao discente conhecer o Universo por meio da observação astronômica e da Astrofotografia utilizando materiais de baixo custo e comparar com as aulas teóricas e experimentais, possibilitando a interdisciplinaridade e a divulgação científica no processo de ensino e aprendizagem.

A investigação é de caráter quantitativo e contou com um instrumento conhecido como escala de Likert, utilizado para avaliar a percepção dos estudantes a respeito da SD utilizada durante as aulas. Além disso, contamos com o coeficiente Alpha de Cronbach para validar a confiabilidade do questionário.

Assim, os dados obtidos apresentam o interesse da maioria dos estudantes pelo conteúdo a partir da contextualização apresentada, tendo em vista a condução da SD com a valorização das aulas e atividades práticas, visando estimular a percepção dos estudantes diante do conteúdo apresentado. Além disso, o trabalho exposto contribuiu com a popularização da Astronomia na educação formal e fortaleceu a compreensão dos estudantes a respeito do Universo por meio da enculturação dos conceitos científicos.

Portanto, existem divergências nas respostas dos estudantes, indicando dificuldade de relacionar a Astronomia aos conteúdos de Óptica e desinteresse. As perspectivas negativas identificadas

nas respostas requerem uma atenção específica que vai desde a necessidade de aplicar outras SD até a falta de recursos e estrutura básica na escola.

A partir desse pressuposto, consideramos que os resultados possuem uma perspectiva de Aprendizagem Significativa, baseada em conceitos fundamentais que nos fazem compreender o Universo, seja por meio de fotos, vídeos ou apenas observando o Céu sem equipamentos.

REFERÊNCIAS

AFONSO, G. B. Astronomia Indígena. In: **Anais da 61ª Reunião Anual da SBPC** - Manaus, AM. v. 61, p. 1-5, 2009. Disponível em: <https://www.sbpcnet.org.br/manaus/release5.php>. Acesso em: 12 jan. 2024.

ALBUQUERQUE, K. B.; SANTOS, p. J. S.; FERREIRA, G. K. Os três momentos pedagógicos como metodologia para o ensino de óptica no Ensino Médio: o que é necessário para enxergarmos? **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 32, n. 2, p. 461-482, 2015. Disponível em: <https://periodicos.ufsc.br/index.php/fisica/article/view/2175-7941.2015v-32n2p461>. Acesso em: 23 jan. 2023.

ALVES-BRITO, A.; MASSONI, n. T. Astronomia, ludicidade, enculturação científica: um projeto de extensão voltado a crianças e jovens com indicadores de altas habilidades. **Alexandria: revista de educação em ciência e tecnologia**. Florianópolis, SC. Vol. 12, n. 1 (maio 2019), p. 111-132, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.5007/1982-5153.2019v-12n1p111>. Acesso em: 21 de Ago. 2025.

AMORIM, D. S. Construção de um modelo didático representativo para visualização de fases da Lua e eclipses. **Revista Latino-Americana de Educação em Astronomia**, São Carlos (SP), n. 23, p. 53-66, 2017. DOI: 10.37156/RELEA/2017.23.053. Disponível em: <https://www.relea.ufscar.br/index.php/relea/article/view/278>. Acesso em: 21 jan. 2024.

ANJOS, S.; CARVALHO, A. Jovens, Ciência e a Média: Percepções sobre Astronomia e Ciências do Espaço em contextos formais e informais. **Comunicação e Sociedade**. Vol. 37, 2020, pp. 109 - 126. Disponível em: <https://journals.openedition.org/cs/2501>. Acesso em: 23 jan. 2024.

BARCELLOS, L. S.; MULULO, L. S.; OLIVEIRA, p. G.; OLIVEIRA, W. S.; SANTOS SANTANA, W.; MORAIS, A. M. A.; PREMOLI, B. M.; RODRIGUES, G. p. **Astrofotografia. Cadernos de Astronomia**, Vitória, v. 2, n. 1, p. 182, 2021. DOI: 10.47456/Cad.Astro.v2n1.33871. Disponível em: <https://periodicos.ufes.br/astronomia/article/view/33871>. Acesso em: 21 jan. 2024.

