
INFORMATIVO

DO OBSERVATÓRIO DIDÁTICO DE ASTRONOMIA

ISSN 2317-0948

vol. 6, nº1 (2026)



OBSERVATÓRIO DIDÁTICO DE ASTRONOMIA
"LIONEL JOSÉ ANDRIATTO" - UNESP DE BAURU

Informativo do Observatório Didático de
Astronomia. - Vol. 1, n.1 (2013)-. - Bauru :
Universidade Estadual Paulista (UNESP),
Faculdade de Ciências, Observatório Didático
de Astronomia, 2013-
1 recurso online : il

Periodicidade: Semestral
Periodicidade anterior: Trimestral
Publicação suspensa entre janeiro de 2017 e
junho de 2026
ISSN 2317-0948

1. Astronomia. 2. Educação. I. Universidade
Estadual Paulista (UNESP), Faculdade de Ciências,
Observatório Didático de Astronomia.

IODA-Informativo do Observatório Didático de Astronomia

ISSN 2317-0948

Publicação gratuita do Observatório Didático de Astronomia “Lionel José Andriatto” da UNESP Bauru

<https://www.fc.unesp.br/observatorio/atividades/ioda/>

Edição do solstício de junho, vol. 6, nº1 (2026)

EDITOR RESPONSÁVEL

Prof. Dr. Rodolfo Langhi (UNESP)

CORPO EDITORIAL

Profa. Ms. Elizandra Daneize dos Santos

Prof. Ms. Gleyson Miranda de Souza

Profa. Ms. Thayná Cristina Dias e Dias

Profa. Ms. Jaqueline de Souza Valdemiro Campos

Eduardo Gustavo Esbizera (graduando em Física Unesp)

Matheus Agenor Gomes da Costa (mestrando em Astrofísica INPE)

CONSELHO CIENTÍFICO

Prof. Dr. Lucas Guimarães Barros (UFOB)

Prof. Dr. Fábio Matos Rodrigues (UFT)

Profa. Dra. Gleici Kelly de Lima (Polo Astronômico Videira)

Prof. Dr. Rodolfo Langhi (UNESP)

ENDEREÇO

Observatório Didático de Astronomia “Lionel José Andriatto”

Depto. de Física e Meteorologia - Faculdade de Ciências - UNESP

Av. José Sandrin, s/n - Bauru - SP - Brasil | CEP 17048-699

obsbauru@gmail.com | (14) 3103-6030

SOBRE O IODA

O Informativo do Observatório Didático de Astronomia (IODA) tem o objetivo de divulgar as produções científicas de pesquisa na área de Educação em Astronomia, o que envolve o escopo de artigos nas linhas temáticas semelhantes às do Simpósio Nacional de Educação em Astronomia (SNEA): processos cognitivos de ensino e aprendizagem em astronomia; materiais, métodos recursos didáticos e estratégias de ensino de astronomia; seleção e organização do conhecimento, currículo, programas, política e sociedade; formação de professores, prática docente, características e concepções do professor; diversidades étnico-raciais, culturais e de gênero; história e filosofia do ensino da astronomia; divulgação/difusão, popularização da astronomia e educação não-formal; astronomia amadora; ciência cidadã. Se você possui relatos de experiências ou desenvolve pesquisas em algumas destas temáticas, envie-nos um artigo, seguindo atentamente as instruções no site do nosso Observatório: <http://unesp.br/astronomia> ou [clique aqui](#) para acessar o template.

copyright © by autores

Todos os direitos desta edição reservados IODA-Informativo do Observatório Didático de Astronomia

É permitida a reprodução para fins educacionais desde que mencionadas as fontes

Sumário

APRESENTAÇÃO.....	5
COMPARANDO CORES DE ESTRELAS COM UMA AMOSTRA DE DADOS DO SLOAN DIGITAL SKY SURVEY.....	6
ALFABETIZAÇÃO CIENTÍFICA EM ASTRONOMIA NO ENSINO MÉDIO: O ESTUDO DA ESTRELA VARIÁVEL ETA AQUILAE.....	13
DESENVOLVIMENTO DE UM PIPELINE EM PYTHON PARA DETERMINAÇÃO AUTOMÁTICA DA IDADE E DISTÂNCIA DE AGLOMERADOS ESTELARES A PARTIR DE DADOS FOTOMÉTRICOS DO SLOAN DIGITAL SKY SURVEY.....	29
UMA ABORDAGEM VISUAL PARA A EXPLORAÇÃO DOS DADOS EXTRAGALÁCTICOS DA MISSÃO GAIA.....	44
ANÁLISE ESTATÍSTICA DA ESTRUTURA ESPACIAL E DA EVOLUÇÃO DE AGLOMERADOS ESTELARES COM DADOS DA MISSÃO GAIA.....	59
VISUALIZANDO PADRÕES TEMPORAIS DO SOL: O USO DE DADOS ASTRONÔMICOS REAIS NO ENSINO DE ASTRONOMIA.....	68
ASTRONOMIA NO ENSINO FUNDAMENTAL: UMA ABORDAGEM MEDIADA POR TECNOLOGIAS DIGITAIS.....	81
O ESTUDO DE ASTRONOMIA VINCULADO À ABORDAGEM "INGLÊS PARA FINS ESPECÍFICOS": POSSIBILIDADES VANTAJOSAS NO ENSINO MÉDIO.....	89
HISTÓRIAS EM QUADRINHOS COMO SUPORTE NO ENSINO DE FÍSICA: PROMOVEDO A APRENDIZAGEM DE CONCEITOS DE ASTRONOMIA E DE ELETROMAGNETISMO.....	104
ASTRONOMIA COMO TEMA MOTIVADOR NAS AULAS DE MATEMÁTICA.....	109
AS PRINCIPAIS METODOLOGIAS ATIVAS COMO INSTRUMENTO PEDAGÓGICO NO PROCESSO DE ENSINO DE ASTRONOMIA.....	124
PRODUÇÃO DE MATERIAIS DIDÁTICOS ACESSÍVEIS PARA ALUNOS SURDOS NA EJA: CONTRIBUIÇÕES DE UM PROJETO DE EXTENSÃO PARA O DESENVOLVIMENTO DO CONTEÚDO DE ASTRONOMIA.....	133

APRESENTAÇÃO

É com grande satisfação que apresentamos aos nossos leitores o volume 6, número 1 do Informativo do Observatório Didático de Astronomia (IODA), marcando o retorno desta publicação após um período de interrupção de suas atividades editoriais. O relançamento do IODA representa não apenas a retomada de um espaço dedicado à divulgação de pesquisas e experiências em Educação em Astronomia, mas também a reafirmação do compromisso do Observatório Didático de Astronomia “Lionel José Andriatto”, da UNESP de Bauru, com a produção, circulação e democratização do conhecimento científico.

Desde sua criação, o IODA tem buscado aproximar pesquisadores, professores da Educação Básica e Superior, estudantes, astrônomos amadores e demais interessados na área, constituindo-se como um espaço de diálogo entre a pesquisa acadêmica e as práticas educativas relacionadas à Astronomia. Em um contexto em que a divulgação científica e a formação para a cidadania científica tornam-se cada vez mais necessárias, a retomada deste periódico assume especial relevância.

O presente número reúne trabalhos que evidenciam a riqueza e a diversidade temática da Educação em Astronomia contemporânea. Os artigos aqui publicados abordam desde investigações envolvendo dados astronômicos reais obtidos por grandes levantamentos internacionais, como o Sloan Digital Sky Survey (SDSS) e a missão Gaia, até propostas voltadas à alfabetização científica, ciência cidadã, observação de estrelas variáveis, desenvolvimento de ferramentas computacionais, visualização de dados astronômicos e aplicações da Astronomia no ensino de Ciências, Física e Matemática.

Também compõem esta edição estudos que exploram o potencial das tecnologias digitais, das metodologias ativas, da interdisciplinaridade com o ensino de Língua Inglesa, do uso de histórias em quadrinhos como recurso didático e da produção de materiais acessíveis para estudantes surdos, evidenciando a preocupação dos autores com práticas educacionais inclusivas e inovadoras.

Outro aspecto que merece destaque é a significativa participação de estudantes de graduação, pós-graduação e da Educação Básica em projetos de pesquisa e iniciação científica, demonstrando o potencial formativo da Astronomia como área mobilizadora de conhecimentos, habilidades investigativas e interesse pela Ciência. Muitos dos trabalhos publicados nesse volume são frutos de atividades desenvolvidas no âmbito do Observatório Didático de Astronomia da UNESP e de instituições parceiras, reforçando a importância dos espaços formais e não formais de educação para a formação científica.

Agradecemos a todos os autores que confiaram seus trabalhos ao IODA, aos pareceristas (especialmente Jaqueline Campos pelas cuidadosas revisões) e colaboradores que contribuíram para a qualidade desta edição, bem como aos leitores que acompanham e incentivam esta iniciativa. Esperamos que os artigos aqui apresentados possam inspirar novas pesquisas, projetos educacionais e ações de divulgação científica, fortalecendo cada vez mais a Educação em Astronomia no Brasil.

Desejamos a todos uma excelente leitura!

Rodolfo Langhi

Editor Responsável

*IODA – Informativo do Observatório Didático de Astronomia
Observatório Didático de Astronomia “Lionel José Andriatto” – UNESP Bauru*

COMPARANDO CORES DE ESTRELAS COM UMA AMOSTRA DE DADOS DO SLOAN DIGITAL SKY SURVEY

COMPARING STAR COLORS USING A SAMPLE OF DATA FROM THE SLOAN DIGITAL SKY SURVEY

Renan Magalhães Braz

UNESP Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho", Faculdade de Ciências,
Departamento de Física e Meteorologia, Curso de Física, r.braz@unesp.br

Resumo: O presente trabalho tem como objetivo investigar a relação entre a cor e a temperatura superficial das estrelas por meio da construção de um diagrama cor-magnitude simplificado, utilizando dados fotométricos públicos do Sloan Digital Sky Survey (SDSS). Foram coletadas magnitudes aparentes nas bandas g e r de uma amostra de 200 estrelas, selecionadas a partir de critérios fotométricos disponíveis no SkyServer. A partir desses valores, calculou-se o índice de cor ($g-r$), utilizado como indicador da temperatura estelar. Com esses parâmetros, foi elaborado um gráfico de dispersão relacionando o índice de cor e a magnitude aparente g , permitindo avaliar a tendência geral da amostra. Os resultados mostraram que a magnitude média da amostra é 18,63 e que o índice de cor médio é 0,97. Observou-se também uma correlação muito fraca entre a cor e o brilho aparente, coerente com o fato de que magnitudes aparentes dependem fortemente da distância, não considerada nesta análise. Embora o diagrama obtido não represente uma sequência principal completa, ele evidencia a distribuição típica de estrelas observadas em catálogos fotométricos. Conclui-se que a relação entre cor e temperatura pode ser identificada qualitativamente, e recomenda-se, para estudos futuros, a inclusão de magnitudes absolutas via dados de distância do Gaia.

Palavras-chave: estrelas; fotometria; cor estelar; diagrama HR; SDSS.

Abstract: This work aims to investigate the relationship between stellar color and surface temperature through the construction of a simplified color-magnitude diagram using public photometric data from the Sloan Digital Sky Survey (SDSS). Apparent magnitudes in the g and r bands were collected for a sample of 200 stars selected using photometric criteria available in the SkyServer database. From these values, the color index ($g-r$) was computed as an indicator of stellar temperature. Using these variables, a scatter plot relating the color index to the apparent magnitude g was produced to evaluate the general trend of the sample. The results show that the mean magnitude of the sample is 18.63 and the mean color index is 0.97. A very weak correlation between color and apparent brightness was observed, consistent with the fact that apparent magnitudes depend strongly on distance, which was not considered in this analysis. Although the resulting diagram does not represent a full main sequence, it reproduces typical distributions found in photometric sky surveys. The study concludes that the color-temperature relation can be qualitatively identified, and future work should include absolute magnitudes using Gaia distance measurements.

Keywords: stars; photometry; HR diagram; stellar evolution.



INTRODUÇÃO

A compreensão das estrelas esteve sempre no centro das investigações astronômicas. Desde as primeiras civilizações, a diversidade de cores observadas no céu noturno despertou questionamentos sobre a natureza desses astros. Com o desenvolvimento da Astrofísica, verificou-se que a cor de uma estrela não é apenas uma característica visual, mas um indicador físico diretamente associado à sua temperatura superficial. Dessa forma, o estudo da relação entre cor e temperatura estelar tornou-se um recurso fundamental para compreender os processos de formação, evolução e classificação das estrelas.

O Diagrama de Hertzsprung-Russell (HR), desenvolvido no início do século XX, constitui-se como uma das principais ferramentas da astronomia observacional. Ele permite relacionar luminosidade e temperatura superficial, organizando as estrelas em diferentes regiões no gráfico que correspondem a distintas fases evolutivas. Embora a construção completa do diagrama exija medições mais complexas, como magnitudes absolutas e classificações espectrais, versões simplificadas podem ser obtidas a partir da fotometria em diferentes filtros. Isso possibilita ao estudante observar padrões fundamentais do comportamento estelar com o uso de dados acessíveis em catálogos astronômicos modernos.

Neste contexto, o presente trabalho propõe a construção de um minidiagrama HR utilizando dados reais do Sloan Digital Sky Survey (SDSS), um dos maiores levantamentos fotométricos já realizados. A questão de pesquisa que orienta este estudo é: *as estrelas mais azuladas são realmente mais quentes que as estrelas mais avermelhadas?* Tal questionamento, embora apresente aparente simplicidade, sintetiza um conceito central da astrofísica estelar e permite que se estabeleça uma ponte entre observações astronômicas e interpretação física.

A relevância desta investigação reside no fato de que compreender a relação entre cor e temperatura estelar é essencial não apenas para classificar estrelas, mas também para inferir informações sobre sua idade, massa e estágio evolutivo. Além disso, o exercício de construir um gráfico cor-magnitude a partir de dados públicos aproxima o aluno do trabalho científico, ao permitir que ele vivencie as etapas de coleta, organização e análise de dados astronômicos.

OBJETIVOS

- Coletar magnitudes de estrelas em diferentes filtros disponibilizados pelo SDSS;
- Calcular índices de cor, em especial ($g-r$), a partir das magnitudes obtidas;
- Construir um gráfico cor-magnitude, como versão simplificada do diagrama HR;
- Analisar a relação entre a cor das estrelas e sua temperatura superficial;
- Verificar se os dados coletados confirmam a hipótese de que estrelas azuladas são mais quentes que as avermelhadas.

FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

A cor das estrelas é um dos aspectos mais visíveis de sua radiação e está diretamente ligada à sua temperatura superficial. Esse entendimento foi consolidado ao longo do século XX, principalmente a partir dos estudos em espectroscopia



estelar. De acordo com Carroll e Ostlie (2017), a radiação emitida por uma estrela pode ser descrita pela Lei de Planck, onde a distribuição de energia em diferentes comprimentos de onda depende da temperatura efetiva.

Assim, estrelas mais quentes emitem mais fortemente no azul, enquanto estrelas mais frias apresentam maior intensidade no vermelho. A classificação espectral das estrelas foi desenvolvida no Observatório de Harvard no final do século XIX e início do século XX, resultando no sistema atual que organiza as estrelas nas classes O, B, A, F, G, K e M, em ordem de temperatura decrescente (Morgan; Keenan; Kellman, 1943). Esse esquema, amplamente aceito, consolidou a relação entre cor, temperatura e características espectrais das estrelas.

Um marco fundamental no estudo da evolução estelar foi o desenvolvimento do Diagrama de Hertzsprung-Russell (HR), de forma independente por Ejnar Hertzsprung e Henry Norris Russell, no início do século XX. Esse diagrama representa luminosidade versus temperatura (ou cor) e organiza as estrelas em regiões distintas, como a sequência principal, gigantes e anãs brancas, conforme descrito na literatura clássica de astrofísica estelar (Carroll & Ostlie, 2017; Binney & Merrifield, 1998). Desde então, o diagrama HR tornou-se uma ferramenta indispensável na Astrofísica, permitindo compreender a estrutura interna e os estágios evolutivos estelares.

A magnitude aparente, parâmetro essencial neste trabalho, é uma medida do brilho observado de uma estrela no céu. O conceito de magnitude foi introduzido por Hiparco no século II a.C., mas modernamente foi formalizado em uma escala logarítmica (Pogson, 1856). A fotometria normalmente é realizada em diferentes filtros de cores, como as bandas u, g, r, i, z (estas letras minúsculas correspondem a uma pequena faixa, ou banda, de comprimentos de onda da luz que chega no sensor do telescópio). Os dados para nossa pesquisa foram obtidos por estes filtros instalados no telescópio Sloan Digital Sky Survey (SDSS) e possibilitaram a determinação de índices de cor que atuam como indicadores da temperatura estelar (York et al., 2000; Fukugita et al., 2010).

Estudos contemporâneos reforçam a importância da fotometria multibanda para o ensino e a pesquisa em Astrofísica (Babusiaux et al., 2018). Como destacam Binney e Merrifield (1998), a análise de cores e magnitudes fornece informações diretas não apenas sobre a temperatura, mas também sobre a idade e a composição química das estrelas. Nesse sentido, exercícios acadêmicos que envolvem a construção de diagramas cor–magnitude a partir de dados públicos contribuem para aproximar o estudante da prática científica real (Romanishin, 2002; Kaur & Joshi, 2022).

Dessa forma, a literatura mostra de forma consistente que a cor estelar é um parâmetro físico confiável para inferir a temperatura superficial das estrelas (Worthey & Lee, 2011). A utilização de catálogos modernos, como o SDSS, permite replicar em escala reduzida o processo de construção do diagrama HR, consolidando a relação entre cor, brilho e evolução estelar.

METODOLOGIA

O presente trabalho caracteriza-se como uma pesquisa de natureza exploratória e quantitativa, fundamentada na utilização de dados secundários obtidos por meio de um levantamento fotométrico astronômico. O objetivo



metodológico é construir um minidiagrama de Hertzsprung-Russell (HR) simplificado a partir de magnitudes de estrelas disponíveis no Sloan Digital Sky Survey (SDSS).

A coleta de dados foi realizada no SkyServer, plataforma oficial de acesso público aos dados do SDSS. A ferramenta utilizada foi o Navigate Tool, que possibilita a exploração de diferentes regiões do céu. Em cada campo analisado, os objetos foram inspecionados na aba Explore, sendo selecionados apenas aqueles classificados como Star, conforme a categorização fotométrica disponibilizada pelo banco de dados.

Para cada estrela escolhida, foram registrados os valores de magnitude aparente nas bandas fotométricas u, g, r, i e z, correspondentes ao sistema de filtros do SDSS. Esses valores foram organizados em uma planilha eletrônica (Excel ou Google Sheets), onde foi construída uma tabela contendo o identificador do objeto, suas magnitudes e anotações adicionais pertinentes. A partir dos dados brutos, foi calculado o índice de cor ($g-r$), definido pela diferença entre as magnitudes nas bandas g e r.

O tratamento e análise dos dados se deram em duas etapas. Primeiramente, os índices de cor foram utilizados como variável independente, representando a coloração estelar. Em seguida, a magnitude g foi adotada como parâmetro de brilho aparente. Com essas variáveis, foi elaborado um gráfico de dispersão cor-magnitude, em que o eixo X corresponde ao índice de cor $g-r$ e o eixo Y representa a magnitude g, ajustado em escala invertida para refletir corretamente a luminosidade observada (estrelas mais brilhantes com menores magnitudes posicionadas na parte superior do gráfico).

A metodologia, portanto, baseia-se na aplicação da fotometria multibanda como instrumento de investigação, permitindo relacionar cor e temperatura estelar. Essa abordagem viabiliza a obtenção de um minidiagrama HR simplificado, capaz de evidenciar a tendência evolutiva fundamental: estrelas mais azuladas apresentando maiores temperaturas e luminosidades, em contraste com estrelas avermelhadas de menor temperatura.

ANÁLISES DE DADOS E RESULTADOS

A amostra foi obtida do catálogo SDSS por meio de consulta SQL. Após excluir linhas com magnitudes ausentes, restaram 200 objetos classificados como estrelas. O índice de cor ($g-r$) foi calculado como diferença entre as magnitudes nas bandas g e r. Dividiu-se a amostra em três faixas de cor: azul ($g-r < 0.3$), intermediária ($0.3 \leq g-r \leq 1.0$) e vermelha ($g-r > 1.0$) seguindo critérios usuais em estudos fotométricos (Fukugita et al., 2010). A amostra concentrou-se majoritariamente na faixa intermediária, com 139 objetos, seguida pela vermelha (60) e apenas 1 estrela na faixa azul.



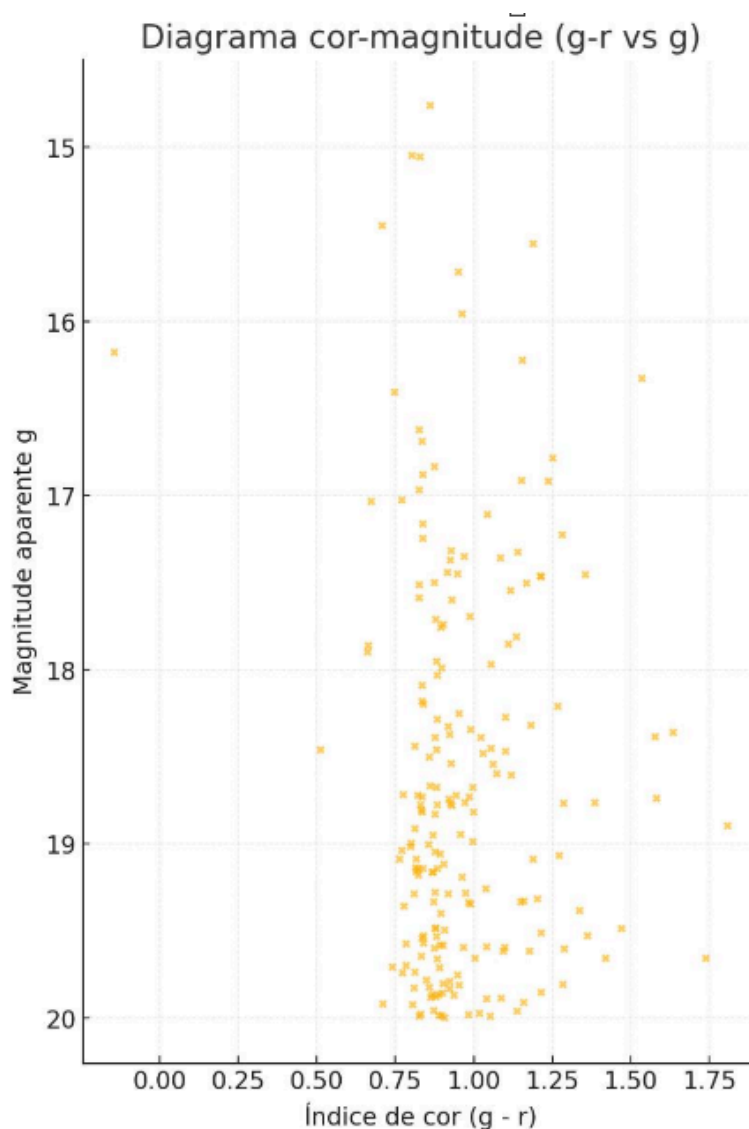


Figura 01: Diagrama cor-magnitude ($\bar{g-r}$ vs $\bar{g}$) para a amostra de 200 estrelas do SDSS.