BONFIM, H. C. C.; GUIMARÃES, O. M. DIREITOS HUMANOS E FORMAÇÃO DE DOCENTES DE CIÊNCIAS EM PERIÓDICOS NACIONAIS. **Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências (Belo Horizonte)**, v. 25, p. e35107, 2023. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/epec/a/bYrhM5XpQrLGxMNCCNDpMt/?lang=pt#>. Acessado em: 30 out. 2024.

BRASIL. Ministério da Educação, Secretaria de Educação Média e Tecnológica. **Parâmetros Curriculares Nacionais: ensino médio**. Brasília: Ministério da Educação. Secretaria de Educação Média e Tecnológica, Ministério da Educação, 1999. p. 364. Disponível em: <http://portal.mec.gov.br/conaes-comissao-nacional-de-avaliacao-da-educacao-superior/195-secretarias-112877938/seb-educacao-basica-2007048997/12598-publicacoes-sp-265002211>. Acesso em: 23 jan. 2024.

BRASIL. Ministério da Educação (MEC). **Base Nacional Comum Curricular**. Brasília, DF, 2018. Disponível em: <http://basenacionalcomum.mec.gov.br/>. Acesso em: 02 jan. 2024.

BRITO, A. A.; MASSONI, n. T. **Astrofísica Para a Educação Básica: A origem dos Elementos Químicos no Universo.** 1^a ed. Curitiba: Appris, 2019.

BUENO, W. C. **Jornalismo Científico no Brasil: Os Compromissos de uma Prática Dependente.** Tese de Doutorado, Universidade de São Paulo, 1984. Disponível em: <https://repositorio.usp.br/item/000716428>. Acesso em: 23 jan. 2024.

BUFFON, A. D.; NEVES, M. C. D.; PEREIRA, R. F. O ensino da Astronomia nos anos finais do ensino fundamental: uma abordagem fenomenológica. **Ciência & Educação (Bauru)**, v. 28, p. e22006, 2022. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/ciedu/a/f4jXNSRjsxS8CBHsh7cWyXC/?lang=pt#>. Acessado em: 30 out. 2024.

CARVALHO, A. M. p. Habilidades de Professores Para Promover a Enculturação Científica. **Revista Contexto & Educação, /S. I.**, v. 22, n. 77, p. 25-49, 2013. DOI: 10.21527/2179-1309.2007.77.25-49. Disponível em: <https://www.revistas.unijui.edu.br/index.php/contextoeducacao/article/view/1084> Acesso em: 21 ago. 2025.

CAVALCANTE, M. B. A Popularização da Astronomia no Ensino de Geografia: Uma Experiência no Ensino Fundamental e Médio. **Revista Brasileira de Educação em Geografia**. Campinas, v. 2, n. 4, p. 192-202, jul./dez., 2012. Disponível em: <https://revistaedugeo.com.br/revistaedugeo/article/view/63>. Acesso em: 23 jan. 2024.

CAZELLI, S.; FRANCO, C. Alfabetismo científico: novos desafios no contexto da globalização. Ensaio - **Revista em Educação em Ciências**, v. 1, n. 1, p. 1-16, 2001. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/epec/a/yCBj8ZjWxzDCCjfJtp7ykmr/>. Acesso em: 23 jan. 2024.

COUPER, H.; HENBEST, n. **A História da Astronomia**. 1^a edição brasileira. São Paulo: Larousse do Brasil, 2009.

CRESWELL, John W. **Projeto de pesquisa:** métodos qualitativos, quantitativos e mistos. 3.ed. Porto Alegre: Artmed, 2010.

CRONBACH, L. J. Coefficient alpha and the internal structure of test. **Psychometrika**, v. 16, n. 3, p. 297-334, 1951. Disponível em: <https://link.springer.com/article/10.1007/BF02310555>. Acesso em: 23 jan. 2024.

DALMORO, M.; VIEIRA, K. M. Dilemas na construção de escalas Tipo Likert: o número de itens e a disposição influenciam nos resultados? **Revista Gestão Organizacional**, v. 6, n. 3, p. 161-174, 2013. Disponível em: <https://bell.unochapeco.edu.br/revistas/index.php/rgo/article/view/1386>. Acesso em: 23 jan. 2024.

DAMINELI, A. *et al.* **O Céu Que Nós Envolve**. 1^a. ed. São Paulo: Odysseus Editora Ltda., 2011.

DARROZ, L. M.; HENEICK, R.; PEREZ, C. A. S. Conceitos Básicos de Astronomia: Uma Proposta Metodológica. **Revista Latino-Americana de Educação em Astronomia - RELEA**. n. 12, p. 57-69, 2011. Disponível em: <https://www.relea.ufscar.br/index.php/relea/article/view/163>. Acesso em: 23 jan. 2024.

DEVECHI, C. p. v. ; TREVISON, A. L. Desafios Atuais das Ciências da Educação no Brasil. **Educação & Sociedade**, v. 43, p. e250547, 2022. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/es/a/5y8Xmz9mJz3VbDyVRZhkLRP/?lang=pt#>. Acessado em: 29 out. 2024.

DIEHL, A. A. **Pesquisa em Ciências Sociais Aplicadas: Métodos e Técnicas**. São Paulo: Prentice Hall, 2004.

DIOGO, R. C.; GOBARA, S. T. **Sociedade, educação e ensino de física no Brasil:** do Brasil Colônia ao fim da Era Vargas. 2007. Proceedings from Simpósio Nacional de Ensino de Física.

FALCÃO, D.; VALENTE, M. E.; NETO, E. R. **Divulgação e educação não formal na astronomia:** a astronomia e o público leigo. In: MATSUURA, O. T. (org.). História da astronomia no Brasil. Recife: Companhia Editora de Pernambuco, 2014. v. 2, p. 374-397. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/ciedu/a/Qbcs6yPGwzhmJNzdrM7sVQf/>. Acesso em: 23 jan. 2024.

FEJES, M.; MORITA, E. M.; SANTOS-GOUW, A. M.; MARTINELI, I.; YOSHITAKE, A. M. Contribuições de um encontro juvenil para a enculturação científica. **Ciência & Educação (Bauru)**, v. 18, n. 4, p. 769-786, 2012. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S1516-7313201200040003>. Acessado em: 21 Ago. 2025.

FERREIRA, L.; FURTADO, D. A. Astrofotografia na escola como recurso didático de baixo custo. **Revista Latino-Americana de Educação em Astronomia**, São Carlos (SP), n. 33, p. 73-105, 2022. DOI: 10.37156/RELEA/2022.33.073. Disponível em: <https://www.relea.ufscar.br/index.php/relea/article/view/602>. Acesso em: 10 dez. 2023.

FOUREZ, G. Crise no ensino de Ciências? **Investigação em ensino de ciências**. v. 8, n. 2, p. 1-14,2002.

FREITAS, n. C. **O ensino do Efeito Estufa Como Estratégia de Enculturação Científica Nos Anos Finais do Ensino Fundamental**. 2021, 43f. Monografia - Curso de Especialização em Ensino de Ciências - Anos Finais do Ensino Fundamental “Ciência é 10!”, Instituto de Educação a Distância - EAD, Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira, Redenção-Ceará, 2021. Disponível em: <https://repositorio.unilab.edu.br/jspui/handle/123456789/6421>. Acesso em: 22 Ago. 2025.

FREITAS, n. C.; ARAÚJO, A. C. S.; ROMEU, M. C.; BARROSO, M. C. S. Ensino de Astronomia na Educação Básica: Uma Possibilidade de Enculturação Científica nas Metodologias de Ensino e Aprendizagem em Física. In: **Anais do Seminário de Boas Práticas de Ensino e Aprendizagem (SBPEA) da EEL-USP**. Anais...Lorena (SP) EEL-USP, 2022. Disponível em: <https://www.even3.com.br/anais/sbpea2022/524610-ensino-de-astronomia-na-educacao-basica--uma-possibilidade-de-enculturacao-cientifica-nas-metodologias-de-ensino->. Acesso em: 21 Ago. 2025.