A magnitude $\bar{g}$ média encontrada foi 18.63 (desvio padrão 1.14). O índice de cor médio ($\bar{g-r}$) foi 0.966 (desvio 0.214). A correlação de Pearson entre $\bar{g}$ e $\bar{g-r}$ foi 0.049, indicando ausência de relação linear forte entre brilho aparente e cor. Isso é esperado, pois a magnitude aparente depende também da distância, que não foi considerada nesta análise. Observou-se que as faixas de cor intermediária e vermelha apresentaram valores médios de $\bar{g}$ similares, evidenciando a influência da distância na dispersão vertical do diagrama.

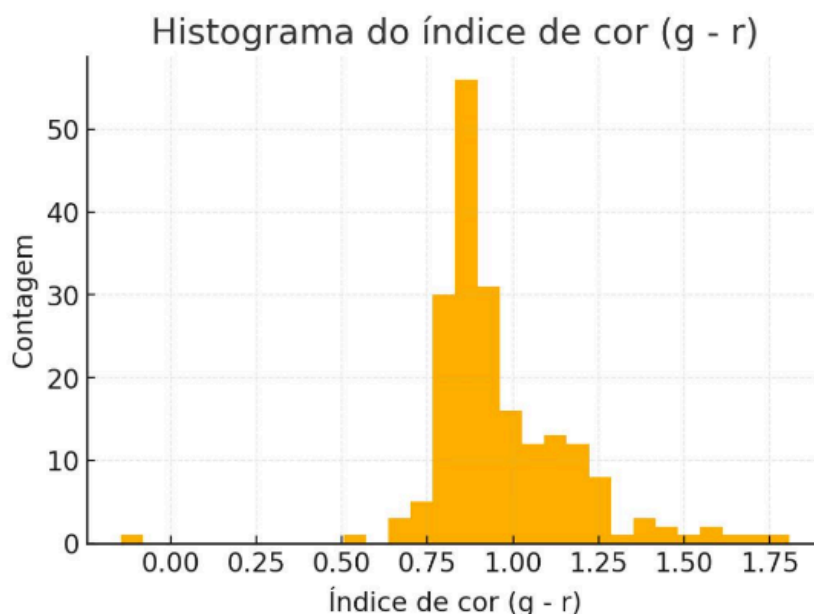


Figura 02: Histograma do índice de cor ($g-r$) da amostra.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O estudo permitiu construir um diagrama cor–magnitude simples utilizando dados públicos do SDSS. A análise demonstrou a relação qualitativa entre cor e temperatura estelar, bem como a limitação de usar magnitudes aparentes para inferir luminosidade intrínseca. Para trabalhos futuros, recomenda-se cruzar o catálogo com dados do Gaia, aplicar correção de extinção interestelar e calcular magnitudes absolutas, possibilitando a identificação clara da sequência principal e outras estruturas do diagrama HR.

REFERÊNCIAS

- BABUSIAUX, C. et al. Gaia Data Release 2: Observational Hertzsprung–Russell diagrams. **Astronomy & Astrophysics**, v. 616, A10, 2018. DOI: <https://doi.org/10.1051/0004-6361/201832843>.
- BINNEY, J.; MERRIFIELD, M. **Galactic Astronomy**. Princeton: Princeton University Press, 1998.
- CARROLL, B. W.; OSTLIE, D. A. **An Introduction to Modern Astrophysics**. 2. ed. Cambridge: Cambridge University Press, 2017.
- FUKUGITA, M.; YASUDA, N.; DOI, M.; GUNN, J. E.; YORK, D. G. Characterisation of Sloan Digital Sky Survey stellar photometry. **Astronomical Journal**, v. 139, n. 4, p.1566–1587, 2010. DOI: <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/0004-6256/141/2/47/meta>
- KAUR, P.; JOSHI, P. S. Fundamentals of differential and all-sky aperture photometry analysis for an open cluster. **International Journal of Research in Engineering, Science and Management**, v. 5, n. 9, p. 33–39, 2022. DOI: <https://arxiv.org/abs/2209.03015>

MORGAN, W. W.; KEENAN, P. C.; KELLMAN, E. **An Atlas of Stellar Spectra**. Chicago: University of Chicago Press, 1943.

POGSON, N. R. Magnitudes of thirty-six of the minor planets for the first day of each month of the year 1857. **Monthly Notices of the Royal Astronomical Society**, v. 17, p. 12–15, 1856.

ROMANISHIN, W. **An introduction to astronomical photometry using CCDs**. 2002. Disponível em: <https://www1.phys.vt.edu/~jhs/phys3154/CCDPhotometryBook.pdf>. Acesso em: 27 set. 2025.

WORTHEY, G.; LEE, H. An empirical UBVRIJHK color–temperature calibration. **Astrophysical Journal Supplement Series**, v. 193, n. 1, p. 1–13, 2011. DOI: <https://doi.org/10.1088/0067-0049/193/1/1>

YORK, D. G. et al. The Sloan Digital Sky Survey: Technical Summary. **The Astronomical Journal**, v. 120, p. 1579–1587, 2000.

Como citar este artigo (ABNT):

BRAZ, R. M. Comparando cores de estrelas com uma amostra de dados do Sloan Digital Sky Survey. **Informativo do Observatório Didático de Astronomia (IODA)**, v. 6, n.1, p. 6-12, jun 2026.



ALFABETIZAÇÃO CIENTÍFICA EM ASTRONOMIA NO ENSINO MÉDIO: O ESTUDO DA ESTRELA VARIÁVEL ETA AQUILAE

SCIENTIFIC LITERACY IN ASTRONOMY IN HIGH SCHOOL: THE STUDY OF THE VARIABLE STAR ETA AQUILAE

Julia Roberta Siqueira

UNESP Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho", Colégio Técnico Industrial, Curso de Mecânica, julia.roberta@unesp.br

Resumo: *Este artigo apresenta um recorte de uma pesquisa mais ampla que investiga os efeitos da participação de alunos do ensino médio em projetos de ciência cidadã, com foco no estudo de estrelas variáveis, como caminho para a alfabetização científica. Diante da escassez de conteúdos de Astronomia nas escolas, da formação deficiente de professores e da crescente desinformação e desvalorização da Ciência, a pesquisa aqui relatada promove o contato direto com o método científico por meio da observação astronômica. A atividade envolveu etapas de observações sistemáticas da estrela variável eta Aquilae, coleta de dados visuais e fotográficos, análise de curvas de luz e estimativas de magnitudes com auxílio de softwares especializados. Os resultados apontam para um processo efetivo de alfabetização científica, uma vez que o estudo sobre as estrelas durante o ensino médio aborda conteúdos conceituais de Física, Matemática e Astronomia, além de conteúdos atitudinais e procedimentais, pois a atividade partiu da observação e coleta de dados de estrelas reais – não de simulações ou laboratórios didáticos. Esse processo da metodologia científica é essencial para o estudante da Educação Básica compreender como o conhecimento científico se desenvolve e contribui para a valorização da Ciência.*

Palavras-chave: Educação em Astronomia; alfabetização científica; estrelas variáveis.

Abstract: *This article presents a section of a broader research project investigating the effects of high school students' participation in citizen science projects, focusing on the study of variable stars, as a path to scientific literacy. Given the scarcity of astronomy content in schools, the deficient training of teachers, and the growing misinformation and devaluation of science, the research reported here promotes direct contact with the scientific method through astronomical observation. The activity involved stages of systematic observations of the variable star eta Aquilae, collection of visual and photographic data, analysis of light curves, and magnitude estimates using specialized software. The results point to an effective process of scientific literacy, since the study of stars during high school addresses conceptual content from Physics, Mathematics, and Astronomy, as well as attitudinal and procedural content, because the activity started from the observation and collection of data from real stars – not from simulations or didactic laboratories. This process of scientific methodology is essential for students in basic education to understand how scientific knowledge develops and contributes to the appreciation of science.*

Keywords: Astronomy education; scientific literacy; variable stars.

INTRODUÇÃO

O estudo de temas sobre Astronomia, tais como a evolução das estrelas, no ensino de sala de aula nas escolas é quase nula ou pouco trabalhada (Langhi, 2012; Langhi, 2016), causando uma grande defasagem de conhecimentos científicos sobre as estrelas e o universo em geral. Por outro lado, autores como



Chassot (2003), Auler e Delizoivoc (2001), Sasseron e Carvalho (2011) mostram a importância da alfabetização científica na educação formal, pois, segundo eles, o não alfabetizado científico não sabe ler o universo. É neste contexto que emerge a seguinte questão de pesquisa: como conduzir episódios de alfabetização científica em Astronomia no Ensino Médio a partir do estudo de uma estrela variável? Esta pesquisa visa articular a alfabetização científica com um projeto de ciência cidadã, a partir de uma proposta de atividade de observação de estrelas variáveis por alunos do Ensino Médio, baseando-se em publicações semelhantes (Machado, 2019; Napoleão, 2018). Apresentamos neste trabalho o caso de apenas uma das alunas participantes a fim de exemplificar os resultados obtidos com a estrela η Aquilae.

FUNDAMENTAÇÃO

O estudo de estrelas variáveis representa uma possibilidade de aprendizagem no âmbito da ciência cidadã que pode levar à alfabetização científica de alunos de ensino médio, seguindo as orientações da AAVSO (American Association of Variable Star Observers), o maior órgão do mundo nesta área. Justifica-se esta asserção pelo fato de o aluno envolver-se com o método científico básico, ao realizar observações, registrar medidas, coletar e tabular seus dados, reduzir e analisá-los, comparar com outros observadores (astrônomos amadores e profissionais), usar o ferramental matemático com seus próprios dados coletados, elaborar hipóteses, escrever um relatório científico e apresentar em congressos ou publicar em periódicos.

Estrelas variáveis alteram seu brilho ao longo do tempo, de forma periódica ou não. A variação de brilho (magnitude) ocorre basicamente por dois motivos: variações decorrentes de fatores relacionados à própria estrutura física das estrelas, ou variações decorrentes de fatores externos à constituição física estelar (Edgar, 2018). A nossa galáxia contém 300 bilhões de estrelas aproximadamente (ou mais) mas talvez menos de um milésimo delas sejam variáveis.

A primeira estrela variável descoberta foi Mira, da constelação Cetus ou Baleia. Esta estrela foi descoberta em 1595 a olho nu pelo astrônomo alemão David Fabricius, que notou uma variação em seu brilho; em um momento a estrela quase não brilhava, mas em poucos dias começou a brilhar mais do que as estrelas que a cercavam e depois, novamente perdeu seu brilho.

Uma estrela pode passar pelo estágio de variável em uma escala de tempo muito curta se considerarmos todo seu processo evolutivo, que é da ordem de bilhões de anos para uma estrela de massa equivalente a do Sol. Mas, ao recensear as estrelas variáveis conhecidas, compreendendo os processos físicos determinados pelo modo como variam suas magnitudes, é possível produzir novos conhecimentos sobre a estrutura e a evolução das estrelas de forma geral, pois as razões de diversos padrões de comportamento estelar ainda são completamente desconhecidas (AAVSO, 2011).

Estrelas variáveis requerem observações contínuas ao longo do tempo para avaliação de mudanças de curto, médio e longo prazos. A avaliação de magnitude pode ser realizada de forma visual direta, com a utilização de instrumental relativamente simples ou mesmo a olho nu (Napoleão, 2018). Algumas centenas de variáveis são brilhantes o suficiente para serem acompanhadas com binóculos 7x50, muitas delas situadas no hemisfério celeste austral, onde o número de



observações é reduzido quando se compara ao boreal (Napoleão, 2018), por isso, a importância deste trabalho.

No caso da estrela Mira, observar sua variação de luz foi relativamente fácil, já que era perfeitamente visível a olho nu; mas, não é sempre que isso acontece com a maior parte das estrelas variáveis. Uma ferramenta bastante usada é o telescópio juntamente com um fotômetro ou câmera digital que, ao direcioná-lo a uma estrela, podemos ver a sua magnitude visual a cada dia. Quanto menor o valor numérico da magnitude de uma estrela, maior o seu brilho. Por exemplo: uma estrela com magnitude visual de 3,0 é mais brilhante do que uma estrela de magnitude 4,5.

Ao registrar diariamente a variação do brilho da estrela, obtém-se um gráfico chamado Curva de Luz, que mostra a variação da magnitude em função do tempo. Muitas vezes, é muito difícil notar a variação da magnitude a olho nu, já que a maioria tem uma mudança muito sutil. O formato da curva de luz varia bastante de uma estrela para outra. As estrelas zeta Geminorum e Algol são um bom exemplo; sendo a primeira com pouca variação de magnitude (3,5 a 4,0) e Algol com uma variação de magnitude mais aparente (2,0 a 3,5).

Estrelas variáveis extrínsecas são aquelas cuja variação de seu brilho é causada por fatores externos. Um exemplo são as estrelas binárias eclipsantes, quando duas estrelas orbitam uma em torno da outra e em um certo momento uma estrela passa na frente da outra. Em alguns casos, as estrelas estão tão longe de nós que parecem ser apenas uma única estrela a olho nu. É o caso da estrela Algol, também conhecida como “A cabeça da Medusa”. À medida que uma estrela de brilho diferente passa na frente e atrás da outra estrela, nós daqui da Terra notamos uma variação do seu brilho conjunto de modo periódico.

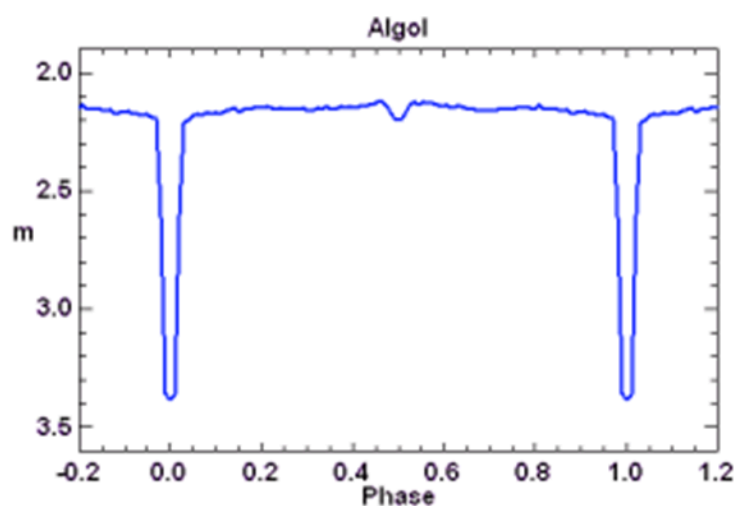


Figura 01: Gráfico da curva de luz da estrela Algol (fonte: Observatoire de Paris).

Outro tipo de variáveis extrínsecas são as nebulares, estrelas que estão dentro de uma nuvem de gás e poeira que, por causa de sua movimentação e sua mudança de densidade, nos dá a impressão de que o brilho da estrela muda. Outro fator bem presente é a rotação das estrelas. Algumas estrelas possuem manchas, semelhantes às manchas solares presentes no Sol. Assim, conforme a estrela gira,

suas manchas podem se voltar para a direção da Terra e produzir a alteração no brilho total da estrela.

As variáveis intrínsecas variam seu brilho por fatores associados à própria estrela. Um exemplo são as estrelas pulsantes, as quais sofrem variações em seu brilho devido à constante mudança em seu tamanho, pois elas expandem e contraem suas camadas externas periodicamente. Outro caso são as variáveis eruptivas, quando as estrelas apresentam explosões de brilho repentinos (supernovas e novas).

Mas, a categoria de estrela variável que nos interessa para nossa pesquisa é do tipo estrela cefeida clássica. A estrela de referência para esta categoria é a delta Cefeida, pertencente à constelação de Cepheus. A sua magnitude visual é cerca de 3,5 em sua fase mais brilhante, mas durante sua fase menos brilhante pode chegar a cerca de 4,4. Esta estrela foi descoberta em 1784 e é do tipo pulsante, assim como a estrela Mira. A já mencionada zeta Geminorum também é do tipo cefeida clássica.

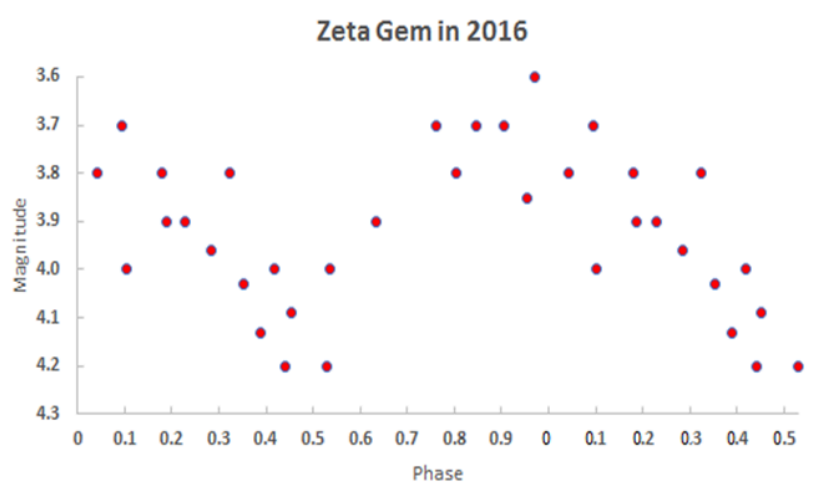


Figura 02: Gráfico da curva de luz da estrela Zeta Geminorum em 2016 (fonte: Society for Popular Astronomy).

O alvo de nosso estudo foi eta Aquilae, uma estrela variável do tipo cefeida clássica, localizada na constelação de Aquila ou Águia. As observações e os registros das variações da magnitude desta estrela produziram sua curva de luz. Como se pode notar nas figuras 1 e 2, na sua forma mais comum as curvas de luz são construídas tendo as magnitudes aparentes colocadas no eixo vertical (eixo das ordenadas, geralmente invertido) e as medidas do tempo, no eixo horizontal (eixo das abscissas). A interpretação das curvas de luz é uma ferramenta importante para entendermos os processos físicos que estão ocorrendo na estrela, bem como para determinar vários de seus parâmetros, como massa, luminosidade intrínseca, dimensão, distância etc.

Sendo uma estrela variável tipo cefeida, utilizamos as equações que possibilitam os cálculos de diversas características de eta Aquilae partindo do valor encontrado para seu período (Machado, 2019; Napoleão, 2018).

Por exemplo, o estudo de Henrietta Swan Leavitt (1912) levou à conclusão de que existe a seguinte relação de magnitude e luminosidade das cefeidas: “os

brilhos aparentes das variáveis cefeidas aumentam linearmente com os logaritmos de seus períodos”. Como ela estudou diversas cefeidas em uma galáxia vizinha, a Pequena Nuvem de Magalhães (PNM), partiu do princípio de que todas estas estrelas estavam praticamente à mesma distância de nós. Como as variáveis da PNM estão praticamente à mesma distância da Terra, seus períodos estão aparentemente associados à sua emissão real de luz, ou seja, à sua Luminosidade (L).

Devido a esta importante descoberta da relação Período-Luminosidade (P-L), foi possível estimar grandes distâncias no universo, pois a magnitude aparente de uma estrela (brilho visualizado daqui da Terra) depende de dois fatores principais: do brilho intrínseco (relacionado à Luminosidade ou Magnitude Absoluta) e da distância que ela está. Portanto, se medirmos daqui da Terra a magnitude aparente de uma estrela e descobrirmos sua Magnitude Absoluta, determinaremos sua distância. A relação matemática que possibilita esse cálculo é:

$$mv - Mv = 5 \log d(\text{pc}) - 5$$

onde:

mv = magnitude aparente

Mv = magnitude absoluta

d = distância até a estrela em parsecs (1 pc = 3,26 anos-luz)

Porém, como podemos descobrir a distância de uma estrela em uma galáxia? Medindo sua magnitude absoluta e sua magnitude aparente. Mas, como medir a magnitude absoluta? A descoberta de Henrietta Leavitt possibilita isso se soubermos o período de uma cefeida daquela galáxia.

Posteriormente, outros estudos e pesquisas, tais como as de Benedict et al. (2006) mostraram uma relação P-L matematicamente mais precisa:

$$Mv = -2,43 (\log P - 1) - 4,05$$

onde:

Mv = magnitude absoluta

P = período da cefeida (em dias)

Uma vez determinado o período da cefeida e calculada a distância da mesma, diversas propriedades das estrelas podem ser determinadas por meio das seguintes expressões:

Com a magnitude absoluta Mv e usando o Sol como padrão, calcula-se a luminosidade (L) pela equação de Pogson:

$$M_{\odot} - M_v = 2,5 \log (L_v / L_{\odot})$$

onde:

Mv = magnitude absoluta

M_⊙ = magnitude absoluta do Sol (4,83)

L_v = Luminosidade da estrela

L_⊙ = Luminosidade do Sol (=1)

O raio (R) da estrela é calculado pela equação que exprime a razão entre períodos e raios das cefeidas:

$$\log (R / R_{\odot}) = 1,064 + 0,750 \times \log P$$



onde:

R = raio da estrela variável cefeida

$R_{\odot}$ = raio do Sol (=1 ou 696.340 km)

P = período (em dias)

A temperatura efetiva (T) da estrela é calculada através da equação de Stefan-Boltzmann:

$$L = 4 \pi R^2 \sigma T^4$$

onde:

R = raio da estrela (em relação ao Sol)

$\sigma = 5,6697 \times 10^{-8} \text{ W/m}^2\text{K}^4$ (constante de Boltzmann)

T = temperatura efetiva (em relação ao Sol)

L = luminosidade da estrela (em relação ao Sol)

Finalmente, a massa (M) da estrela (em massas solares) é calculada pela relação entre massa e luminosidade para as cefeidas:

$$\log (M / M_{\odot}) = 0,28 \log (L_v / L_{\odot}) - 0,35$$

onde:

M = massa da cefeida

$M_{\odot}$ = massa do Sol (=1)

L_v = luminosidade da cefeida

$L_{\odot}$ = luminosidade do Sol (=1)

METODOLOGIA E ANÁLISE DOS DADOS

A primeira etapa da metodologia ocorreu com os procedimentos de observação do céu e reconhecimento das constelações usando mapas celestes e o *software* Stellarium, com a finalidade de localizar principalmente a constelação da Águia (Aquila) e a estrela variável η Aquilae.

Após a familiarização com o céu a partir do próprio quintal de casa, a fase seguinte foi usar uma câmera de celular com recursos fotográficos possíveis de registrar estrelas na imagem. No entanto, os testes mostraram que os melhores resultados foram obtidos com o uso de uma câmera Canon t5i, utilizada durante três meses de 2024 (abril a junho) quase que diariamente para produzir imagens da região de η Aquilae. Concomitantemente, foram registrados também a olho nu a magnitude desta estrela na mesma noite das fotos.