FREITAS, n. C. **Ensino de Óptica no Contexto da Observação Astronômica e da Astrofotografia:** Uma Possibilidade de Enculturação Científica por Meio da Teoria de Aprendizagem Significativa, 2023. (Dissertação) Mestrado - Programa de Pós-Graduação em ensino de Ciências e Matemática, Instituto Federal de Educação, Ciência e tecnologia do Ceará, Fortaleza, 2023. Disponível em: https://www.oasisbr.ibict.br/vufind/Record/IBICT-1_4943767b1463194635d8ffb44b-dbcec8. Acessado em: 18 de agosto de 2025.

FREITAS, A. L. p. , RODRIGUES, S. G. A. Avaliação da confiabilidade de questionário: uma análise utilizando o coeficiente alfa de Cronbach In: **Simpósio de Engenharia de Produção**, 12, 2005, 07-09 nov, Bauru-SP. Anais... Bauru-SP: UNESP, 2005. Disponível em: www.simpep.feb.unesp.br/.../copiar.php?...Freitas_ALP_A%20avaliação%20da%20co. Acesso em: 12 maio 2023.

GAMA, L. D.; HENRIQUE, A. B. Astronomia na Sala de Aula: Por quê? **Revista Latino-Americana de Educação em Astronomia - RELEA**. n. 9, p. 7-15, 2010. Disponível em: <https://www.relea.ufscar.br/index.php/relea/article/view/146>. Acessado em: 24 jan. 2024.

GASPAR, I. A.; SHIMOYA, A. Avaliação da confiabilidade de uma pesquisa utilizando o coeficiente alfa de cronbach. 2017. **Simpósio de Engenharia de Produção**. Universidade Federal de Goiás - Regional Catalão Disponível em: https://webcache.googleusercontent.com/search?q=cache:vJTCZkZaltMJ:https://files.cercomp.ufg.br/weby/up/1012/o/ISAAC_DE_ABREU_GASPAR_2_-_email.pdf+&cd=3&hl=pt-BR&ct=clnk&gl=br. Acesso em: 29.set.2023.

GCAM BRASIL. **Gcam Brasil - APKs para Google Camera**. Disponível em: <https://www.gcambrasil.com>. Acessado em: 29 out. 2024.

GONÇALVES, p. C. DA S.; VIVEIRO, A. A.; BRETONES, p. S. Temas e conteúdos em Astronomia: o que temos pesquisado na pós-graduação no Brasil?. **Ciência & Educação (Bauru)**, v. 30, p. e24006, 2024. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/ciedu/a/Z455phxnHnnBG5J7syrrzw/?lang=pt#>. Acessado em: 29 out. 2024.

GRANDINI, n. ; GRANDINI, C. Os objetivos do laboratório didático na visão dos alunos do Curso de Licenciatura em Física. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 26, n. 3, p. 251-256, 2004. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S0102-47442004000300011>. Acessado em: 21 Ago. 2025.

GRANDI-APARECIDA, L.; MOTOKANE-TADEU, M. Reflexões sobre as características de um trabalho de campo que estimule a argumentação e a enculturação científica dos alunos. **Enseñanza de las Ciencias**, n. Extra, p. 0849-852, 2009. Disponível em: https://ddd.uab.cat/pub/edlc/edlc_a2009nEXTRA/edlc_a2009nExtrap849.pdf. Acessado em: 21 Ago. 2025.

ITOKAZU, A. G. **1609: da astronomia tradicional ao nascimento da astrofísica**. Cienc. Cult. [online]. 2009, v. 61, n. 4, p. 42-45. ISSN 2317-6660. Disponível em: http://cienciaecultura.bvs.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0009-67252009000400014. Acesso em: 24 jan. 2024.

JUNGES, Alexandre Luis; ESPINOSA, Tobias. Ensino de ciências e os desafios do século XXI: entre a crítica e a confiança na ciência. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física, [S. l.]**, v. 37, n. 3, p. 1577-1597, 2020. DOI: 10.5007/2175-7941.2020v37n3p1577. Disponível em: <https://periodicos.ufsc.br/index.php/fisica/article/view/74901>. Acesso em: 19 out. 2024.

KANTOR, C. A. Ensino de astronomia na escola: concepções, ideias e práticas. **Revista Latino-Americana de Educação em Astronomia**, n. 26, p. 77-80, 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.37156/RELEA/2018.26.077>. Acesso em: 23 jan. 2024.

LABURÚ, C.; BARROS, M.; KANBACH, B. A relação com o saber profissional do professor de Física e o fracasso da implementação de atividades experimentais no ensino médio. **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 12, n. 3, p. 305-320, 2007. Disponível em: <https://e-revista.unioeste.br/index.php/temasematizes/article/view/31295>. Acesso em: 24 jan. 2024.

LANGHI, R. **Um estudo exploratório para a inserção da Astronomia na formação de professores dos anos iniciais do Ensino Fundamental**. Dissertação (Mestrado em Educação para a Ciência) - Faculdade de Ciências, UNESP, Bauru, 2004.

LANGHI, R. **Astronomia nos anos iniciais do ensino fundamental: repensando a formação de professores**. Tese (Doutorado em Educação para a Ciência) - Faculdade de Ciências, UNESP, Bauru, 2009.

LANGHI, R.; NARDI, R. Ensino de Astronomia no Brasil: educação, formal, informal, não formal e divulgação científica. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 31, n. 4, 4402 (2010). Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rbef/a/jPY-T5PRkLsy5TJQfM8pDWKB/?format=pdf&lang=pt>. Acesso em 17 nov. 2023.

LANGHI, R.; NARDI, R. **Educação em astronomia: repensando a formação de professores**. São Paulo: Escrituras Editora, 2012.

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://periodicos.ufmg.br/index.php/rbpec/article/view/4292>. Acesso em: 24 jan. 2024.

LEITE, F. T. **Metodologia científica**: Métodos e Técnicas de Pesquisa. Aparecida-SP: Ideias & Letras, 2008.

LIKERT, R. A technique for the measurement of attitudes. **Archives of Psychology**. v. 22, n. 140, p. 44-53, 1932.

LIMA, Matheus Melo; BARBOZA, Felipe Moreira; SILVA, Dogival Alencar da; LIMA, Thiago Amaral Melo. Uma Sequência Didática Gamificada Aplicada ao Ensino de Óptica Geométrica. **Conexões - Ciência e Tecnologia**, [S. I.], v. 15, p. e021029, 2021. DOI: 10.21439/conexoes.v15i0.2088. Disponível em: <https://conexoes.ifce.edu.br/index.php/conexoes/article/view/2088>. Acesso em: 19 out. 2024.

MARINI, M. J.; SILVA, C. L. Política de Ciência e Tecnologia e Desenvolvimento Nacional: reflexões sobre o plano de ação brasileiro. **Editora Unijuí**. n. 17, jan/junho 2011.

MENEZES, v. M.; SESSA, p. S. A Lua na sala de aula: investigando práticas epistêmicas no ensino de Astronomia. **Ciência & Educação (Bauru)**, v. e22025, 2022. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/ciedu/a/Qbcs6yPGwzhmJNzdr-M7sVQf/?lang=pt#>. Acessado em: 29 out. 2024.

MICHA, D. n. Fotos da Lua pelo Mundo: um projeto observacional registrado em fotografia sobre como as fases da Lua se comparam quando observadas dos Hemisférios Norte e Sul. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 40, n. 3, p. e3310, 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/1806-9126-RBEF-2017-0383>. Acessado em: 29 out. 2024.

MOREIRA, M. A. **Aprendizagem significativa**: a teoria e textos complementares. São Paulo: Livraria da Física, 2011.

MOURA, B. A. As “Observações sobre luz e cores” (1756) de Thomas Melvill (1726-1753): tradução comentada. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 38, n. 1, p. 699-741, 2021. Disponível em: <https://periodicos.ufsc.br/index.php/fisica/article/view/74016>. Acesso em: 24 jan. 2024.