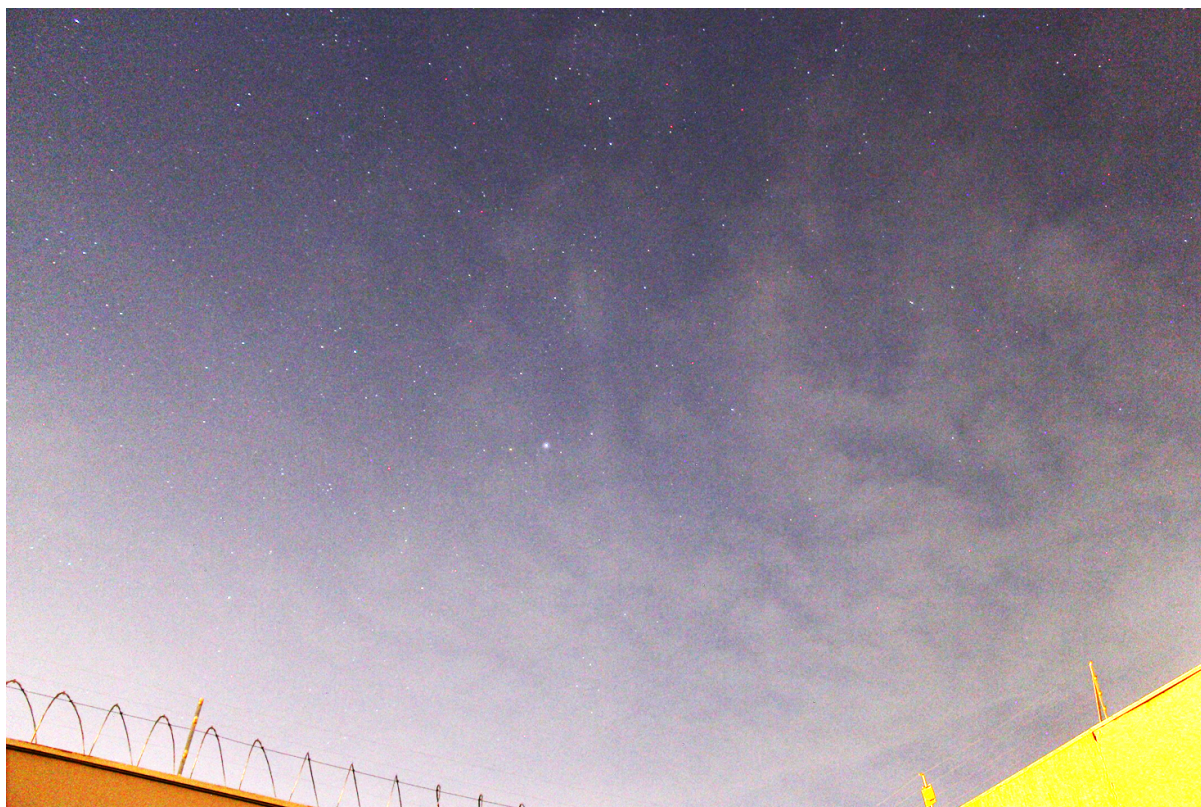


Figura 03: Foto obtida com uma câmera Canon t5i do céu da cidade de Bauru na direção da constelação de Aquila em 5 de abril de 2024 com algumas nuvens (fonte: a autora).

A partir do campo de visão presente na foto, a próxima tarefa foi identificar os asterismos da constelação de Aquila e a região da estrela η Aquilae, além de constelações adjacentes, além de também identificar com uma seta a estrela η Aquilae. Para isso, utilizou-se o *software* Stellarium, outros aplicativos de celulares que identificam as constelações e os mapas oficiais da AAVSO (American Association of Variable Star Observers).

As fotos foram obtidas desde 5 de abril até 12 de junho de 2024 e posteriormente analisadas a fim de registrar-se a magnitude visual de η Aquilae e de duas estrelas de referência cujas magnitudes eram fixas, ou seja, não eram estrelas variáveis.

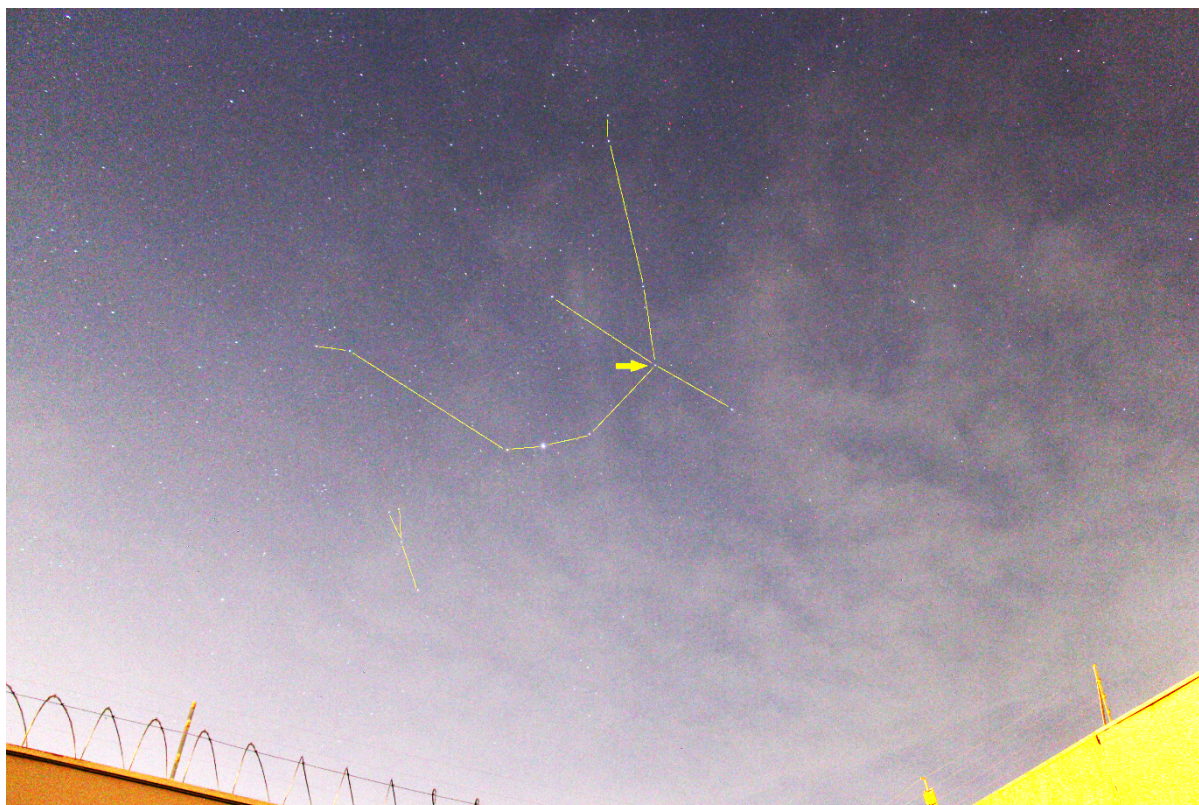


Figura 04: A mesma foto anterior com a identificação da constelação de Aquila e de Sagitta, a Flecha; a seta amarela indica eta Aquilae (fonte: a autora).

O objetivo da análise das magnitudes é compreender as principais características desta estrela variável por meio dos seus registros da variação do brilho (magnitude) em função do tempo (meses), a fim de extrair interpretações de suas curvas de luz resultantes. Vale salientar que a metodologia incluiu, por parte da autora, um levantamento bibliográfico inicial e paralelo à pesquisa, com leitura e estudo teórico sobre estrelas variáveis: classificação, principais tipos, comportamento, construção da curva de luz a partir das observações e interpretação do gráfico, a fim de obter informações sobre a estrela. O levantamento bibliográfico realizado foi apresentado no capítulo "Fundamentação" deste artigo.

As fotos obtidas com a câmera Canon t5i montada em um tripé foram descarregadas em um notebook, usando *softwares* para realizar as medições comparativas e relativas da magnitude de eta Aquilae. Inicialmente, as fotos eram capturadas de madrugada, com tempo de exposição de 10 segundos e ISO 12800, usando temporizador de 2 segundos para evitar vibrações. Com a captura das fotos em dias diferentes ao longo dos meses, realizou-se uma avaliação de magnitude visual, estimada com base em outras estrelas de magnitude fixa próximas da estrela estudada (eta Aquilae). A escolha das estrelas de comparação durante a análise depende da magnitude da variável, sendo normalmente as estrelas indicadas no mapa celeste com números. A observação visual foi obtida através da comparação de cada fotografia com o mapa de identificação do campo estelar de eta Aquilae fornecido pela AAVSO e adaptado por Alexandre Amorim (Amorim, s.d.).

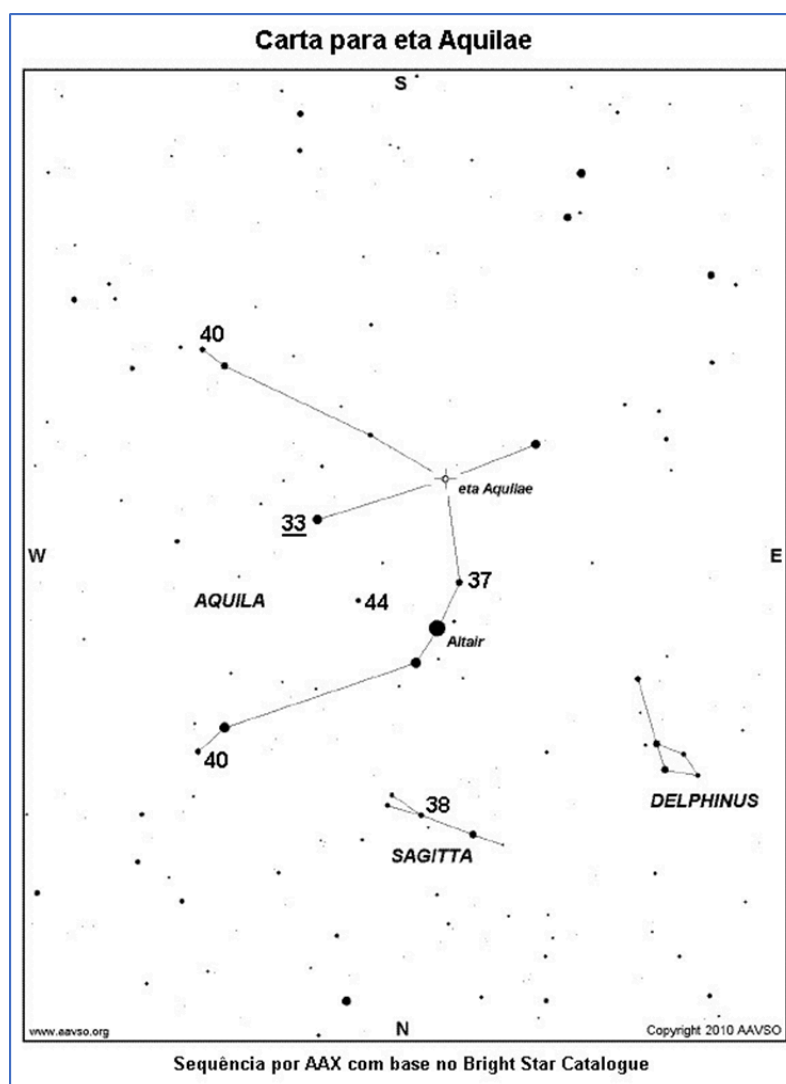


Figura 05: Mapa de reconhecimento de Aquila e identificação de eta Aquilae da AAVSO que pode ser usado a olho nu (fonte: Amorim, s/d).

Posteriormente, o uso dos *softwares* AIP4win e AstrolmageJ foi útil para medir e confirmar a magnitude da variável anteriormente estimada apenas visualmente, elaborando-se uma planilha referente aos valores obtidos, incluindo a data e hora de cada registro. Os valores medidos visualmente não foram muito diferentes dos obtidos pelos *softwares*.

Tabela 01: Dados obtidos a partir das fotos (fonte: autora).

nº	Data	Horário TL (fuso -3h)	Dia juliano	Mag. estimada (app)	Mag. estimada (visual)	Magnitudes de referência	Observações
1	05/04/2024	05:08:00	2460405,83889	4,07	4,3	4.0 e 4.4	
2	07/04/2024	05:43:00	2460407,86319	3,71	3,5	3.3 e 3.7	
3	12/04/2024	05:44:00	2460412,86389	3,80	3,8	3.3 e 3.7	
4	13/04/2024	05:43:00	2460413,86319	4,00	3,9	3.3, 3.7 e 4.4	
5	19/04/2024	05:43:00	2460419,86319	4,01	3,8	3.3 e 3.7	

nº	Data	Horário TL (fuso -3h)	Dia juliano	Mag. estimada (app)	Mag. estimada (visual)	Magnitudes de referência	Observações
6	20/04/2024	05:44:00	2460420,86389	3,37	3,4	3.3 e 3.7	
7	21/04/2024	05:45:00	2460421,86458	3,59	3,6	3.7	
8	22/04/2024	05:45:00	2460422,86458	3,64	3,5	3.3 e 3.7	
9	23/04/2024	05:41:00	2460423,86181	3,89	3,7	3.3	
10	24/04/2024	05:42:00	2460424,86250	3,95	3,7	3.7	Algumas nuvens.
11	25/04/2024	05:43:00	2460425,86319	3,78	3,8	3.7	Algumas nuvens.
12	26/04/2024	05:44:00	2460426,86389	3,86	3,4	3.3 e 3.7	
13	27/04/2024	05:44:00	2460427,86389	3,61	3,6	3.7	
14	29/04/2024	05:41:00	2460429,86181	3,81	3,7	3.7	
15	30/04/2024	05:44:00	2460430,86389	3,66	3,5	3.3 e 3.7	
16	01/05/2024	05:43:00	2460431,86319	3,87	3,6	3.3 e 3.7	
17	02/05/2024	05:47:00	2460432,86597	3,93	3,6	3.3 e 3.7	
18	03/05/2024	05:42:00	2460433,86250	3,96	3,8	3.7	
19	04/05/2024	05:41:00	2460434,86181	3,52	3,4	3.3 e 3.7	
20	06/05/2024	05:42:00	2460435,86250	3,70	3,4	3.3 e 3.7	
21	07/05/2024	05:41:00	2460437,86181	3,79	3,4	3.3 e 3.7	
22	08/05/2024	05:46:00	2460438,86528	4,08	4,0	3.4	
23	09/05/2024	04:32:00	2460439,81389	3,87	3,7	3.4 e 4.4	Algumas nuvens.
24	10/05/2024	05:42:00	2460440,86250	4,17	3,7	3.4, 3.7 e 4.4	
25	11/05/2024	05:44:00	2460441,86389	3,96	3,8	3.7 e 4.4	
26	12/05/2024	05:43:00	2460442,86319	3,81	3,6	3.7	
27	13/05/2024	03:07:00	2460443,75486	3,52	3,4	3.4 e 3.7	
28	14/05/2024	05:43:00	2460444,86319	4,27	3,9	3.4	
29	16/05/2024	05:42:00	2460446,86250	3,96	3,8	3.4 e 3.7	Algumas nuvens.
30	17/05/2024	05:45:00	2460447,86458	4,44	3,8	3.4 e 3.7	
31	18/05/2024	05:42:00	2460448,86250	3,83	3,7	3.4 e 3.7	
32	19/05/2024	05:44:00	2460449,86389	3,68	3,7	3.7	
33	20/05/2024	05:40:00	2460450,86111	3,75	3,4	3.4	
34	21/05/2024	05:42:00	2460451,86250	3,87	3,4	3.4	
35	22/05/2024	05:43:00	2460452,86319	3,64	3,5	3.4 e 3.7	
36	23/05/2024	05:42:00	2460453,86250	3,48	3,6	3.7	
37	24/05/2024	05:43:00	2460454,86319	3,62	3,6	3.4 e 3.7	
38	29/05/2024	05:43:00	2460459,86319	3,78	3,5	3.4	
39	30/05/2024	05:44:00	2460460,86389	3,61	3,6	3.4 e 3.7	
40	31/05/2024	05:41:00	2460461,86181	3,98	3,8	3.7	
41	01/06/2024	05:42:00	2460431,86181	3,78	3,7	3.7	
42	02/06/2024	05:42:00	2460432,86181	3,63	3,5	3.4	
43	05/06/2024	05:40:00	2460466,86111	3,76	3,7	3.7	
44	06/06/2024	05:43:00	2460467,86319	3,83	3,7	3.7	
45	07/06/2024	05:44:00	2460468,86319	3,75	3,8	3.7	
46	08/06/2024	05:40:00	2460469,86111	3,92	3,8	3.7	
47	12/06/2024	06:22:00	2460473,89722	3,45	3,7	3.7	

É importante salientar a necessidade do uso da Data Juliana, a qual é calculada a partir da data comum do nosso calendário gregoriano. A data juliana é adotada pelos astrônomos para padronização da contagem da passagem do tempo, incluindo os horários em TL (Tempo Legal do fuso horário de -3 horas).

O uso do *software* foi fundamental para a confirmação dos resultados, já que sua análise é mais precisa do que a estimativa visual. A ferramenta utilizada no AIP4win foi a Single Image Photometry Tool (SIPT), após selecionar as melhores fotos de cada noite. Para se obter a magnitude da estrela é necessário escolher, pelo menos, outras duas estrelas com *magnitude* fixa (ou magnitudes de referência, de acordo com a tabela), para que o software consiga realizar a comparação de forma precisa. A AAVSO fornece os valores das magnitudes das estrelas de comparação. A partir dos valores estimados, obtém-se a média das magnitudes no visual de 3,65532 ao passo que a média das magnitudes pelo aplicativo foi de 3,80766.

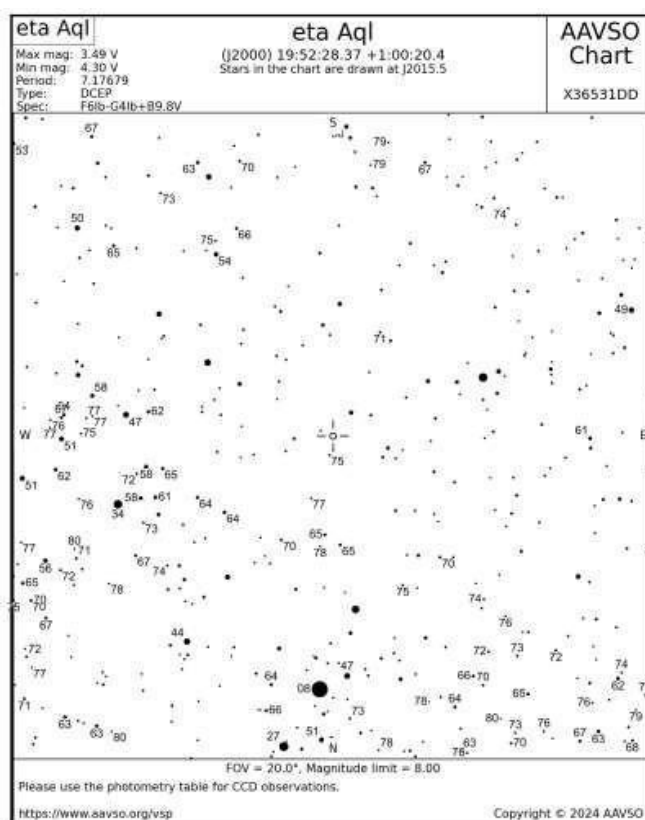


Figura 06: Mapa da região de eta Aquilae (fonte: AAVSO).

A partir destes dados, produziu-se dois gráficos, um para a magnitude visual e outro para a magnitude pelo *software*. Há pontos fora da curva média, provavelmente por erros de leitura ou medida, ou outros fatores. Mesmo assim, nota-se a existência de uma ciclicidade ou periodicidade. O gráfico a seguir mostra as duas estimativas na mesma figura, sendo os pontos vermelhos obtidos pelo aplicativo ao passo que os azuis são visuais.

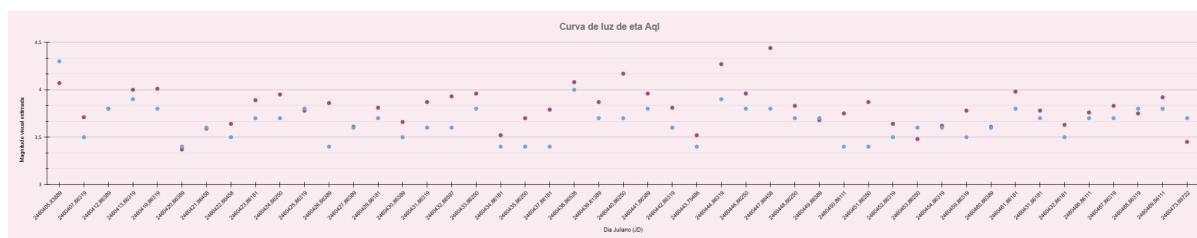


Figura 07: Gráfico com as magnitudes estimadas de eta Aquilae (fonte: a autora).

Os dados desta planilha alimentaram, a seguir, um aplicativo fornecido pela AAVSO chamado VStar. Este *software* analisa estatisticamente os pontos do gráfico, ou seja, as magnitudes medidas ao longo dos dias, e traça uma curva, por meio de cálculos com transformadas de Fourier, permitindo a produção automática de um diagrama de fase para estrelas variáveis (diagrama de fase é um gráfico que revela com mais precisão o período da variabilidade da magnitude). A partir deste cálculo, o software retorna com os pontos que indicam a “força” dos valores candidatos ao valor do período da variabilidade. Em nosso caso, o resultado obtido para eta Aquilae foi um período de 7,155 dias, conforme a figura a seguir. Os resultados obtidos ficaram razoavelmente próximos dos valores oficiais, já que o período de eta Aquilae na literatura é de 7,177 dias.

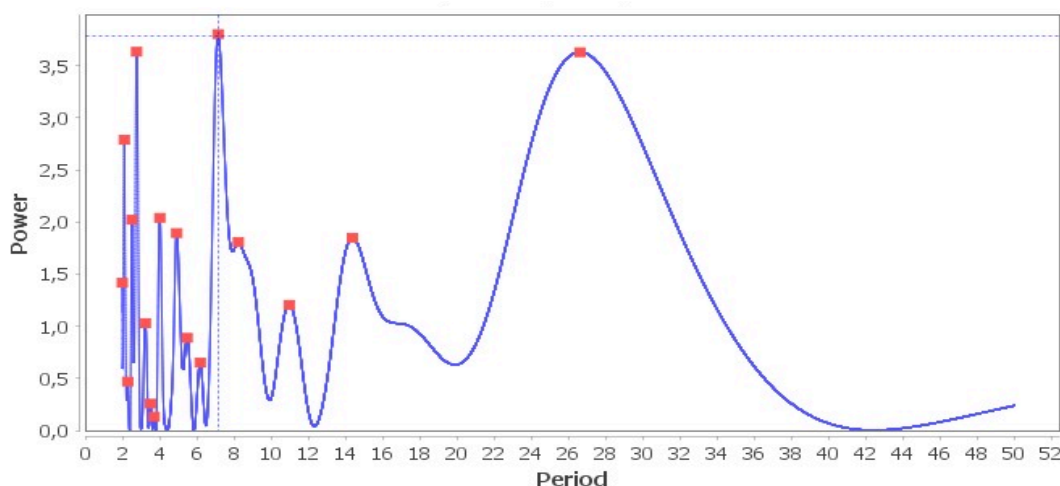


Figura 08: Gráfico obtido com o VStar a partir das magnitudes estimadas de eta Aquilae no período de coleta de dados (fonte: a autora).