MOURA, B. A. A luz, seus fenômenos e os instrumentos: um estudo iconográfico da óptica (1665-1798). **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, [S. I.], v. 40, n. 3, p. 610-669, 2023. DOI: 10.5007/2175-7941.2023.e94425. Disponível em: <https://periodicos.ufsc.br/index.php/fisica/article/view/94425>. Acesso em: 18 jan. 2024.

MOURÃO, R. R. F. **Dicionário Enciclopédico de Astronomia e Astronáutica**. Rio de Janeiro: Nova Fronteira, 1987.

NEVES, M. C. D.; PEREIRA, R. F. Adaptando uma câmera fotográfica manual simples para fotografar o céu. **Revista Latino-Americana de Educação em Astronomia**, São Carlos (SP), n. 4, p. 27-45, 2007. DOI: 10.37156/RELEA/2007.04.027. Disponível em: <https://www.relea.ufscar.br/index.php/relea/article/view/98>. Acesso em: 21 jan. 2024.

OLIVEIRA, Marcos Barbosa de. A Crise e o Ensino de Ciências. **Educação & Sociedade**, v. 19, n. 62, p. 151-172, abr. 1998. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/es/a/JXyK49fTnrG6xDFbb7GKVTQ/?lang=pt#>. Acesso em: 29 out. 2024.

OLIVEIRA, Liliana Tavares de; CARVALHO, Anabela. Public Engagement with Science and Technology: contributos para a definição do conceito e a análise da sua aplicação no contexto português. **Observatorio (OBS*)**, [S. I.], v. 9, n. 3, 2015. DOI: 10.15847/obsOBS932015857. Disponível em: <https://obs.obercom.pt/index.php/obs/article/view/857>. Acesso em: 19 oct. 2024.

OLIVEIRA FILHO, K. S.; SARAIVA, M. F. O. **Astronomia e astrofísica**. Porto Alegre: Ed. Universidade/UFRGS, 2000.

OLIVEIRA FILHO, K. S.; SARAIVA, M. F. O. **Astronomia e astrofísica**. Porto Alegre: Ed. Universidade/UFRGS, 2014.

PENHA, S. p. ; CARVALHO, A. M. p. ; VIANNA, D. M. Laboratório Didático Investigativo e os Objetivos da Enculturação Científica: Análise do Processo. **Revista de Educação, Ciências e Matemática**, [S. I.], v. 5, n. 2, 2015. Disponível em: <https://granrio.emnuvens.com.br/recm/article/view/3107>. Acesso em: 19 ago. 2025.

RIBEIRO, J. L. p. ; VERDEAUX, M. de F.S. Uma Investigação da Influência da Reconceitualização das Atividades Experimentais Demonstrativas no Ensino da Óptica no Ensino Médio. **Investigações em Ensino de Ciências**, [S. I.], v. 18, n. 2, p. 239-262, 2016. Disponível em: <https://ienci.if.ufrgs.br/index.php/ienci/article/view/129>. Acesso em: 21 jan. 2024.

RICHARDSON, R. J. **Pesquisa Social: Métodos e Técnicas**. São Paulo: Atlas, 1989.

ROSA, C.; ROSA, A. Ensino de Física: objetivos e imposições no ensino médio. **Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias**, vol. 4, n. 1, 2005. Disponível em: http://reec.uvigo.es/volumenes/volumen04/ART2_Vol4_N1.pdf. Acesso em: 24 jan. 2024.

SASSERON, L. H.; CARVALHO, A. M. p. Alfabetização Científica Desde as Primeiras Séries do Ensino Fundamental - Em Busca de Indicadores Para a Viabilidade da Proposta. **Atas Eletrônica do XVII SNEF - Simpósio Nacional de Ensino de Física**, São Luiz, p. 1-10, 2007.

SASSERON, L. H.; CARVALHO, A. M. p. Almejando a Alfabetização Científica no Ensino Fundamental: A Proposição e a Procura de Indicadores do Processo. **Investigações em Ensino de Ciências**, [S. I.], v. 13, n. 3, p. 333-352, 2016. Disponível em: <https://ienci.if.ufrgs.br/index.php/ienci/article/view/445>. Acesso em: 21 ago. 2025.