Sendo eta Aquilae uma estrela variável tipo cefeida, utilizamos as equações que possibilitam os cálculos de suas diversas características partindo do valor encontrado para seu período, conforme já apresentado na fundamentação teórica (Machado, 2019; Napoleão, 2018).

RESULTADOS

Uma vez determinado o período da cefeida eta Aquilae por meio das nossas análises dos dados obtidos a partir das observações e registros, passamos a encontrar as demais propriedades físicas desta estrela. Sabendo que o período de eta Aquilae é de 7,155 dias, podemos calcular a magnitude absoluta desta estrela (M_v), usando a Relação Período-Luminosidade:

$$M_V = -2,43 (\log P - 1) - 4,05$$

Benedict et al. (2006)

$$M_V = -2,43 (\log 7,155 - 1) - 4,05$$

$$M_V = -3,6967$$

É importante saber a magnitude absoluta (relacionada com a Luminosidade da estrela, seu brilho intrínseco), pois possibilita encontrarmos a distância que eta Aquilae está de nós. Fazendo uma analogia: é como se soubéssemos a potência de brilho (em Watts) de uma lâmpada colocada a uma distância desconhecida e medíssemos o brilho aparente que recebemos dela a esta distância. No caso da estrela, a magnitude absoluta (M_V) seria analogamente a potência da lâmpada, e a magnitude aparente (m_V) seria a medida do brilho conforme a vemos daqui da Terra. Como se trata de uma estrela variável, usaremos a média aritmética das magnitudes aparentes de todas as datas de eta Aquilae, ou seja, $m_V = 3,80766$.

$$m_V - M_V = 5 \log d(\text{pc}) - 5$$

$$3,80766 - (-3,6967) = 5 \log d - 5$$

$$d = 316,86 \text{ pc}$$

A distância de eta Aquilae encontrada é de 316,86 parsecs ou cerca de 1033 anos-luz. A próxima característica a ser encontrada é a Luminosidade da estrela, ou seja, a potência energética intrínseca emitida pela sua superfície. Os valores são dados usando o Sol como padrão (sua magnitude absoluta é de 4,83 e usamos a luminosidade solar com valor unitário).

$$M_{\odot} - M_V = 2,5 \log (L_V / L_{\odot})$$

$$4,83 - (-3,6967) = 2,5 \log (L_V / 1)$$

$$L_V = 2574,42$$

Este valor mostra que eta Aquilae é uma estrela cuja luminosidade é cerca de 2500 vezes maior que a do nosso Sol, ou seja, ela é 2500 vezes mais brilhante. O raio da estrela variável cefeida clássica pode ser obtido a partir da seguinte equação:

$$\log (R_V / R_{\odot}) = 1,064 + 0,750 \times \log P$$

$$\log (R_V / 1) = 1,064 + 0,750 \times \log 7,155$$

$$R_V = 50,69$$

A estrela eta Aquilae é, portanto, cerca de 50 vezes maior do que o Sol em diâmetro, ou seja, uma gigante pulsante. Note, porém, que se trata de um valor médio, já que a estrela muda constantemente de raio. Quanto à sua temperatura



efetiva (ou da superfície estelar), pode ser calculada usando a relação de Stefan-Boltzmann em função do Sol:

$$L = 4 \pi R^2 \sigma T^4$$

$$L/L_o = (4 \pi \sigma / 4 \pi \sigma) (R/R_o)^2 (T/T_o)^4$$

$$L / 1 = (R/1)^2 (T/1)^4$$

$$L = R^2 T^4$$

$$2574,42 = 50,69^2 \times T^4$$

$$T = 1,00048$$

A temperatura efetiva de eta Aquilae é praticamente igual a do Sol, 5.774,77 K na média. Por último, encontramos a massa total da estrela:

$$\log (M / M_{\odot}) = 0,28 \log (L_v / L_{\odot}) - 0,35$$

$$\log (M / 1) = 0,28 \log (2574,42 / 1) - 0,35$$

$$M = 4,027$$

Portanto, a variável eta Aquilae é cerca de 4 vezes mais massiva do que o nosso Sol.

A seguir, apresentamos uma tabela que resume os resultados obtidos e os valores aceitos pela comunidade científica de acordo com a literatura.

CARACTERÍSTICAS	Nossos cálculos	Valores da literatura
P (período)	7,155 dias	7,177 dias
M_v (mag absoluta)	-3,6967	-3,5 a -4,3
d (distância)	1033 anos-luz	1030 a 1170 anos-luz
L (luminosidade)	2574,42 L _o	3368±195 L _o
R (raio)	50,69 R _o	até 60 R _o
T (temperatura eff)	5774,77 K	5300 K e 6200 K
M (massa)	4,027 M _o	4 a 5 M _o

CONSIDERAÇÕES

A partir destes episódios formativos direcionados a conteúdos de astrofísica estelar para o Ensino Médio, possibilitou-se uma imersão no âmago do trabalho científico, ao perpassar pelas etapas de estudo bibliográfico, observação do fenômeno, registro de dados, análise e interpretação. É difícil imaginar quais outras metodologias escolares possibilitariam o contato direto do aluno com os métodos que os cientistas usam para a produção do conhecimento.



Os resultados obtidos e apresentados neste artigo apontam para a possibilidade de não-cientistas (público não especializado e comunidade escolar) atuarem na coleta e análise de dados, contribuindo com a produção coletiva do conhecimento, assim como atestam Rumenos et al (2023), Martins e Cabral (2021), Andrade, Langhi e Paglianti (2025). Obviamente, os valores para eta Aquilae são bem estabelecidos e consensuais no contexto acadêmico e aqui não fizemos nenhuma nova descoberta científica, porém, o mais importante neste trabalho foi o processo científico ao qual o indivíduo foi submetido pela ciência cidadã, pois o indivíduo pode ser claramente alfabetizado cientificamente por meio desta atividade.

Esta aprendizagem, sob a abordagem da ciência cidadã sobre as estrelas variáveis no Ensino Médio, ultrapassa o ensino conteudista de Astronomia, pois não se trata de simulações, exercícios memorizados ou de laboratórios didáticos engessados. O aluno experimenta, de fato, o processo científico e a coleta de dados reais do céu, nosso laboratório natural e gratuito. Não são experimentos com roteiros fechados e com resultados já esperados ou pré-conhecidos, como normalmente acontece em laboratórios didáticos em faculdades e escolas.

Portanto, a participação de alunos em projetos de ciência cidadã como este proporcionam a oportunidade de alfabetização científica em todas as etapas do processo de ensino-aprendizagem, uma vez que o aluno passa a ser o protagonista deste processo.

AGRADECIMENTOS

Ao CNPq e à Reitoria da UNESP (ProPe) pela bolsa atribuída a esta pesquisa de Iniciação Científica de Ensino Médio, e ao Observatório Didático de Astronomia da UNESP pela orientação e colaboração mediante o Prof. Dr. Rodolfo Langhi.

REFERÊNCIAS

AAVSO. **Manual para Observação Visual de Estrelas Variáveis**. American Association of Variable Star Observers. Ed. em português. USA: AAVSO, 2011.

AMORIM, A. **Observação visual de Eta Aquilae**: uma atividade multidisciplinar.

Org.br, [s. d.]. Disponível em:

https://www.sab-astro.org.br/wp-content/uploads/2017/04/SNEA2011_TCP39.pdf.

Acesso em: 27 ago. 2025.

ANDRADE, T. B.; LANGHI, R.; PAGLIANTI, I. C. A apropriação social da ciência dos meteoros: quando a Ciência Cidadã vai à escola. **Revista Brasileira de Iniciação Científica**, p. e025027-e025027, 2025.

AULER, D.; DELIZOICOV, D. Alfabetização científico-tecnológica para quê?. **Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências (Belo Horizonte)**, v. 3, n. 02, p. 122-134, 2001.

CHASSOT, A. **Alfabetização Científica**: questões e desafios para educação. Ijuí, Editora UNIJUÍ, 2001.

EDGAR, J. S. **Observer's Handbook of the RASC 2019**. Canadá: Webcom Inc., 2018.



LANGHI, R. **Aprendendo a ler o céu**: pequeno guia prático para a astronomia observacional. 2. ed. São Paulo: LF Editorial, 2016

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

MACHADO, D. I. Estrelas variáveis no contexto educacional: uma proposta envolvendo a observação de cefeidas clássicas no ensino médio. **Revista Latino-Americana de Educação em Astronomia**, n. 28, p. 7-25, 2019.

MARTINS, D. G. M.; CABRAL, E. H. S. Panorama dos principais estudos sobre ciência cidadã. **ForScience**, v. 9, n. 2, p. e01030-e01030, 2021.

NAPOLEÃO, T. A. **Astrofísica estelar para o ensino médio**: uma abordagem empírica baseada na observação visual das estrelas variáveis. 2018. Dissertação (Mestrado) – Universidade de São Paulo, São Paulo, 2018.

RUMENOS, N. N. *et al.* Ciência cidadã no Brasil: caracterização da produção acadêmica. **Observatório de la Economía Latinoamericana**, v. 21, n. 10, p. 14592-14608, 2023.

SASSERON, L. H.; CARVALHO, A. M. P. Alfabetização científica: uma revisão bibliográfica. **Investigações em Ensino de Ciências**, V16(1), pp. 59-77, 2011.

Como citar este artigo (ABNT):

SIQUEIRA, J. R. Alfabetização científica em Astronomia no Ensino Médio: o estudo da estrela variável eta Aquilae. **Informativo do Observatório Didático de Astronomia (IODA)**, v. 6, n.1, p. 13-28, jun 2026.



DESENVOLVIMENTO DE UM PIPELINE EM PYTHON PARA DETERMINAÇÃO AUTOMÁTICA DA IDADE E DISTÂNCIA DE AGLOMERADOS ESTELARES A PARTIR DE DADOS FOTOMÉTRICOS DO SLOAN DIGITAL SKY SURVEY

DEVELOPMENT OF A PYTHON PIPELINE FOR AUTOMATIC DETERMINATION OF THE AGE AND DISTANCE OF STAR CLUSTERS FROM PHOTOMETRIC DATA FROM THE SLOAN DIGITAL SKY SURVEY

Guilherme Albuquerque Bellini

UNESP Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho", Faculdade de Ciências,
Departamento de Física e Meteorologia, Curso de Física, Observatório Didático de Astronomia da
UNESP Bauru, guilherme.bellini@unesp.br

Resumo: *Desenvolveu-se um pipeline automatizado em Python para a determinação da distância e da idade de aglomerados estelares a partir de dados fotométricos do Sloan Digital Sky Survey (SDSS). O algoritmo realiza, de forma integrada, a filtragem dos dados, a construção do diagrama de cor-magnitude (CMD), a extração da sequência principal (MS), a identificação automática do ponto de turn-off e a leitura de isócronas do Dartmouth Stellar Evolution Database. O módulo de distância é estimado por meio de uma rotina de pareamento cor-magnitude, que calcula $m - M$ por minimização estatística. Aplicado ao aglomerado NGC 2266, o pipeline obteve $\mu = 14,43$ (distância de 7,7 kpc) e melhor compatibilidade com uma isócrona de 1,2 Gyr para metalicidade solar. Os resultados concordam com ajustes manuais, validando a abordagem.*

Palavras-chave: Aglomerados estelares; isócronas; Python; SDSS; evolução estelar.

Abstract: *An automated pipeline was developed in Python to determine the distance and age of star clusters from photometric data from the Sloan Digital Sky Survey (SDSS). The algorithm performs, in an integrated manner, data filtering, construction of the color-magnitude diagram (CMD), main sequence (MS) extraction, automatic identification of the turn-off point, and reading of isochrones from the Dartmouth Stellar Evolution Database. The distance modulus is estimated using a color-magnitude matching routine, which calculates $m - M$ by statistical minimization. Applied to the cluster NGC 2266, the pipeline obtained $\mu = 14.43$ (distance of 7.7 kpc) and better compatibility with a 1.2 Gyr isochrone for solar metallicity. The results agree with manual adjustments, validating the approach.*

Keywords: Star clusters; isochrones; Python; SDSS; stellar evolution.

INTRODUÇÃO

A determinação de parâmetros físicos de aglomerados estelares, como idade, distância e composição química, é fundamental para a compreensão da evolução estelar e da estrutura da nossa galáxia. Esses sistemas reúnem estrelas formadas aproximadamente na mesma época e com composição semelhante, o que os torna excelentes laboratórios naturais para testar modelos teóricos de evolução estelar. Entre as principais ferramentas utilizadas nesses estudos está o diagrama de



cor-magnitude (CMD), que permite comparar observações fotométricas com previsões teóricas expressas por isócronas, curvas que representam estrelas de mesma idade com diferentes massas e estágios evolutivos.

Em uma etapa inicial desta pesquisa, foi construído o CMD do aglomerado aberto NGC 2266 a partir de dados do Sloan Digital Sky Survey (SDSS) e ajustada uma isócrona teórica do Dartmouth Stellar Evolution Database. Por meio desse procedimento manual, foi possível estimar o módulo de distância e a idade aproximada do aglomerado, aplicando fundamentos de fotometria, modelos estelares e interpretação de dados astronômicos.

A partir dessa experiência prática, surgiu o interesse em automatizar o processo de análise de aglomerados estelares. A ideia central é implementar um pipeline em linguagem Python capaz de realizar automaticamente as etapas de leitura dos dados observacionais, construção do CMD, ajuste do módulo de distância e comparação entre isócronas de diferentes idades e metalicidades. Essa abordagem computacional visa reduzir a subjetividade do ajuste visual e aumentar a eficiência e a reprodutibilidade das análises. Além disso, o desenvolvimento dessa ferramenta tem potencial para aplicações didáticas e científicas, permitindo que estudantes e pesquisadores possam reproduzir e expandir seus estudos de caracterização estelar.

O presente trabalho tem como objetivo principal desenvolver e testar um pipeline automatizado em Python para a determinação da idade e da distância de aglomerados estelares a partir de dados fotométricos do SDSS. Especificamente, busca-se automatizar o ajuste do módulo de distância, implementar a comparação entre diferentes isócronas e avaliar o desempenho da ferramenta utilizando o aglomerado NGC 2266 como caso de estudo.

FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

O estudo de aglomerados estelares é uma das principais ferramentas observacionais para compreender a formação e a evolução das estrelas na Via Láctea. Esses sistemas, por reunirem estrelas formadas simultaneamente a partir de uma mesma nuvem molecular, apresentam composição química semelhante e idades próximas. Isso os torna excelentes laboratórios naturais para testar modelos teóricos de evolução estelar (Binney; Merrifield, 1998).

A análise de aglomerados é tradicionalmente realizada por meio do diagrama de cor-magnitude (CMD), também conhecido como diagrama de Hertzsprung–Russell observacional. Nele, as magnitudes aparentes das estrelas são plotadas em função de seus índices de cor, permitindo identificar padrões como a sequência principal, o ponto de turn-off e o ramo das gigantes vermelhas. O formato do CMD fornece informações diretas sobre a idade e a composição do aglomerado (Salaris; Cassisi, 2005).

O uso de isócronas teóricas é essencial nesse tipo de análise. As isócronas representam curvas que conectam pontos de igual idade em diagramas teóricos de magnitude e temperatura efetiva. A comparação entre essas curvas e os dados observacionais permite estimar parâmetros como idade, distância e metalicidade. O Dartmouth Stellar Evolution Database, desenvolvido por Dotter et al. (2008), é amplamente utilizado por fornecer modelos de isócronas com diferentes idades e

metalicidades, compatíveis com diversos sistemas fotométricos, incluindo o SDSS ugriz, utilizado neste trabalho.

A base de dados fotométricos do Sloan Digital Sky Survey (SDSS) revolucionou a Astronomia observacional ao disponibilizar medições precisas em larga escala. O SDSS fornece magnitudes em cinco filtros (u, g, r, i, z) e é amplamente utilizado em estudos de populações estelares e galácticas (York et al., 2000). A qualidade e a abrangência de seus dados permitem a construção de CMDs detalhados e a comparação direta com modelos teóricos.

Nos últimos anos, o avanço das ferramentas computacionais possibilitou a aplicação de métodos automáticos e estatísticos para o ajuste de isócronas. Técnicas como minimização de erro quadrático e ajuste por X^2 têm sido utilizadas para identificar, de forma objetiva, a isócrona que melhor se ajusta às observações (Monteiro, Dias, Santiago, 2021; Dias et al., 2012).

Essa abordagem reduz a subjetividade do ajuste visual e favorece a reprodutibilidade dos resultados, o que se alinha ao objetivo deste trabalho: desenvolver um pipeline automatizado em Python que realize esse processo de maneira integrada e sistemática.

METODOLOGIA

Esta pesquisa possui caráter exploratório e computacional, com abordagem quantitativa e aplicada, uma vez que busca desenvolver e testar uma ferramenta automatizada para análise de dados astronômicos. O estudo tem como base o uso de dados fotométricos públicos e modelos teóricos consolidados na literatura, implementando um pipeline em linguagem Python para automatizar procedimentos tradicionalmente realizados de forma manual.

Dados fotométricos e pré-processamento

Os dados fotométricos do SDSS foram obtidos a partir de uma planilha contendo as magnitudes corrigidas g_0 e r_0 para as estrelas na direção do aglomerado NGC 2266. O pipeline inicia com a leitura dessa tabela utilizando a biblioteca Pandas, seguida de verificações automáticas da presença das colunas necessárias e da remoção de registros com valores ausentes ou incertezas fotométricas elevadas. Em seguida, é calculado o índice de cor $g-r$, utilizado como eixo horizontal no CMD, enquanto r_0 compõe o eixo vertical.

O pipeline inicia com a leitura da tabela fotométrica do SDSS contendo as magnitudes corrigidas g_0 e r_0 do aglomerado NGC 2266. A listagem 1 mostra a função responsável por carregar o arquivo, verificar a presença das colunas necessárias e calcular o índice de cor $g-r$.

```
1 import pandas as pd
2
3 def load_sdss_table(filepath):
4     """Carrega a tabela fotométrica e calcula a cor (g-r)."""
```

```

5     df = pd.read_excel(filepath)                # ou read_csv, conforme o
        arquivo
6
7     required = ["g0", "r0"]
8     for col in required:
9         if col not in df.columns:
10             raise ValueError(f"Coluna obrigat ria ausente: {col}")
11
12     # Remove linhas com valores ausentes
13     df = df.dropna(subset=required)
14
15     # Calcula o ndice de cor
16     df["g_r"] = df["g0"] - df["r0"]
17
18     # Filtro simples de qualidade em magnitude
19     df = df[df["r0"] < 20]
20
21     return df

```

Figura 01: Listagem 1 - Leitura e pré-processamento dos dados fotométricos do SDSS

Os dados são carregados com a biblioteca Pandas, que permite manipulação eficiente de tabelas. Primeiramente, a função verifica se as colunas obrigatórias (g0 e r0) estão presentes; em seguida, remove linhas com valores ausentes e calcula o índice de cor g-r, armazenado na “coluna g_r” da programação. Por fim, aplica-se um corte em magnitude aparente para reduzir o impacto de estrelas muito fracas, onde os erros fotométricos são maiores.

Estrutura do pipeline em Python

O código foi organizado em módulos lógicos correspondentes às principais tarefas do pipeline:

- leitura e filtragem dos dados fotométricos;
- construção do CMD observacional;
- determinação automática da sequência principal (MS) e do ponto de turn-off ;
- classificação preliminar das estrelas em MS e ramo das gigantes vermelhas (RGB);
- leitura e interpretação das isócronas do Dartmouth Stellar Evolution Database;
- ajuste do módulo de distância μ por comparação entre dados observacionais e isócronas;
- geração dos diagramas finais (CMD com isócrona deslocada e diagrama HR em magnitudes absolutas).



As bibliotecas principais utilizadas foram Pandas e NumPy para manipulação de dados, Matplotlib para visualização gráfica e rotinas de interpolação e ajuste de curvas da biblioteca SciPy. O código completo é modular, permitindo a reaplicação das mesmas funções a outros aglomerados estelares.

Extração da sequência principal e detecção do turn-off

Para a identificação da sequência principal (Main Sequence, MS), o conjunto de dados é segmentado em intervalos regulares de cor g-r; para cada bin é calculada a mediana da magnitude r0. A sequência de medianas é então suavizada por meio de uma janela móvel e ajustada por uma spline cúbica, resultando em uma curva contínua que representa a crista da MS observada.

A partir dessa spline, o código calcula a derivada primeira e a derivada segunda com respeito à cor. O ponto de maior curvatura na parte brilhante da sequência — isto é, aquele em que a derivada segunda assume módulo máximo — é interpretado como o ponto de turn-off. Esse procedimento é inteiramente automático e independe de escolha visual por parte do usuário.

Uma classificação preliminar das estrelas em MS e RGB é feita comparando a magnitude observada com a magnitude prevista pela spline da MS. Estrelas significativamente mais brilhantes e mais vermelhas do que a MS são marcadas como candidatas a gigantes vermelhas, permitindo isolar a evolução pós-sequência principal no CMD.

A sequência principal é obtida de forma automática a partir da distribuição de pontos no CMD. A listagem 2 apresenta o trecho de código responsável por construir a crista da MS, ajustando uma spline cúbica e identificando o ponto de maior curvatura, associado ao turn-off point.

```
--
1 import numpy as np
2 from scipy.interpolate import make_interp_spline
3
4 def main_sequence_spline(df, bin_width=0.05):
5     # Binagem em cor
6     bins = np.arange(df["g_r"].min(), df["g_r"].max() + bin_width,
7                       bin_width)
8     centers, med_r = [], []
9
10    for i in range(len(bins) - 1):
11        in_bin = df[(df["g_r"] >= bins[i]) & (df["g_r"] < bins[i
12                        +1]))]
```

```

11         if len(in_bin) > 5:
12             centers.append(0.5 * (bins[i] + bins[i+1]))
13             med_r.append(in_bin["r0"].median())
14
15     centers = np.array(centers)
16     med_r   = np.array(med_r)
17
18     # Ajuste de spline c bica para suavizar a MS
19     spline = make_interp_spline(centers, med_r, k=3)
20     c_smooth = np.linspace(centers.min(), centers.max(), 300)
21     r_smooth = spline(c_smooth)
22
23     # Derivadas para localizar o turn-off
24     dr_dc = np.gradient(r_smooth, c_smooth)
25     d2r_dc = np.gradient(dr_dc, c_smooth)
26
27     # Ponto de maior curvatura na região brilhante
28     idx_to = np.argmin(d2r_dc)
29     color_to = c_smooth[idx_to]
30     r0_to = r_smooth[idx_to]
31
32     return c_smooth, r_smooth, color_to, r0_to

```

Figura 02: Listagem 2 - Construção da sequência principal e detecção automática do turn-off.

Inicialmente, o código divide o intervalo de cor em bins de largura fixa e calcula, em cada bin, a mediana da magnitude r_0 . Esses pontos medianos representam a crista da sequência principal observada. Em seguida, é ajustada uma spline cúbica, que produz uma curva suave $r(c)$ ao longo da cor.

As derivadas primeira e segunda dessa curva são obtidas numericamente com `np.gradient`. O ponto de maior curvatura na região mais brilhante da sequência principal é interpretado como o turn-off, pois marca a mudança de inclinação típica entre a MS e as fases evolutivas posteriores. A função retorna tanto a curva suavizada quanto as coordenadas (cor, r_0) do turn-off.

Leitura das isócronas e ajuste do módulo de distância

O pipeline realiza a leitura automatizada de isócronas do Dartmouth Stellar Evolution Database a partir de arquivos texto. O código identifica dinamicamente quais colunas correspondem às magnitudes teóricas nos filtros g e r , permitindo o uso de diferentes formatos de saída. Para cada ponto da isócrona, são calculados a cor $g-r$ e a magnitude absoluta M_r .

O ajuste do módulo de distância μ é realizado por meio de uma rotina de pareamento cor–magnitude: para cada intervalo de cor, o pipeline associa estrelas

observadas e pontos da isócrona com cores semelhantes e calcula os valores de $m - M = r_0 - M_r$. A mediana dos valores válidos de $m - M$ é adotada como estimativa robusta do módulo de distância do aglomerado, minimizando a influência de *outliers*.

Uma vez determinado μ , o código gera dois diagramas principais: (i) o CMD observado com a isócrona deslocada para magnitudes aparentes ($M_r + \mu$); e (ii) o diagrama HR, em que as magnitudes absolutas observadas ($r_0 - \mu$) são comparadas diretamente com os valores teóricos da isócrona.

As isócronas do Dartmouth Stellar Evolution Database são lidas a partir de arquivos texto, e o módulo de distância é estimado por comparação cor–magnitude. A listagem 3 mostra o procedimento adotado.

```

1 def load_dartmouth_iso(filepath):
2     """L    arquivo de is crona Dartmouth e retorna cor (g-r) e Mr.
3         """
4
5     iso = pd.read_csv(filepath, comment="#", delim_whitespace=True)
6
7     # Exemplos de poss veis nomes de coluna
8     g_cols = [c for c in iso.columns if c.lower().startswith("g")]
9     r_cols = [c for c in iso.columns if c.lower().startswith("r")]
10
11     g = iso[g_cols[0]]
12     r = iso[r_cols[0]]
13
14     iso["g_r"] = g - r      # cor te rica
15     iso["Mr"]  = r         # magnitude absoluta em r
16
17     return iso
18
19 def distance_modulus(df, iso, color_tol=0.02):
20     diffs = []
21
22     for _, row in iso.iterrows():
23         c_iso = row["g_r"]
24         Mr    = row["Mr"]
25
26         # estrelas observadas com cor pr xima da cor da is crona
27         mask = np.abs(df["g_r"] - c_iso) < color_tol
28         subset = df[mask]
29
30         if len(subset) > 0:

```



```

29         m_med = subset["r0"].median()
30         diffs.append(m_med - Mr)
31
32     mu = np.median(diffs)
33     d_pc = 10**((mu + 5)/5.0)
34
35     return mu, d_pc

```

Figura 03: Listagem 3 - Leitura da isócrona Dartmouth e cálculo do módulo de distância μ .

A função `load_dartmouth_iso` identifica automaticamente quais colunas do arquivo correspondem às magnitudes teóricas nos filtros *g* e *r*, calculando a cor *g-r* e a magnitude absoluta *Mr* para cada ponto da isócrona. Em seguida, a função `distance_modulus` realiza o pareamento cor–magnitude: para cada cor da isócrona, selecionam-se estrelas observadas com cor semelhante e calcula-se $m - M = r_0 - Mr$. A mediana desses valores define o módulo de distância μ , a partir do qual a distância *d* em parsecs é obtida via:

$$d = 10^{(\mu+5)/5}$$

Esse procedimento é robusto a *outliers* e permite ajustar automaticamente a isócrona aos dados observacionais, gerando, na etapa seguinte do pipeline, o CMD e o diagrama HR com a isócrona deslocada.

Descrição algorítmica do pipeline

O fluxo global do pipeline pode ser resumido no Algoritmo 1, que sintetiza as etapas implementadas em Python para o aglomerado NGC 2266.

Algorithm 1: Pipeline para determinação automática de distância e idade de um aglomerado estelar

Entrada: Tabela fotométrica com g_0 , r_0 e erros associados; arquivo de isócrona Dartmouth.

Saída : Módulo de distância μ , distância d , idade e diagramas CMD/HR com isócrona ajustada.

1. **Leitura e pré-processamento dos dados observacionais**
- 2 Ler tabela fotométrica (Pandas); remover linhas com valores ausentes
- 3 Aplicar cortes em erro fotométrico e magnitude; calcular cor ($g - r$)
2. **Construção do CMD e extração da sequência principal**
- 5 Dividir o intervalo de cor em bins; para cada bin, calcular mediana de r_0
- 6 Suavizar a sequência de medianas e ajustar spline cúbica à MS
- 7 Calcular derivadas da spline e localizar o máximo de curvatura (*turn-off*)
- 8 Classificar estrelas em MS/RGB a partir do desvio em relação à MS
3. **Leitura e preparação da isócrona teórica**
- 10 Ler arquivo de isócrona; identificar colunas g e r ; calcular $(g - r)$ e M_r
- 11 **4. Ajuste do módulo de distância**
- 12 Para cada faixa de cor, emparelhar estrelas observadas e pontos da isócrona
- 13 Calcular $m - M = r_0 - M_r$ e obter μ como mediana dos valores válidos
- 14 Calcular a distância $d = 10^{(\mu+5)/5}$ (pc)
- 15 **5. Geração dos diagramas finais**
- 16 Construir CMD com pontos observados e isócrona deslocada ($M_r + \mu$)
- 17 Construir diagrama HR com magnitudes absolutas ($r_0 - \mu$) e M_r
- 18 Salvar gráficos e parâmetros derivados (idade, μ , d)

Quadro 01: Algoritmo 1 - Fluxo global do pipeline.



ANÁLISE DE DADOS

A aplicação do pipeline ao aglomerado NGC 2266 foi realizada a partir da planilha fotométrica contendo as magnitudes corrigidas g_0 e r_0 e o índice de cor $g-r$. Após os cortes de qualidade em magnitude e incerteza fotométrica, o código plota o diagrama cor–magnitude (CMD) observacional e grava a imagem (Figura 4).

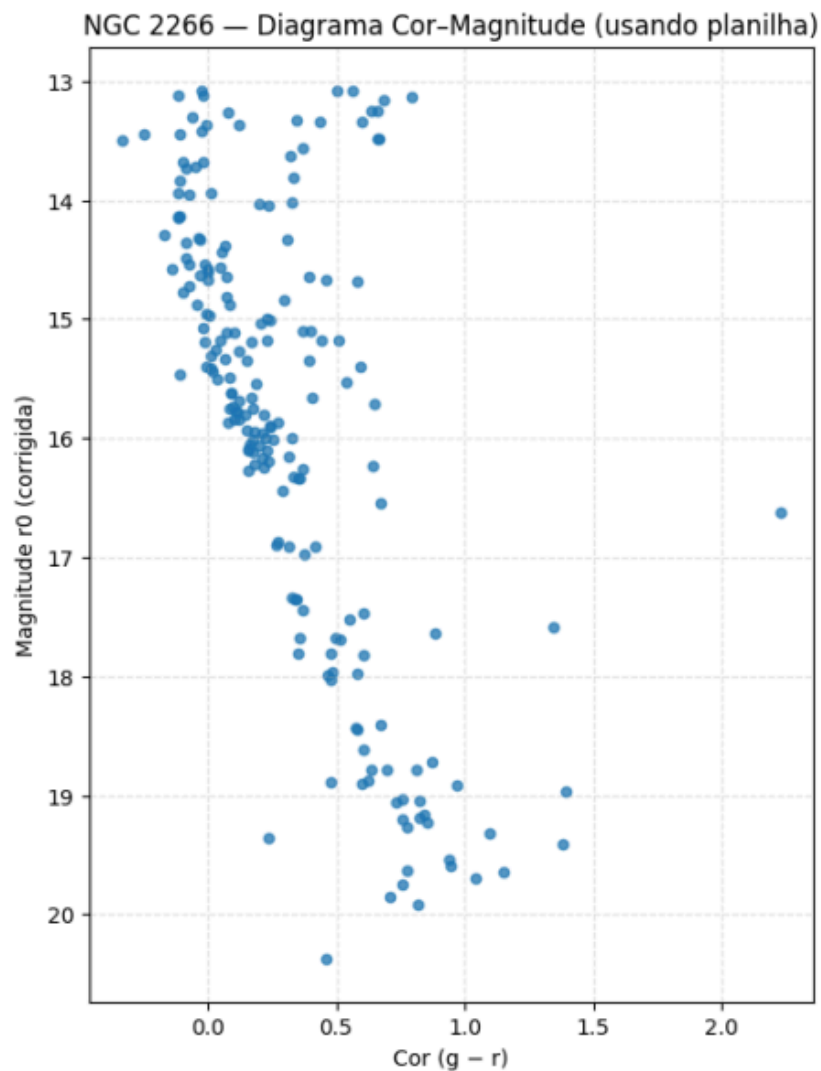


Figura 04: CMD do aglomerado NGC 2266 a partir dos dados fotométricos do SDSS.

Em seguida, o algoritmo constrói automaticamente a crista da sequência principal, calculando a mediana de r_0 em bins de cor e ajustando uma spline cúbica. A partir dessa curva suave, são computadas as derivadas primeira e segunda, permitindo localizar o ponto de maior curvatura associado ao turn-off. Ao mesmo tempo, o código interpola a posição da MS para cada estrela e classifica como candidatas a gigantes vermelhas aquelas que se encontram significativamente mais brilhantes e vermelhas do que a sequência principal. O resultado dessa classificação é apresentado na Figura 5.

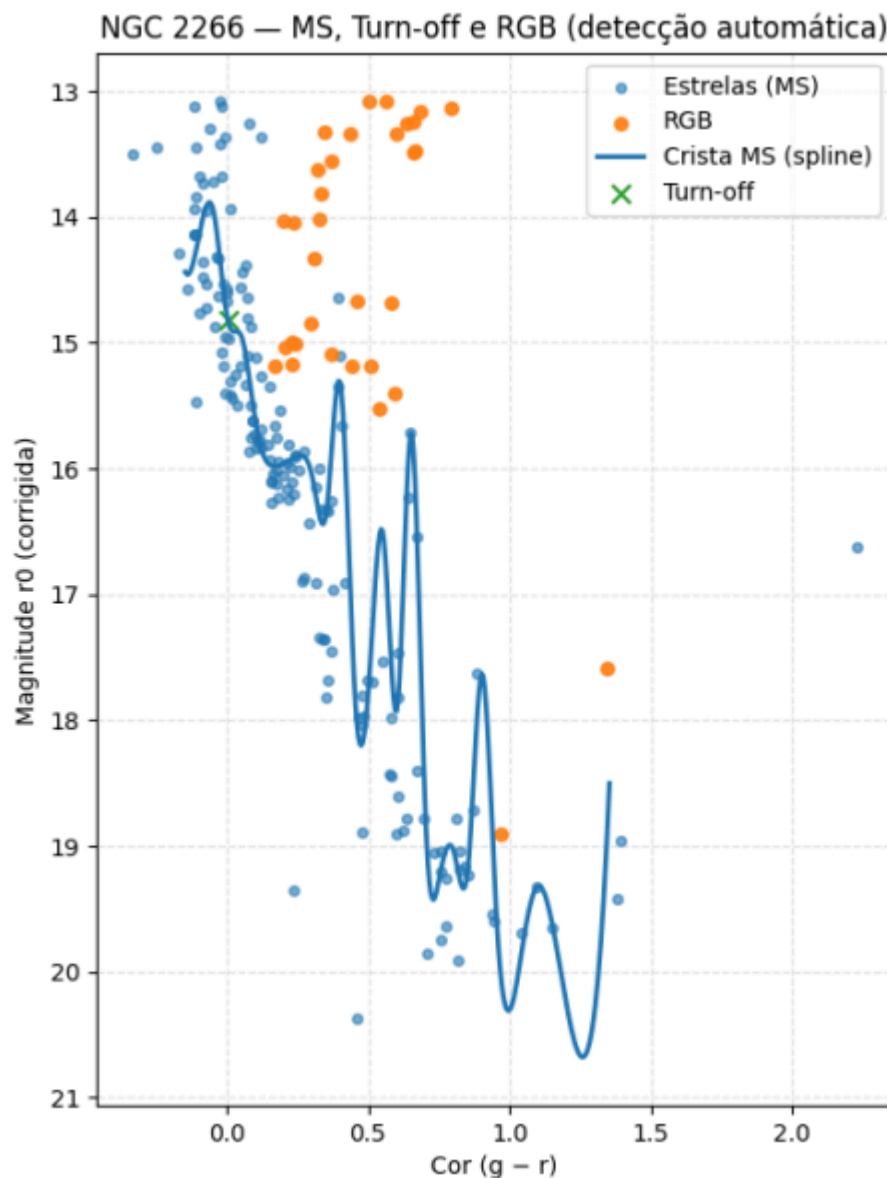


Figura 05: CMD com a sequência principal suavizada (spline), o ponto de turn-off e as estrelas classificadas como candidatas a RGB.

A etapa seguinte consiste na leitura da isócrona do Dartmouth Stellar Evolution Database e na estimativa do módulo de distância μ pelo pareamento cor–magnitude. Para cada ponto da isócrona, o código seleciona estrelas observadas com cor semelhante e calcula $m - M = r_0 - M_r$; a mediana desse conjunto é adotada como estimativa de μ . Com o valor encontrado, a isócrona é deslocada para magnitudes aparentes e sobreposta ao CMD, resultando na Figura 6.

Por fim, o módulo de distância é utilizado para converter as magnitudes aparentes em magnitudes absolutas, produzindo o diagrama de Hertzsprung–Russell (HR) observado. A comparação direta entre os dados em

magnitudes absolutas e a isócrona teórica é mostrada na Figura 7, que evidencia a boa concordância ao longo da sequência principal e do turn-off.

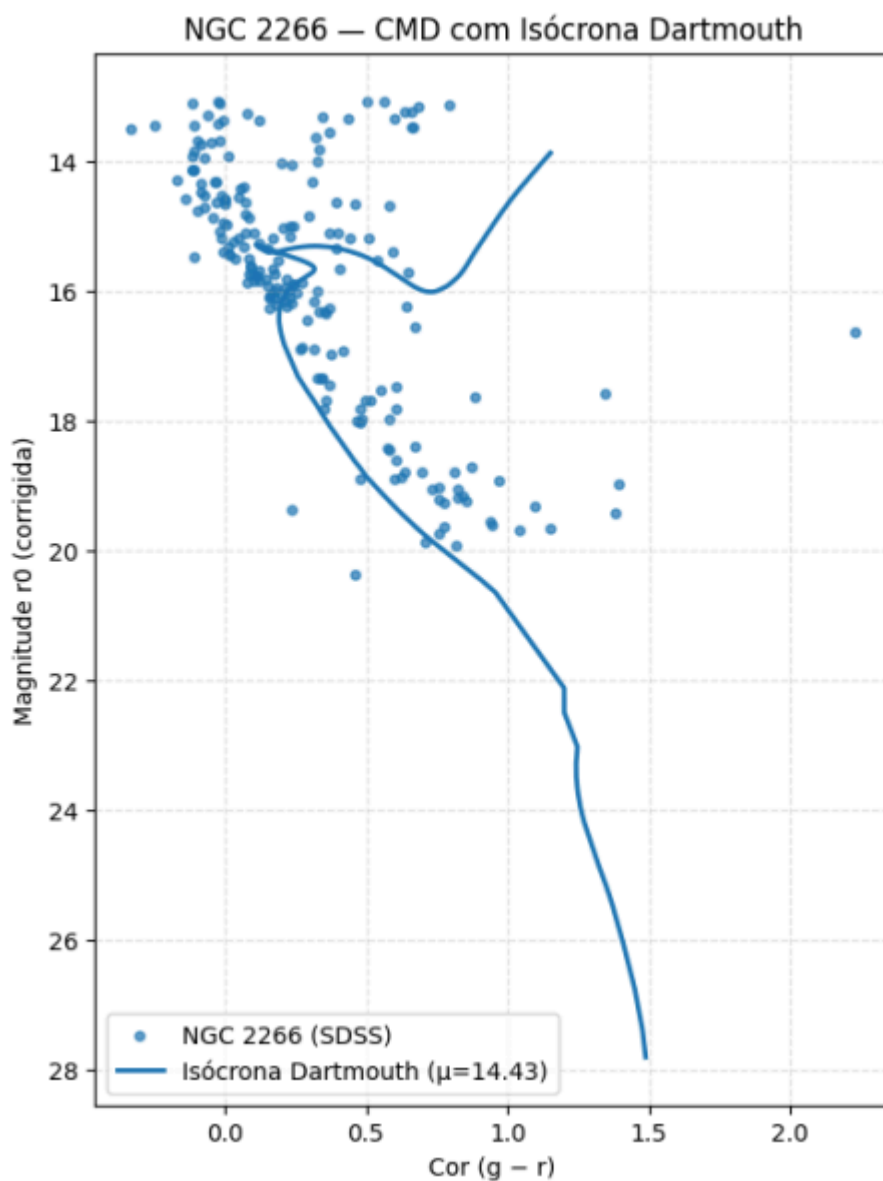


Figura 06: CMD do NGC 2266 com isócrona Dartmouth deslocada pelo módulo de distância estimado.

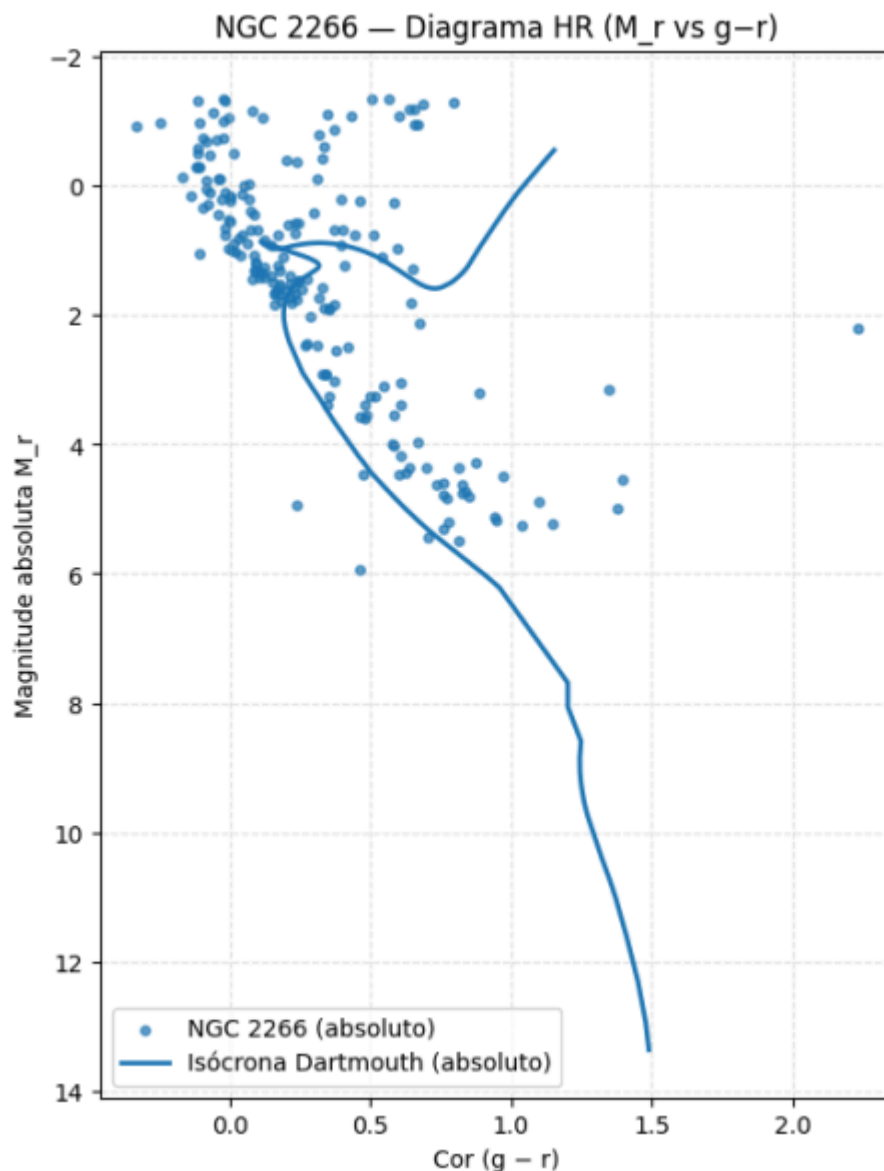


Figura 07: Diagrama HR do NGC 2266 em magnitudes absolutas, comparado à isócrona Dartmouth.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A aplicação do pipeline ao aglomerado aberto NGC 2266 permitiu a obtenção automática dos seus principais parâmetros físicos a partir dos dados fotométricos do SDSS e das isócronas Dartmouth. Os resultados são apresentados a seguir, em ordem direta das etapas implementadas no código.

Estimativa do módulo de distância

A partir do procedimento de pareamento ponto a ponto entre a isócrona teórica e as estrelas observadas, o pipeline calculou o módulo de distância como a mediana dos valores $m - M$ para todas as correspondências válidas. O valor obtido foi:

$$\mu = 14,43,$$

o que corresponde a uma distância heliocêntrica de:

$$d = 7,7 \text{ kpc}.$$

Esse valor encontra-se compatível com estimativas presentes na literatura, que situam o aglomerado entre 7 e 8 kpc. A convergência do método confirma que o pareamento cor–magnitude é adequado para esse tipo de *cluster*, especialmente quando se dispõe de uma sequência principal bem definida, como é o caso do NGC 2266.

Identificação automática do ponto de *turn-off*

A spline ajustada à sequência principal mostrou uma mudança de concavidade claramente identificável no CMD. A derivada segunda da curva apresentou um máximo acentuado na região $g-r \approx 0,38$, o que o pipeline identificou como o ponto de *turn-off*. Esse valor é consistente com isócronas intermediárias (1–2 Gyr), confirmando qualitativamente a idade esperada.

A vantagem do método é a eliminação da subjetividade associada ao ajuste visual, tornando o processo reprodutível e adequado para análises de grandes amostras de aglomerados.

Compatibilidade com isócronas teóricas

A isócrona de 1,2 Gyr e metalicidade solar, quando deslocada pelo módulo de distância estimado, apresentou boa coincidência com a sequência principal observada e com o *turn-off*. A região da gigante vermelha (RGB) mostrou maior dispersão, como esperado em dados fotométricos do SDSS, mas ainda compatível com o ramo ascendente da isócrona dentro das incertezas.