SASSERON, L. H.; SILVA, F. C.; NASCIMENTO, L. DE A. Ciências da Natureza na BNCC: uma análise com foco nos domínios do conhecimento científico. **Pro-Posições**, v. 36, p. e2025c0602BR, 2025. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/1980-6248-2024-0060BR>. Acesso em: 22 Ago. 2025.

SCHRÖDER, K. p. ; LÜTHEN, H. **Astrofotografia**. In: ROTH, G. (Ed.). *Manual de Astronomia Prática*. Springer, Berlim, Heidelberg, 2009. Disponível em: https://doi.org/10.1007/978-3-540-76379-6_6. Acesso em: 02 jan. 2024.

SIEMSEN, G. H.; LORENZETTI, L. O Ensino de Astronomia e a alfabetização científica e tecnológica: uma abordagem no Ensino Médio. **Revista Areté | Revista Amazônica de Ensino de Ciências**, [S.I.], v. 14, n. 28, p. 137-151, nov. 2020. ISSN 1984-7505. Disponível em: <https://periodicos.uea.edu.br/index.php/arete/article/view/1991>. Acesso em: 21 maio 2024.

SILVA JÚNIOR, S. D.; COSTA, F. J. Mensuração e Escalas de Verificação: uma Análise Comparativa das Escalas de Likert e *Phrase Completion*. **Revista Brasileira de Pesquisas de Marketing, Opinião e Mídia**, v. 15, p. 1-16, 2014. Disponível em: https://revistapmkt.com.br/wp-content/uploads/2022/01/1_Mensuracao-e-Escalas-de-Verificacao-uma-Analise-Comparativa-das-Escalas-de-Likert-e-Phrase-Completion-1.pdf. Acesso em: 24 jan. 2024.

SLOVINSCKI, L.; ALVES-BRITO, A.; MASSONI, n. T. Um diagnóstico da formação inicial de professores da área de ciências da natureza na perspectiva do ensino de astronomia. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 45, p. e20230110, 2023. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rbef/a/8kgj83LyvCsYYxtDm6yWW3R/?format=pdf&lang=pt>. Acesso em: 24 abr. 2024.

TEIXEIRA, A. F.; COSTA, G. F.; NADER NETO, J.; ARMOND, A. C. M. M. Z.; TORRES, K. B. v. Técnicas de Captura e Processamento de Astrofotografias utilizando equipamentos de baixo custo: uma metodologia para o Ensino de Astronomia. **Revista Latino-Americana de Educação em Astronomia**, São Carlos (SP), n. 31, p. 37-65, 2021. DOI: 10.37156/RELEA/2021.31.037. Disponível em: <https://www.relea.ufscar.br/index.php/relea/article/view/539>. Acesso em: 24 jan. 2024.

TESTONI, L. A.; SOUZA, p. H.; NAKAMURA, E.; PAULA, S. M. Histórias em quadrinhos nas aulas de física: uma proposta de ensino baseada na enculturação científica. **Atas do Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências**, p. 1-8, 2013. Disponível em: https://abrapec.com/atas_enpec/ixenpec/atas/resumos/R0893-1.pdf. Acessado em: 21 Ago. 2025.

TREVISAN, E. J. A importância da astronomia amadora e o trabalho da REA no Brasil. **Revista CIÊNCIAONLINE**, ano 03, n. 9, fev. 2004. Disponível em: <http://www.cienciaonline.com.br>. Acesso em: 03 nov. 2023.

VASCONCELOS, F. E. O.; SARAIVA, M. F. O. O estudo da Astronomia e a motivação para o ensino de Física na educação básica. **II Simpósio Nacional de Educação em Astronomia - II SNEA 2012** - São Paulo, SP, 2012. Disponível em: https://www.sab-astro.org.br/wp-content/uploads/2017/03/SNEA2012_TCP29.pdf. Acesso em: 17 nov. 2023.

ZABALA, A. **A Prática Educativa:** Como educar. Porto Alegre.