A Figura 6 ilustra essa sobreposição, destacando que:

- A sequência principal inferior apresenta excelente concordância;
- O turno evolutivo coincide com a curvatura prevista pela isócrona;
- A região de RGB é escassamente populosa, mas preserva a tendência teórica.

Diagrama HR e consistência

A conversão automática das magnitudes aparentes em magnitudes absolutas permitiu reconstruir o diagrama HR observado (Figura 7). A forma geral do diagrama reproduz a topologia típica de um aglomerado intermediário: sequência principal extensa, *turn-off* definido e ramo gigante pouco populoso. A sobreposição do modelo confirma que:

- as diferenças entre a isócrona e os pontos observados são pequenas ao longo de toda a sequência principal;
- o valor de μ obtido é consistente tanto no CMD quanto no HR;
- o conjunto de parâmetros idade–distância ajustado pelo pipeline é fisicamente plausível.

Validação da abordagem automatizada



Os resultados foram comparados a ajustes manuais realizados previamente e demonstraram consistência dentro de $\sim 0,1$ mag no módulo de distância e $\sim 0,2$ mag no turn-off. Essas diferenças são esperadas e permanecem dentro do limite introduzido pelas incertezas fotométricas do SDSS.

O método proposto apresenta três vantagens principais:

1. Elimina subjetividade e depende apenas dos dados de entrada.
2. O ajuste completo é realizado em poucos segundos.
3. A estrutura do pipeline é adaptável para outros aglomerados e bancos de isócronas.

Assim, a aplicação ao NGC 2266 demonstra que o pipeline é eficiente, fornece resultados realistas e pode ser empregado tanto em contexto didático quanto em análises preliminares de grandes catálogos estelares.

CONSIDERAÇÕES

O pipeline desenvolvido demonstrou ser uma ferramenta eficiente para a determinação automatizada de parâmetros fundamentais de aglomerados estelares a partir de dados fotométricos. A metodologia integra, em um único fluxo de processamento, a leitura dos dados do SDSS, a construção dos diagramas cor–magnitude e HR, a identificação automática do ponto de turn-off e a comparação quantitativa com isócronas teóricas do Dartmouth Stellar Evolution Database.

A aplicação ao aglomerado NGC 2266 confirmou a capacidade do algoritmo em reproduzir resultados compatíveis com valores encontrados na literatura, tanto para o módulo de distância quanto para a idade estimada. Além disso, o método mostrou-se robusto frente às incertezas fotométricas do SDSS e reproduzível, eliminando a subjetividade associada ao ajuste visual tradicionalmente utilizado em análises de CMD.

Embora promissor, o pipeline ainda pode ser expandido. Melhorias futuras incluem a implementação de técnicas de otimização baseadas em mínimos quadrados, métodos bayesianos, e a leitura automatizada de grades completas de isócronas. Outra possibilidade é a inclusão de estimativa de extinção interestelar, atualmente não tratada pelo algoritmo, além da aplicação sistemática do método a uma amostra maior de aglomerados para validação estatística.

Em síntese, o presente estudo demonstrou que a automação do ajuste de isócronas via Python é uma abordagem viável, reproduzível e de grande potencial tanto para fins didáticos quanto para pesquisas preliminares em evolução estelar e estudos de populações estelares.

REFERÊNCIAS

BINNEY, J.; MERRIFIELD, M. **Galactic Astronomy**. Princeton: Princeton University Press, 1998.



DOTTER, A.; CHABOYER, B.; et al. The Dartmouth Stellar Evolution Database: Models and Isochrones for a Wide Range of Ages and Metallicities. **The Astrophysical Journal Supplement Series**, v. 178, p. 89–101, 2008.

YORK, D. G. et al. The Sloan Digital Sky Survey: Technical Summary. **The Astronomical Journal**, v. 120, n. 3, p. 1579–1587, 2000.

SALARIS, M.; CASSISI, S. **Evolution of Stars and Stellar Populations**. Chichester: Wiley, 2005.

MONTEIRO, H.; DIAS, W. S.; SANTIAGO, B. X. Automated Isochrone Fitting for Open Clusters Using Photometric Data. **Astronomy & Astrophysics**, v. 655, A94, 2021.

DIAS, W. S.; LÉPINE, J. R. D.; ANDRADE, B. G.; et al. Fitting isochrones to open cluster photometric data. **Astronomy & Astrophysics**, v. 539, A79, 2012.

Como citar este artigo (ABNT):

BELLINI, G. A. Desenvolvimento de um pipeline em python para determinação automática da idade e distância de aglomerados estelares a partir de dados fotométricos do Sloan Digital Sky Survey. **Informativo do Observatório Didático de Astronomia (IODA)**, v. 6, n.1, p. 29-43, jun 2026.



UMA ABORDAGEM VISUAL PARA A EXPLORAÇÃO DOS DADOS EXTRAGALÁCTICOS DA MISSÃO GAIA

A VISUAL APPROACH TO EXTRAGALACTIC GAIA DATA EXPLOITATION

Maria Eduarda Manfrinato Pimentel

UNESP Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho", Faculdade de Ciências,
Departamento de Computação, Bacharelado em Sistemas de Informação - Universidade de Lisboa,
Faculdade de Ciências, Bacharelado e Mestrado em Física, eduarda.pimentel@unesp.br

Resumo: *A missão Gaia, da Agência Espacial Europeia, foi um marco na astrofísica galáctica, uma vez que catalogou mais de dois bilhões de objetos com precisão nunca antes obtida, criando um mapa completo da Via Láctea. Apesar de originalmente ter sido desenvolvida para objetos galácticos, seus instrumentos são sensíveis o suficiente para detectar fontes extragalácticas brilhantes, abrindo as portas para uma nova gama de estudos extragalácticos. Para explorar todo o potencial da missão Gaia, porém, é necessário processar um grande volume de dados, tarefa que as ferramentas astronômicas tradicionais não conseguem realizar. Este processamento de dados é um dos grandes desafios da Astronomia moderna. Neste trabalho, traz-se um resumo da dissertação de mestrado da autora, onde é desenvolvido um sistema para o processamento de dados do terceiro Data Release da missão Gaia, com o objetivo de criar visualizações focadas nas fontes extragalácticas que se encontram em meio aos dados galácticos.*

Palavras-chave: Astroinformática; Visualização de dados; Big Data; missão Gaia

Abstract: *The Gaia mission, launched by the European Space Agency, was a milestone in galactic astrophysics, as it cataloged over two billion objects with unprecedented precision, providing a comprehensive map of the Milky Way. Although it was originally designed for galactic objects, its instruments are sensitive enough to detect bright extragalactic sources, opening the door to a new range of extragalactic studies. However, to fully explore the mission's potential, it is necessary to process a large volume of data, a task that traditional astronomical tools are unable to handle. This data handling is one of the major challenges of modern Astronomy. The present work presents a summary of the author's Master's dissertation, in which a system is developed to process data from the third Data Release of the Gaia mission, with the aim of creating visualizations focused on extragalactic sources embedded within galactic data.*

Keywords: Astroinformatics; Data Visualization, Big Data, Gaia mission

INTRODUÇÃO

O potencial extragaláctico da Missão Gaia

A medição das posições e movimentos dos objetos no céu é um interesse para os astrônomos desde a Antiguidade, e ainda é parte essencial da Astronomia moderna. Os avanços na instrumentação permitiram que os dados astrométricos ficassem cada vez mais precisos, e a missão Gaia é um exemplo disto.



Lançada em 2013 pela Agência Espacial Europeia (ESA), o objetivo primário desta missão era de criar um mapa tridimensional completo da Via Láctea, permitindo estudos sobre a dinâmica, formação e estrutura da galáxia. Para isto, os instrumentos deste telescópio medem diversas propriedades das fontes detectadas, como as posições, paralaxes, velocidades radiais e movimentos próprios. Desde que começou a operar, já foram mais de dois bilhões de objetos catalogados. As resoluções atingidas pelo Gaia também são sem precedentes, com um erro padrão na ordem dos 10 micro-segundos de arco (mas), superando em dez vezes a resolução da missão que a antecedeu, a Hipparcos.

Os instrumentos da missão Gaia possuem um limite de brilho detectável, sendo calibrados para poder detectar fontes pontuais, priorizando observar objetos dentro da Via Láctea (Krone-Martins et al., 2013). Porém, estas características também permitiram que a missão detectasse as estrelas mais brilhantes das galáxias mais próximas; galáxias distantes não são resolvidas, mas ainda podem ser detectadas pelos seus bojos centrais mais brilhantes. Assim, objetos extragalácticos também fazem parte do catálogo do telescópio Gaia (Bailer-Jones, 2023).

Para filtrar os objetos extragalácticos entre os milhões de dados observados, é necessário definir características que possam ser únicas ou típicas destes objetos, permitindo separá-los dos objetos da Via Láctea, que são a maioria. O trabalho de isolar objetos extragalácticos individuais já foi feito antes para objetos bem conhecidos, como nos estudos da Nuvem de Magalhães produzidos por Jiménez-Arranz et al. (2023a, 2023b), e nos estudos de Helmi et al. (2018) que envolveram também a cinemática de nove galáxias anãs vizinhas da Via Láctea. Este processo de separação em geral envolve fazer cortes espaciais centrados numa região de interesse, e em seguida, realizar cortes astrométricos e fotométricos, segundo as propriedades de cada objeto, como a cinética e as cores.

Outra maneira de identificar objetos extragalácticos seria selecionando as paralaxes mais próximas de zero, uma vez que a paralaxe diminui com a distância. Apesar da alta precisão das medições do Gaia, para objetos distantes os erros destas observações fazem com que este filtro não seja, por si só, confiável (Gaia Collaboration et al., 2023; Jiménez-Arranz et al., 2023b).

Astronomia na era de *Big Data*

Uma vez estabelecida a possibilidade de estudos extragalácticos com os dados da missão Gaia, é necessário notar a dificuldade de explorar o potencial completo desta base de dados, devido ao seu tamanho. Isto está atrelado a dois fatores principais: a necessidade de representações visuais dos dados da missão, e à grande quantidade de dados produzida.

A criação de representações gráficas das bases de dados é frequentemente uma parte essencial do processo de descoberta científica. Estas visualizações facilitam o reconhecimento de padrões e comportamentos (Moitinho et al., 2017), que não são tão facilmente percebidos olhando apenas para números numa tabela. Além disso, visualizações servem também para auxiliar na filtragem e consulta dos dados, permitindo a validação de resultados científicos, interpretações quantitativas e qualitativas (Hansen et al., 2009).



Em relação à quantidade de dados sendo produzida, a missão Gaia é um exemplo típico do que acontece com as missões espaciais atuais, onde os avanços tecnológicos permitiram não só um aumento na qualidade dos dados, mas também um aumento na quantidade de dados sendo produzida. No caso do Gaia, a base de dados completa é da ordem de *petabytes*. Isto coloca estas novas missões, como a missão Gaia, o telescópio Euclid e o observatório Vera Rubin, por exemplo, no campo da *Big Data*. Esta característica é simultaneamente uma das maiores vantagens e maiores desafios quando se trata da missão Gaia.

Primeiramente, não só os dados do Gaia contêm bilhões de objetos, mas estas medições também são multidimensionais, com as tabelas contendo mais de cem colunas, entre medições diretas e propriedades derivadas destas. Representações 2D tradicionais, como o diagramas cor-cor ou diagramas cor-magnitude podem ser enganadores neste caso: estes gráficos de dispersão, quando chegamos aos milhões de pontos, sofrem com um efeito de excesso de elementos, onde padrões interessantes acabam sendo escondidos em meio à enorme quantidade de informação sendo exibida de uma só vez (Ellis; Dix, 2007).

No campo de *Big Data*, outro problema é que os dados não cabem na memória de um computador comum. Deste modo, operações simples como compartilhar arquivos e aplicar transformações aos seus dados exigem mais recursos computacionais; isto, por sua vez, implica uma maior demora no processamento. É necessário então aplicar estratégias para que a exploração destes dados ocorra de maneira segura e o mais rápido possível.

Dentro deste contexto, fica clara a necessidade de abordar a Astronomia sob a ótica da *Big Data*, uma vez que esta é uma tendência global através das diversas áreas científicas. Apesar disso, os *softwares* e módulos atuais utilizados na Astronomia atualmente não estão preparados para estas quantidades de dados (Hassan et al., 2013).

O presente trabalho sintetiza os resultados de uma dissertação de mestrado (Pimentel, 2024) que propôs um *pipeline* para processar dados do terceiro *data release* (DR3) da missão Gaia, e identificar galáxias dentro desta amostra. O sistema possibilita a produção de imagens customizáveis através de filtros e rotações. As seções a seguir detalham o percurso metodológico e discutem as conclusões obtidas no estudo.

PANORAMA DO CÓDIGO

Para manipular a totalidade dos dados do terceiro *data release* (DR3) da missão Gaia, a estratégia adotada foi a de *split - apply - combine* (ou *separar - aplicar - combinar*, em tradução livre). Ela possui três etapas gerais (Wickham, 2011):

1. Dividir os dados em pedaços menores, de mais fácil manuseio
2. Manipular estes pedaços individualmente
3. Recombinar os pedaços de modo a obter uma estrutura de dados maior

Este método foi escolhido por ser um padrão dentro da ciência de dados, e de ser suportado por bibliotecas em diversas linguagens de programação, como é o caso da linguagem Python, que foi utilizada para o desenvolvimento do código.



A Figura 1 traz um fluxograma geral das quatro etapas do código. O código ainda conta com um arquivo de configuração, onde o usuário pode customizar parâmetros para utilizar este fluxo como for melhor para seus objetivos científicos.

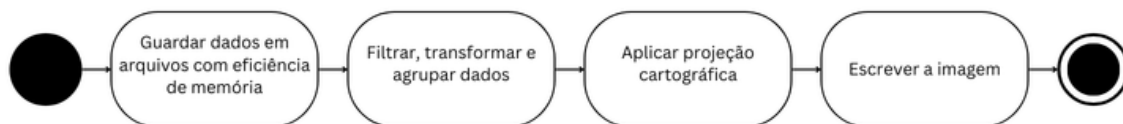


Figura 1: Fluxograma das quatro etapas principais do código desenvolvido para obtenção de uma visualização dos dados da missão Gaia.

Guardar os dados num formato eficiente

Os dados da missão Gaia são guardados num formato de arquivo desenvolvido especialmente para a missão, o *gbin* (*Gaia binary*). Para extrair os dados destes arquivos e acessá-los através do código, foi necessário utilizar um programa fornecido pela equipe da missão Gaia.

Como mencionado anteriormente, é impossível ler todos os dados para a memória do computador. Por isso, o usuário pode informar quais são as colunas da tabela que lhe interessam, e então os dados são lidos em blocos de linhas (*split*). Não são feitas manipulações nesta etapa, e então os dados são salvos num outro arquivo, desta vez no formato HDF5 (*combine*). Este é um formato de arquivo criado especificamente para armazenar grandes quantidades de dados.

O propósito desta etapa é eliminar informações irrelevantes para o usuário (através da pré-seleção de colunas), e tornar a leitura dos dados mais fácil, através da sua replicação no arquivo HDF5, que servirá como a nova fonte de dados para o resto do processamento.

Filtrar, transformar e agrupar os dados

Com os dados já acessíveis, inicia-se a etapa de manipulação e agrupamento. Mesmo após a seleção inicial de colunas, os dados da missão Gaia ainda contêm bilhões de fontes, o que torna pouco eficiente calcular estatísticas ou gerar visualizações diretamente sobre todos os pontos.

Por esse motivo, esta etapa tem como objetivo agrupar os dados armazenados no arquivo HDF5. O agrupamento é realizado por meio do esquema HEALPIX (Hierarchical Equal Area isoLatitude Pixelization), um método de pixelização da esfera que a divide em células de igual área (Górski et al., 2005).

Utilizando a biblioteca *healpy*, que implementa o HEALPIX em Python, cada fonte do Gaia é associada a uma célula com base em suas coordenadas. Dessa forma, é possível calcular estatísticas resumidas por célula, como a média do fluxo em uma banda fotométrica ou o movimento próprio médio.

Nessa etapa também são aplicados os filtros definidos pelo usuário, que seleciona as fontes de acordo com os valores das colunas escolhidas anteriormente. Isso reduz ainda mais a quantidade de dados processados.

Ao final do processo, o arquivo HDF5 passa a armazenar apenas as estatísticas de cada célula HEALPIX, e não mais os dados individuais das fontes. Assim, o volume de dados é reduzido de bilhões de pontos para milhões de células, número que depende da resolução adotada: resoluções mais altas produzem mapas mais detalhados, mas geram um maior número de células (Figura 2).

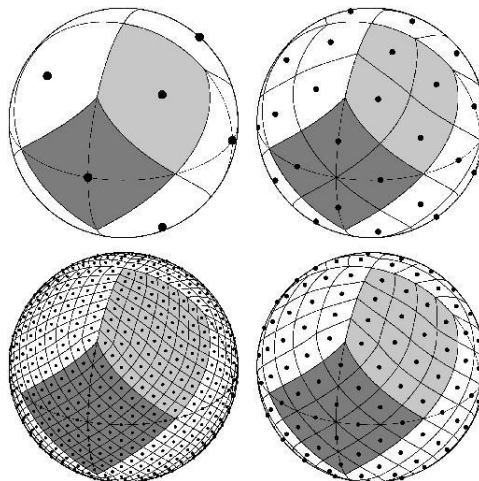


Figura 2: Partição HEALPIX demonstrada numa esfera em diferentes resoluções. Os pontos pretos representam o centro de cada célula. (fonte: Górski, 2005)

Aplicar uma projeção cartográfica e criação da matriz imagem

Nesta etapa, os dados já agrupados em células HEALPIX são utilizados para gerar uma imagem por meio de uma projeção cartográfica. O usuário escolhe qual grandeza será representada, como o brilho nas bandas fotométricas G, RP ou BP da missão *Gaia*.

É possível definir a resolução da imagem final, e selecionar uma entre três projeções (Hammer, cartesiana ou ortográfica). Cada célula HEALPIX possui um ponto central, que é projetado no plano da imagem de acordo com a projeção escolhida. Dessa forma, define-se a qual pixel da imagem cada célula corresponde.

O resultado deste processo é uma matriz, a chamada matriz imagem. Ela possui as mesmas dimensões da imagem final, que guarda em cada pixel o valor da propriedade selecionada, já sendo assim uma espécie de mapa do céu. Porém, a escala destes valores ainda é a escala da grandeza a visualizar. Para poder de fato produzir uma imagem, é preciso transformar esta escala numa escala de base 8, para se obter a imagem em tons de cinza.

Escrever a imagem

Aqui, o valor guardado em cada pixel da matriz imagem passará por uma normalização, de modo a passar este valor para uma escala de 8-bits ou 16-bits, dependendo da escolha do usuário.

A escala 8-bit permite guardar $2^8 = 256$ valores diferentes, enquanto a escala 16-bit permite $2^{16} = 65536$ valores diferentes. A escolha de escala dependerá da amplitude de valores presentes na grandeza selecionada, para as fontes selecionadas; a escala 16-bit permite traduzir uma maior sensibilidade nas medições.

Por fim, estes valores normalizados são utilizados para escrever a imagem PNG final, trazendo a visualização escolhida numa escala cinzenta, como será visto em breve.

METODOLOGIA

Com o código desenvolvido, torna-se possível fazer o estudo das fontes extragalácticas do catálogo da missão Gaia. Para identificá-los, primeiramente foi necessário buscar características comuns entre galáxias vizinhas bem conhecidas, compará-las com dados da região do disco da Via Láctea e usar essa análise para definir quais parâmetros utilizar para filtrar o conjunto de dados completo.

Para realizar a análise das galáxias vizinhas, utilizou-se as mesmas galáxias anãs selecionadas em Helmi et al. (2018), acrescentando também as galáxias M33, Andrômeda e as Nuvens de Magalhães, escolhidas por serem também objetos bem conhecidos e facilmente identificáveis nas visualizações já existentes do Gaia. Amostras de dados ao redor destas fontes extragalácticas foram obtidas com o serviço *online* do Gaia Archive.

A amostra de dados do disco Via Láctea foi obtida a partir de uma subamostra de 1% do DR3, onde foram selecionadas apenas as fontes com latitudes galácticas entre -12° e 26° . Assim, estas fontes pertencem de maneira geral ao disco e ao centro da galáxia, que são as principais fontes de contaminação para objetos extragalácticos.

Como a base de dados do Gaia traz múltiplas medidas astrométricas para suas fontes, foram escolhidas algumas destas medidas para definir os critérios de separação entre fontes galácticas e extragalácticas.

Movimento próprio

O movimento próprio (pm) é uma mudança angular na posição observada de um objeto astronômico, que resulta da projeção do movimento do objeto na esfera celeste. De maneira geral, objetos distantes possuem movimentos próprios menores em comparação ao movimento dos objetos na vizinhança solar.

Assim, é esperado que as galáxias possuam movimentos próprios próximos de zero. Porém, o mesmo pode ocorrer para fontes distantes do Sol, dentro da Via Láctea, de modo que este não é um critério definitivo. Para refinar esta análise, serão analisados os movimentos próprios nas coordenadas galácticas de latitude (pmb) e longitude (pml), medidos em milissegundos de arco por ano (mas/ano), uma vez que estas irão refletir o movimento das fontes ao redor da Via Láctea.

Deste modo, uma análise das fontes em cada um dos quatro quadrantes galácticos poderá revelar tendências de movimento para os objetos galácticos, que não aparecerão para os objetos extragalácticos. Também aplica-se um filtro para controle de qualidade de cor, seguindo os critérios definidos em Helmi et al. (2018).

Paralaxe

A paralaxe (ϖ) é também uma mudança angular da posição de um objeto em comparação com os objetos de fundo no céu. Este efeito é causado não só pela mudança de posição do observador, mas também pelo movimento do objeto através da galáxia, isto é, seu movimento próprio, como descrito anteriormente. A paralaxe

é de grande importância para a Astronomia, pois pode ser utilizada para calcular a distância até um objeto:

$$d = 1/\varpi$$

onde d é a distância em parsecs, e ϖ é a paralaxe em segundos de arco.

A paralaxe não é medida diretamente pelos instrumentos da missão Gaia, mas sim calculada a partir de uma modelagem aplicada às observações da mudança de posição nos sentidos da ascensão reta (α) e declinação (δ). Esta modelagem revela um padrão de hélice, de onde se extraem os valores da paralaxe para aquele objeto, bem como a sua incerteza (Luri et al., 2018).

Pela equação apresentada, objetos muito distantes apresentam paralaxes muito pequenas, próximas de zero. Análises estatísticas (Bailer-Jones, 2023; Luri et al., 2018) mostram que, nesses casos, as incertezas do modelo fazem com que a paralaxe medida tenha probabilidade semelhante de assumir valores positivos ou negativos.

Tradicionalmente, valores negativos de paralaxe seriam descartados, pois levariam a uma “distância negativa”, que não possui significado físico, e são um efeito da incerteza na medição. Porém, para obter apenas as fontes extragalácticas da missão Gaia, serão selecionadas exclusivamente fontes com paralaxe negativa, uma vez que isto é um forte indicador de objetos longínquos.

Cor BP-RP

A fotometria traz muitas informações sobre uma fonte astronômica. A missão Gaia possui três bandas fotométricas, G (350–1000 nm), que cobre grande parte do espectro visível, BP (330–680 nm), associada à região azul, e RP (640–1000 nm), associada à região vermelha do espectro. A cor BP–RP é definida como a diferença entre as magnitudes medidas nas bandas BP e RP para um mesmo objeto.

A cor está relacionada principalmente à temperatura da fonte, mas também pode refletir o avermelhamento causado pelo meio interestelar. No caso das estrelas, ela pode ainda fornecer informações sobre idade e massa. Assim, a cor de uma galáxia é um indicador de sua população estelar.

Como a escala de magnitude é invertida — valores maiores correspondem a objetos menos brilhantes — valores baixos de BP–RP indicam objetos mais azuis, geralmente mais jovens e massivos, enquanto valores altos indicam objetos mais vermelhos, tipicamente mais velhos e menos massivos.

As galáxias apresentam diferentes distribuições de cor, dependendo de suas populações estelares e de sua história evolutiva, sem um padrão único. No entanto, as estrelas do disco e do centro da Via Láctea tendem a apresentar distribuições de cor distintas das fontes extragalácticas, o que torna essa medida útil também como critério de seleção.

Análise dos quadrantes

Com base na discussão apresentada, são construídos histogramas de movimento próprio, tanto nas duas direções das coordenadas galácticas (p_{ml} e p_{mb}) quanto no seu valor total (p_m), e de cor para os objetos extragalácticos em cada quadrante galáctico, bem como para as possíveis fontes de contaminação

provenientes do disco da Via Láctea. Em todos os casos, são escolhidas apenas fontes com paralaxe negativa.

Esses histogramas são utilizados para definir valores de corte específicos para cada quadrante. A análise detalhada, assim como os histogramas correspondentes, encontra-se na dissertação de Pimentel (2024); apresenta-se aqui apenas um quadro-resumo com os cortes adotados em cada quadrante.

Quadro 1: Resumo das fontes utilizadas como referência para os objetos extragalácticos em cada quadrante, e também dos cortes adicionais de movimento próprio e cor aplicados a cada quadrante.

Quadrante	Fontes extragalácticas selecionadas	pml (mas/ano)	pmb (mas/ano)	BP-RP
1°	Galáxia anã de Draco (Draco dSph), Galáxia anã de Sagitário (Sgr dSph)	$-3 < pml < 3$	$-1 < pmb < 1$	$BP-RP < 1.3$
2°	Andrômeda, Ursa Menor (Ursa Min), M33	$-1 < pml < 1$	$-1 < pmb < 1$	Nenhum
3°	Galáxia anã de Fornax (Fornax dSph), Galáxia anã de Carina (Carina dSph), Leo-I, Leo-II	$-1 < pml < 1$	$-1 < pmb < 1$	$BP-RP < 1.7$
4°	Grande Nuvem de Magalhães (LMC), Pequena Nuvem de Magalhães (SMC), Bôotes-I	$-1.5 < pml < 1.5$	$-2 < pmb < 2$	$BP-RP < 1.4$

RESULTADOS

Aqui são apresentadas as visualizações de cada quadrante, com base nas filtragens descritas anteriormente, destacando os objetos identificados. Todas as imagens foram feitas com uma divisão HEALPix de 805.306.368 células e mostram mapas de densidade de fontes: as áreas mais claras indicam maior concentração de objetos, conforme o filtro aplicado.

Cada quadrante foi sobreposto ao mapa de densidade sem filtros da missão Gaia, permitindo comparar visualmente o efeito dos filtros. Em todas as imagens foi usada a projeção ortográfica, mostrando o mesmo quadrante visto a partir de dois hemisférios diferentes. Para identificar as fontes encontradas nas visualizações, utilizou-se o programa Aladin Sky Atlas.

Primeiro quadrante

Na Figura 3 vê-se uma nuvem escura na região central da galáxia, consistente com as faixas de poeira que existem na Via Láctea. Estas faixas são regiões de formação estelar, mas a poeira interestelar causa a extinção da luz de

frequências mais altas. Desta forma, as regiões mais poeirentas da galáxia tendem a ser vermelhas.

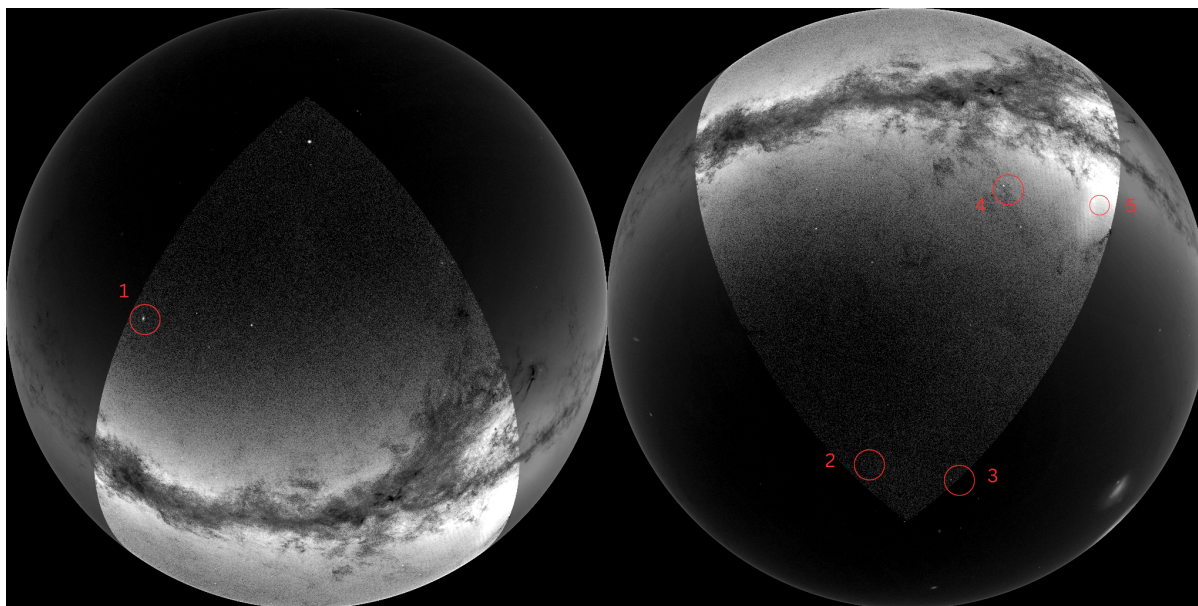


Figura 3: Visualizações anotadas do primeiro quadrante galáctico, centralizadas nos hemisférios norte e sul. Os objetos anotados são: 1 - Draco dSph, 2 - Galáxia Wolf-Lundmark-Melotte; 3 - NGC 7793; 4 - NGC 6822; 5 - Sgr dSph.

Como no corte realizado para este quadrante foram priorizadas as fontes azuis (BP-RP baixos), esta região de poeira foi majoritariamente excluída da imagem, dando origem à nuvem escura observada na visualização.

Quanto ao conteúdo extragaláctico encontrado para este quadrante, foi possível recuperar visualmente as duas galáxias usadas como referência para os parâmetros de corte (Draco dSph, Sgr dSph); bem como identificar três outras. Destas, uma é uma galáxia espiral (NGC 7793), e duas são galáxias irregulares (a galáxia Wolf-Lundmark-Melotte, WLM) e a galáxia NGC 6822. As duas últimas já foram estudadas anteriormente com dados do Gaia (Yang et al., 2022; Dmitrova et al., 2022).

Segundo quadrante

Das onze galáxias apontadas na Figura 4, sete não faziam parte da amostra utilizada para a decisão dos parâmetros da filtragem, apresentando uma diversidade de morfologias: M81, uma galáxia do tipo Seyfert-2; NGC 2403, que é um AGN; NGC 4228, uma galáxia *starburst*, com muita formação estelar; NGC 449, uma galáxia espiral de Magalhães (isto é, assemelha-se à Grande Nuvem de Magalhães, com uma estrutura de barra irregular); M101, a Galáxia do Catavento, que é uma galáxia espiral; e IC 1613, uma galáxia anã irregular.

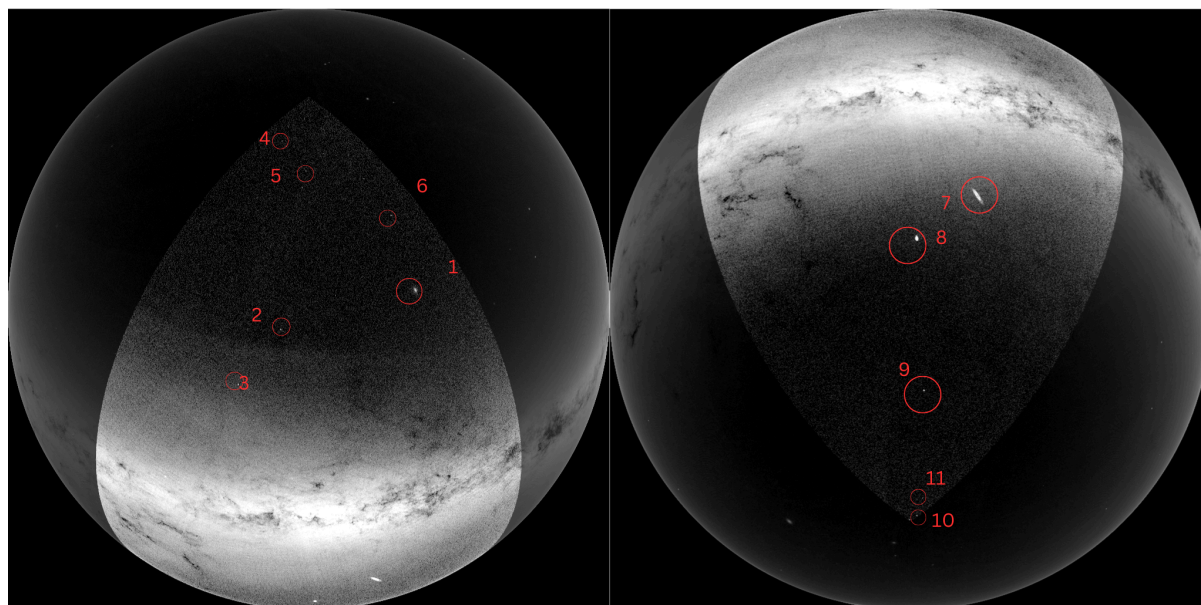


Figura 4: Visualizações anotadas do segundo quadrante galáctico, centralizadas nos hemisférios norte e sul. Os objetos anotados são: 1 - Ursa Minor dSph; 2 - M81; 3 - NGC 2403; 4 - NGC 4228; 5 - NGC 449; 6 - M101; 7 - Andrômeda; 8 - M33; 9 - IC 1613; 10 - NGC 253; 11 - NGC 247.

Destas, encontram-se estudos com dados do Gaia particularmente para M81 (Pan et al., 2022), NGC 2403 (Forbes et al., 2022) e IC 1613 (Taibi et al., 2024).

Utilizando o *software* Aladin, foi possível fazer uma visualização mais detalhada da galáxia de Andrômeda, onde foi possível inclusive distinguir melhor sua estrutura espiral.

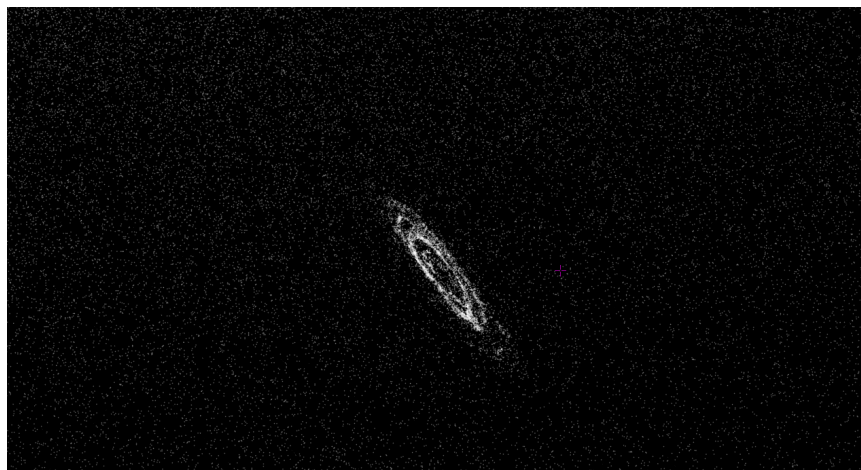


Figura 5: Mapa de densidade da região da galáxia de Andrômeda, visualizado utilizando o Aladin Sky Atlas.

Terceiro quadrante

Como explicado, o terceiro quadrante galáctico é uma região periférica da Via Láctea, menos populoso. Na Figura 6, vê-se uma estrutura de nuvens finas na

região central, e mais uma vez as galáxias são mais facilmente identificadas nas regiões polares.

Além das galáxias anãs utilizadas como amostra para a filtragem (Carina dSph, Fornax dSph, Leo-I e Leo-II), foram encontrados dois outros objetos: a galáxia anã do Sextante (Sextans dSph), que é uma galáxia satélite da Via Láctea; e NGC 3109, que é uma candidata a AGN. Ambas já foram estudadas anteriormente com dados da missão Gaia (Menzies et al., 2019; Cicúendez e Battaglia., 2018).

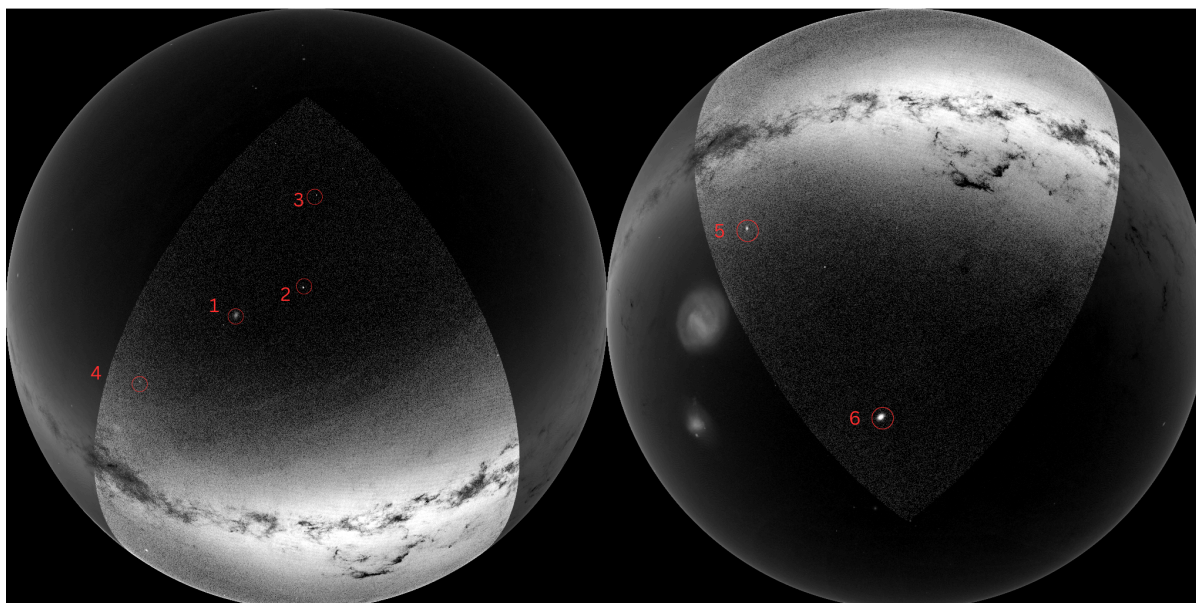


Figura 6: Visualizações anotadas do terceiro quadrante galáctico, centralizadas nos hemisférios norte e sul. Os objetos anotados são: 1 - Sextans dSph; 2 - Leo-I; 3 - Leo-II; 4 - NGC 3109; 5 - Carina dSph; 6 - Fornax dSph.

Quarto quadrante

Chegando no quarto quadrante, volta-se a observar a região central da galáxia, e vê-se na Figura 7 o reaparecimento das nuvens escuras no centro da galáxia, correspondentes às nuvens de poeira.

Além das nuvens de Magalhães, utilizadas como parâmetros na filtragem, foi possível encontrar outras cinco galáxias: a galáxia do Escultor (NGC 253), uma galáxia espiral; NGC 300 e NGC 55, galáxias do grupo do Escultor, sendo NGC 55 também uma galáxia irregular de Magalhães; e a galáxia anã irregular da Fênix (Phoenix dIrr). Destas, há estudos com dados do Gaia para NGC 253 (Lyu et al., 2023), e para Phoenix dIrr (Battaglia et al., 2022).

Nota-se que a galáxia Boötes-I, que era parte da amostra de fontes extragalácticas, não está presente na visualização resultante da filtragem. Isto pode ter sido causado por um viés na filtragem, uma vez que as Nuvens de Magalhães são galáxias maiores, com muito mais membros observáveis do que a galáxia de Boötes, de modo que elas influenciaram mais a filtragem.

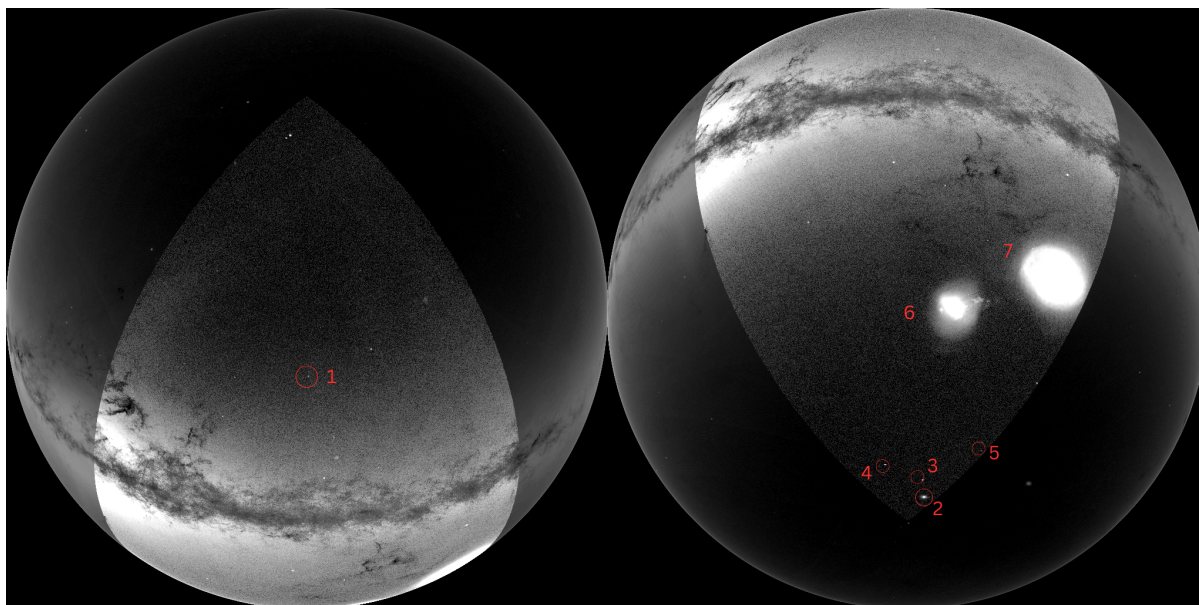


Figura 7: Visualizações anotadas do quarto quadrante galáctico, centralizadas nos hemisférios norte e sul. Os objetos anotados são: 1 - M83; 2 - NGC 253; 3 - NGC 300; 4 - NGC 55; 5 - Phoenix dIrr; 6 - Pequena Nuvem de Magalhães; 7 - Grande Nuvem de Magalhães.

As nuvens de Magalhães (Figura 8) são outro caso de estudo interessante, pois através da filtragem aplicada é possível distinguir melhor suas estruturas mais sutis, como a barra distorcida da Grande Nuvem, e a Ponte de Magalhães, uma ponte de gás que conecta as duas galáxias, provavelmente originária de uma interação entre as duas nuvens (Wang et al., 2022).

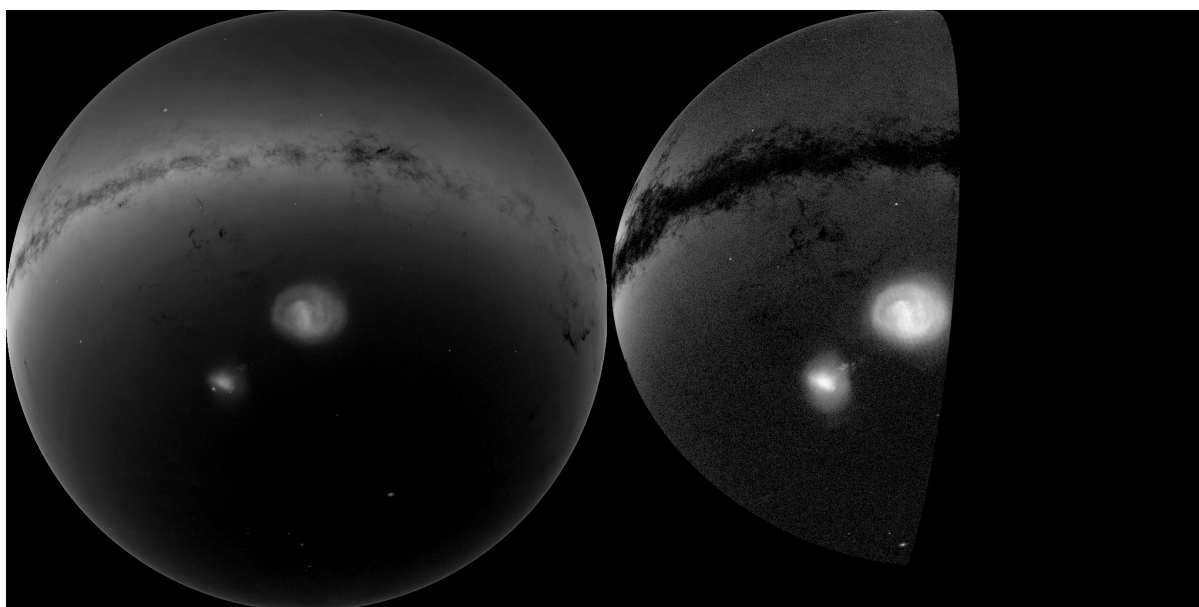


Figura 8: Comparação do mapa de densidade centralizado na Grande Nuvem de Magalhães. À esquerda, está a projeção ortogonal sem filtros. À direita está o resultado da filtragem e do recorte do quarto quadrante.

Conclusões

Com este projeto, foi possível produzir uma ferramenta robusta para a criação de visualizações da base de dados gerada pela missão Gaia, tendo sido especialmente construída para ser capaz de processar este grande volume de dados.

Dentro do contexto de uma Astronomia cada vez mais voltada para o ambiente de *Big Data*, é essencial que as ferramentas de trabalho dos astrônomos se adaptem para receber esta quantidade cada vez maior de dados, e permita que estes dados sejam facilmente manipulados, para que a extração de informações relevantes seja possível, colaborando para o processo da descoberta científica.

Ainda mais, mostrou-se que a missão Gaia tem um enorme potencial para estudos extragalácticos, devido à sensibilidade e qualidade dos seus instrumentos. Aliando estes dados de alto calibre ao código desenvolvido, foi possível criar visualizações que evidenciam fontes extragalácticas, incluindo galáxias que potencialmente ainda não foram estudadas utilizando dados da missão.

Em suma, este trabalho superou as dificuldades técnicas relacionadas ao processamento de grandes volumes de dados astronômicos, e com isto abriu um caminho para a exploração da base de dados da missão Gaia em todo o seu potencial. Outras implementações deste código poderão originar ainda mais visualizações inovadoras para a missão.

REFERÊNCIAS

- BAILER-JONES, Coryn AL. Estimating distances from parallaxes. **Publications of the Astronomical Society of the Pacific**, v. 127, n. 956, p. 994-1009, 2015.
- BAILER-JONES, Coryn AL et al. Gaia Data Release 3-The extragalactic content. **Astronomy & Astrophysics**, v. 674, p. A41, 2023.
- BATTAGLIA, Giuseppina et al. Gaia early DR3 systemic motions of Local Group dwarf galaxies and orbital properties with a massive Large Magellanic Cloud. **Astronomy & Astrophysics**, v. 657, p. A54, 2022.
- CICUENDEZ, Luis; BATTAGLIA, Giuseppina. Appearances can be deceiving: clear signs of accretion in the seemingly ordinary Sextans dSph. **Monthly Notices of the Royal Astronomical Society**, v. 480, n. 1, p. 251-260, 2018.
- DIMITROVA, Tzvetelina A. et al. Locating Red Supergiants in the Galaxy NGC 6822. **The Astronomical Journal**, v. 163, n. 2, p. 70, 2022.
- ELLIS, Geoffrey; DIX, Alan. A taxonomy of clutter reduction for information visualisation. **IEEE transactions on visualization and computer graphics**, v. 13, n. 6, p. 1216-1223, 2007.
- FORBES, Duncan A. et al. Low-metallicity globular clusters in the low-mass isolated spiral galaxy NGC 2403. **Monthly Notices of the Royal Astronomical Society**, v. 512, n. 1, p. 802-810, 2022.



GAIA COLLABORATION et al. The Gaia mission. **arXiv preprint arXiv:1609.04153**, 2016.

GORSKI, Krzysztof M. et al. HEALPix: A framework for high-resolution discretization and fast analysis of data distributed on the sphere. **The Astrophysical Journal**, v. 622, n. 2, p. 759, 2005.

HAMMER, F. et al. The Magellanic stream system. I. Ram-pressure tails and the relics of the collision between the Magellanic clouds. **The Astrophysical Journal**, v. 813, n. 2, p. 110, 2015.

HANSEN, Charles et al. Visualization for data-intensive science. In: TANSLEY, Stewart et al. **The fourth paradigm: data-intensive scientific discovery**. Redmond, WA: Microsoft Research, 2009. p. 153–163.

HASSAN, Amr H. et al. Tera-scale astronomical data analysis and visualization. **Monthly Notices of the Royal Astronomical Society**, v. 429, n. 3, p. 2442-2455, 2013.

HELMI, Amina et al. Gaia Data Release 2-Kinematics of globular clusters and dwarf galaxies around the Milky Way. **Astronomy & astrophysics**, v. 616, p. A12, 2018.

JIMÉNEZ-ARRANZ, Óscar et al. Application of a neural network classifier for the generation of clean Small Magellanic Cloud stellar samples. **Astronomy & Astrophysics**, v. 672, p. A65, 2023a.

JIMÉNEZ-ARRANZ, Óscar et al. Kinematic analysis of the Large Magellanic Cloud using Gaia DR3. **Astronomy & Astrophysics**, v. 669, p. A91, 2023b.

KRONE-MARTINS, A. et al. Pushing the limits of the Gaia space mission by analyzing galaxy morphology. **Astronomy & Astrophysics**, v. 556, p. A102, 2013.

LURI, Xavier et al. Gaia data release 2-using gaia parallaxes. **Astronomy & Astrophysics**, v. 616, p. A9, 2018.

LYU, Xuanyi et al. On the origin of the anomalous gas, non-declining rotation curve, and disc asymmetries in NGC 253. **Monthly Notices of the Royal Astronomical Society**, v. 524, n. 1, p. 1169-1190, 2023.

MENZIES, John W. et al. Luminous AGB variables in the dwarf irregular galaxy, NGC 3109. **Monthly Notices of the Royal Astronomical Society**, v. 483, n. 4, p. 5150-5165, 2019.

MOITINHO, André et al. Gaia data release 1-the archive visualisation service. **Astronomy & Astrophysics**, v. 605, p. A52, 2017.

PAN, Jiaming et al. New globular cluster candidates in the M81 group. **Monthly Notices of the Royal Astronomical Society**, v. 515, n. 1, p. 48-70, 2022.

PIMENTEL, Maria Eduarda Manfrinato. **Galactic and Extragalactic Insights: A Visualisation Approach to Gaia Data Exploitation**. Orientador: André Moitinho de Almeida. Dissertação (Mestrado em Física) - Faculdade de Ciências, Universidade de Lisboa, Lisboa, 2024.



TAIBI, S. et al. From gas to stars: MUSEings on the internal evolution of IC 1613. **Astronomy & Astrophysics**, v. 689, p. A88, 2024.

WANG, Jianling; HAMMER, Francois; YANG, Yanbin. Lessons from the Magellanic System and its modeling. **Monthly Notices of the Royal Astronomical Society**, v. 515, n. 1, p. 940-952, 2022.

WICKHAM, Hadley. The split-apply-combine strategy for data analysis. **Journal of statistical software**, v. 40, p. 1-29, 2011.

YANG, Yanbin et al. Evidence of ram-pressure stripping of WLM, a dwarf galaxy far away from any large host galaxy. **Astronomy & Astrophysics**, v. 660, p. L11, 2022.

Como citar este artigo (ABNT):

PIMENTEL, M. E. M. Uma abordagem visual para a exploração dos dados extragalácticos da missão Gaia. **Informativo do Observatório Didático de Astronomia (IODA)**, v. 6, n.1, p. 44-58, jun 2026.



ANÁLISE ESTATÍSTICA DA ESTRUTURA ESPACIAL E DA EVOLUÇÃO DE AGLOMERADOS ESTELARES COM DADOS DA MISSÃO GAIA

STATISTICAL ANALYSIS OF THE SPATIAL STRUCTURE AND EVOLUTION OF STELLAR CLUSTERS USING GAIA MISSION DATA

Raiane dos Santos Pereira¹, Julia Helena Azarias², Thauã Pereira de Menezes³, Paola Ferreira da Silva⁴, Marina Piacenti-Silva⁵

¹ UNESP Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho", Faculdade de Ciências, Departamento de Física e Meteorologia, Curso de Física, Observatório Didático de Astronomia da UNESP Bauru, raiane.s.pereira@unesp.br

² UNESP Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho", Faculdade de Ciências, Departamento de Física e Meteorologia, Curso de Física, Observatório Didático de Astronomia da UNESP Bauru, jh.paulo@unesp.br

³ UNESP Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho", Faculdade de Ciências, Departamento de Física e Meteorologia, Curso de Física, thaua.menezes@unesp.br

⁴ UNESP Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho", Faculdade de Ciências, Programa de pós graduação em Biotecnologia, Botucatu, paola.ferreira@unesp.br

⁵ UNESP Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho", Faculdade de Ciências, Departamento de Física e Meteorologia, marina.piacenti@unesp.br

Resumo: *Este estudo analisa comparativamente a estrutura espacial e a evolução físico-populacional dos aglomerados abertos NGC 1981 e M45 (Plêiades) utilizando dados astrométricos e fotométricos do Gaia Data Release 3 (DR3). Foram extraídas variáveis como temperatura efetiva, luminosidade, paralaxe, movimento próprio e índice de cor (BP-RP), com amostras superiores a 5.000 estrelas por aglomerado. A análise incluiu estatística descritiva, teste de Kolmogorov-Smirnov para normalidade, teste não paramétrico de Mann-Whitney para comparação entre distribuições e correlação de Spearman para avaliação das relações entre variáveis físicas. Os resultados evidenciaram diferenças estatisticamente significativas ($p < 0,05$) nas distribuições de temperatura, luminosidade e índice de cor entre os aglomerados, indicando estágios evolutivos distintos. As matrizes de correlação revelaram variações na intensidade das relações monotônicas entre parâmetros físicos, sugerindo diferenças na organização estrutural e dinâmica interna. Os diagramas Hertzsprung-Russell confirmaram padrões populacionais não coincidentes, especialmente na concentração relativa de estrelas mais quentes e luminosas. A convergência entre evidências descritivas, inferenciais e estruturais reforça a robustez da análise estatística aplicada. Conclui-se que o Gaia DR3 constitui ferramenta eficaz para investigações comparativas da evolução estelar, permitindo discriminar padrões estruturais em aglomerados abertos.*

Palavras-chave: aglomerados abertos; evolução estelar; Gaia DR3; análise estatística; diagrama Hertzsprung-Russell.

Abstract: *This study presents a comparative analysis of the spatial structure and physical-population evolution of the open clusters NGC 1981 and M45 (Pleiades) using astrometric and photometric data from the Gaia Data Release 3 (DR3). Variables including effective temperature, luminosity, parallax, proper motion, and color index (BP-RP) were extracted, comprising samples exceeding 5,000 stars per cluster. The statistical approach included descriptive analysis, Kolmogorov-Smirnov test for distribution assessment,*



Mann-Whitney non-parametric test for inter-cluster comparison, and Spearman correlation to evaluate monotonic relationships among physical parameters. The results revealed statistically significant differences ($p < 0.05$) in temperature, luminosity, and color index distributions between clusters, indicating distinct evolutionary stages. Correlation matrices showed variations in the strength of relationships among stellar parameters, suggesting differences in structural organization and internal dynamical conditions. Hertzsprung–Russell diagrams confirmed non-coincident population patterns, particularly in the relative concentration of hotter and more luminous stars. The convergence of descriptive, inferential, and structural evidence supports the robustness of the applied statistical framework. We conclude that Gaia DR3 is a powerful tool for comparative investigations of stellar evolution, enabling reliable discrimination of structural patterns in open clusters.

Keywords: open clusters; stellar evolution; Gaia DR3; statistical analysis; Hertzsprung-Russell diagram.

INTRODUÇÃO

A formação estelar constitui um dos processos fundamentais da evolução galáctica e ocorre predominantemente em regiões densas de nuvens moleculares interestelares compostas por gás e poeira. Nessas regiões, a instabilidade gravitacional pode superar a pressão térmica interna, promovendo o colapso do material e a consequente formação de protoestrelas. A fragmentação dessas nuvens frequentemente resulta na formação quase simultânea de múltiplas estrelas, originando aglomerados estelares (Andrade, 2009; NASA, 2024). Esses sistemas são particularmente abundantes nos braços espirais de galáxias como a Via Láctea, onde se concentram regiões ativas de formação estelar.

Os aglomerados abertos são grupos de estrelas que compartilham origem comum, idade aproximada semelhante e composição química próxima, permanecendo gravitacionalmente ligados por um intervalo variável de tempo. Em função dessas características, constituem laboratórios naturais para o estudo da evolução estelar, da função de massa inicial e da dinâmica galáctica (Maia; Corradi; Santos Jr., 2010). Do ponto de vista dinâmico, esses sistemas permitem investigar processos como segregação de massa, relaxamento dinâmico e dissolução progressiva no campo gravitacional galáctico (Andrade, 2009).

A evolução estelar é usualmente interpretada a partir das relações fundamentais entre temperatura efetiva, luminosidade e massa, representadas no diagrama Hertzsprung–Russell (HR). Estrelas mais massivas apresentam temperaturas mais elevadas e espectros mais azulados, enquanto estrelas menos massivas tendem a ocupar regiões mais frias e avermelhadas do diagrama (UFRGS, s.d.). Contudo, a estimativa da idade ou do estágio evolutivo de uma estrela não pode ser inferida apenas a partir do índice de cor, que constitui principalmente um indicador indireto da temperatura efetiva. A caracterização evolutiva requer a análise conjunta da posição da estrela no diagrama HR envolvendo simultaneamente luminosidade e temperatura, além da comparação com modelos evolutivos e isócronas teóricas. Dessa forma, a interpretação adequada demanda a integração de múltiplos parâmetros físicos e astrométricos (Andrade, 2009).



Com o avanço da astrometria espacial, a disponibilidade de dados de alta precisão ampliou significativamente a capacidade de caracterização dessas populações. A missão Gaia, conduzida pela Agência Espacial Europeia, fornece medidas precisas de paralaxe, movimento próprio e parâmetros fotométricos para mais de um bilhão de estrelas da Via Láctea (ESA, 2025). O Gaia Data Release 3 (DR3) permite a identificação refinada de membros estelares e a construção de diagramas HR com elevada confiabilidade, reduzindo contaminações de campo e possibilitando análises populacionais robustas. Estudos como o de Bouy et al. (2018), ao analisarem as Plêiades com dados modernos, demonstram o potencial desses catálogos na construção de isócronas empíricas e na determinação de funções de massa e luminosidade.

Diante desse contexto, a comparação entre aglomerados com diferentes idades estimadas, como Plêiades e NGC 1981, torna-se particularmente relevante. Estudos fotométricos e cinemáticos indicam que aglomerados mais jovens tendem a apresentar distribuição espacial menos relaxada e maior presença relativa de estrelas massivas na sequência principal (Maia; Corradi; Santos Jr., 2010). Assim, investigar diferenças nas distribuições de temperatura efetiva, luminosidade e índice de cor pode fornecer evidências quantitativas sobre estágios evolutivos distintos.

Este estudo tem como objetivo analisar comparativamente a estrutura físico-populacional dos aglomerados abertos NGC 1981 e M45 a partir de dados do Gaia DR3. Parte-se da hipótese de que diferenças na proporção de estrelas mais quentes e azuladas refletem variações nos estágios evolutivos e na organização dinâmica desses sistemas. A integração entre fundamentos astrofísicos e análise quantitativa busca oferecer uma caracterização robusta das populações estelares investigadas.

METODOLOGIA

A pesquisa caracteriza-se como um estudo quantitativo observacional de natureza comparativa, fundamentado na análise estatística de populações estelares pertencentes a aglomerados abertos.

Objeto de Estudo

Foram investigados dois aglomerados abertos:

- M45 (Plêiades)
- NGC 1981

A seleção dos aglomerados foi intencional, considerando suas diferenças estimadas de idade e estágio evolutivo, possibilitando análise comparativa de propriedades físicas e populacionais.

Base de Dados

Os dados foram obtidos a partir do Gaia Archive, utilizando o catálogo Gaia Data Release 3 (DR3), disponibilizado pela Agência Espacial Europeia (ESA). A seleção das fontes foi realizada por busca nominal dos aglomerados, com extração das seguintes variáveis:

- Temperatura efetiva (TE)
- Luminosidade



- Paralaxe
- Movimento próprio
- Índice de cor (BP-RP)
- Densidade estelar

Crítérios de Seleção e Tratamento dos Dados

A seleção das fontes foi realizada com base em critérios de qualidade astrométrica e consistência física, visando reduzir contaminações de campo e minimizar viés observacional. Foram excluídos registros com valores ausentes nas variáveis principais (temperatura efetiva, luminosidade e índice de cor), bem como observações com paralaxe negativa ou com incerteza relativa elevada, indicativa de baixa confiabilidade astrométrica. Também foram removidas fontes com parâmetros físicos inconsistentes com faixas típicas de evolução estelar em aglomerados abertos, a fim de evitar inclusão de objetos espúrios ou mal classificados. Permaneceram na análise apenas variáveis com adequada integridade observacional segundo os critérios de qualidade do Gaia DR3. Após a aplicação dos filtros, a amostra final manteve mais de 5.000 estrelas por aglomerado, assegurando robustez estatística para as análises comparativas.

Análise Estatística

A análise estatística foi conduzida por meio de abordagem descritiva e inferencial não paramétrica. Inicialmente, foram calculadas medidas de tendência central (média e mediana) e de dispersão (desvio-padrão e intervalo interquartil), permitindo caracterizar o comportamento das distribuições das variáveis físicas em cada aglomerado. A normalidade das distribuições foi avaliada pelo teste de Kolmogorov–Smirnov. Diante da rejeição da hipótese de normalidade, optou-se pela aplicação do teste não paramétrico de Mann-Whitney para comparar as distribuições independentes entre os aglomerados. Para investigar relações monotônicas entre parâmetros físicos, empregou-se o coeficiente de correlação de Spearman (ρ), adequado para dados que não atendem aos pressupostos de normalidade. Todas as análises foram realizadas no *software* R, adotando-se nível de significância de 5% e intervalo de confiança de 95%.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A análise estatística comparativa entre os aglomerados NGC 1981 e Plêiades evidenciou diferenças nas distribuições das variáveis físicas extraídas do Gaia DR3, reforçando a hipótese de que os dois sistemas representam populações em estágios evolutivos distintos. A caracterização inicial por estatística descritiva (Figura 1) sugere que as distribuições de parâmetros associados à evolução estelar, especialmente temperatura efetiva (T_{eff}), luminosidade e índice de cor (BP-RP) não são coincidentes entre os aglomerados, com assimetrias e caudas que indicam heterogeneidade populacional e reforçam o uso de testes não paramétricos.

Os gráficos de violino indicam diferenças visíveis tanto na tendência central (medianas) quanto na dispersão (largura e forma do violino) das variáveis analisadas. Em termos astrofísicos, a combinação entre temperatura efetiva, índice de cor e luminosidade é fundamental, pois determina a posição das estrelas no diagrama Hertzsprung–Russell e, conseqüentemente, o perfil evolutivo dominante do aglomerado. Quando um sistema apresenta maior densidade de estrelas em

faixas de temperatura mais elevadas e índice de cor mais baixo (mais azul), isso sugere maior contribuição relativa de estrelas mais massivas ainda localizadas na sequência principal quente, o que pode refletir diferenças no estágio evolutivo e na distribuição de massas do sistema (Salaris; Cassisi, 2005). Por outro lado, distribuições deslocadas para cores mais vermelhas e temperaturas menores tendem a ser compatíveis com populações dominadas por estrelas menos massivas ou em estágios evolutivos mais avançados.

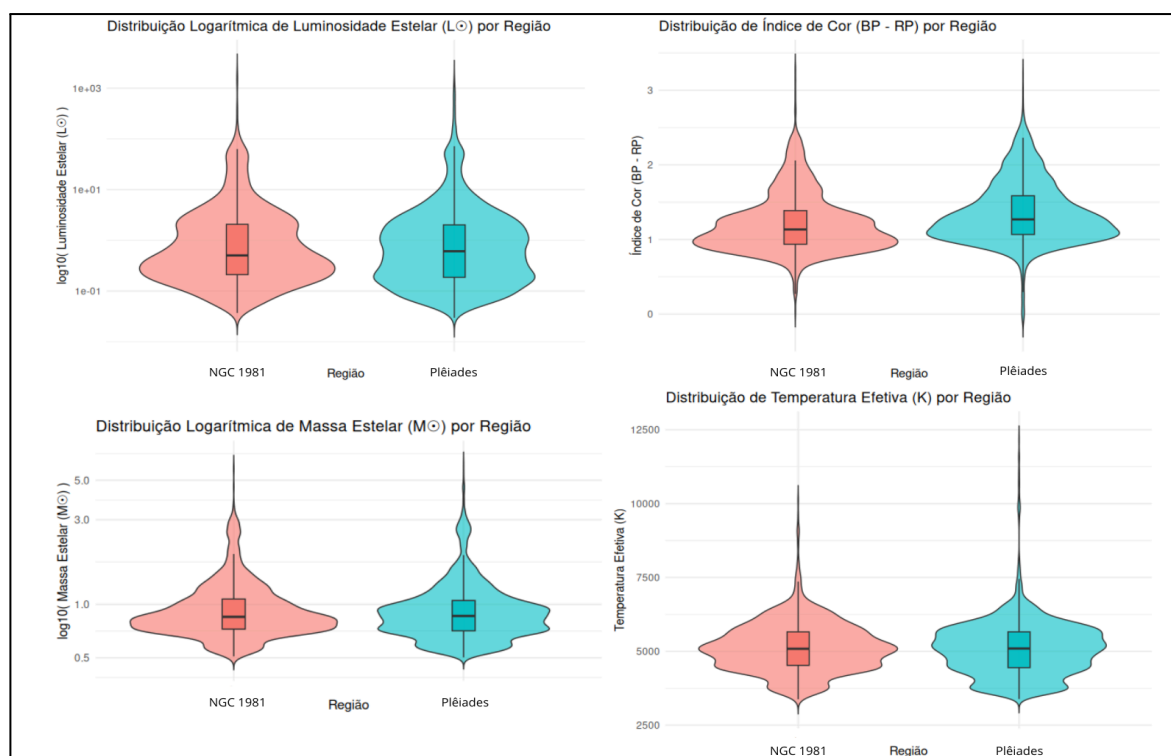


Figura 1. Distribuição das variáveis físicas nos aglomerados Plêiades e NGC 1981 representadas por gráficos de densidade (violino).

A aplicação do teste de Mann-Whitney indicou que as diferenças observadas nas distribuições não se limitam a contrastes visuais, mas refletem variações sistemáticas entre as posições relativas (ranks) das observações em cada aglomerado. Esse resultado sugere que as populações analisadas não podem ser consideradas provenientes de uma mesma distribuição estatística.

Em amostras extensas como as utilizadas neste estudo, a probabilidade de que diferenças consistentes entre distribuições surjam apenas por flutuações aleatórias é reduzida. O teste não paramétrico avalia diretamente a ordenação relativa dos valores, sendo robusto a assimetrias e heterogeneidades típicas de dados astrofísicos. Assim, quando diferenças sistemáticas são detectadas nesse contexto, é mais plausível interpretá-las como reflexo de variações estruturais reais nas propriedades físicas das populações estelares e não como artefatos amostrais.

A análise das matrizes de correlação de Spearman (Figura 2) permitiu investigar o padrão de interdependência entre as variáveis físicas em cada aglomerado. As correlações monotônicas observadas entre índice de cor, temperatura efetiva e luminosidade refletem relações fundamentais da física estelar,

particularmente aquelas associadas à dependência massa–luminosidade e à estrutura da sequência principal no diagrama Hertzsprung-Russell (Carroll; Ostlie, 2007).

Diferenças na magnitude dos coeficientes de correlação (ρ) entre NGC 1981 e Plêiades indicam que o grau de associação entre esses parâmetros físicos não é idêntico nos dois sistemas. Embora tais correlações não representem diretamente a organização espacial, elas expressam o nível de coesão funcional entre as propriedades físicas das estrelas que compõem cada população. Assim, variações sistemáticas na intensidade dessas associações podem refletir diferenças na distribuição de massas, no estágio evolutivo coletivo ou no grau de homogeneidade física dos aglomerados.

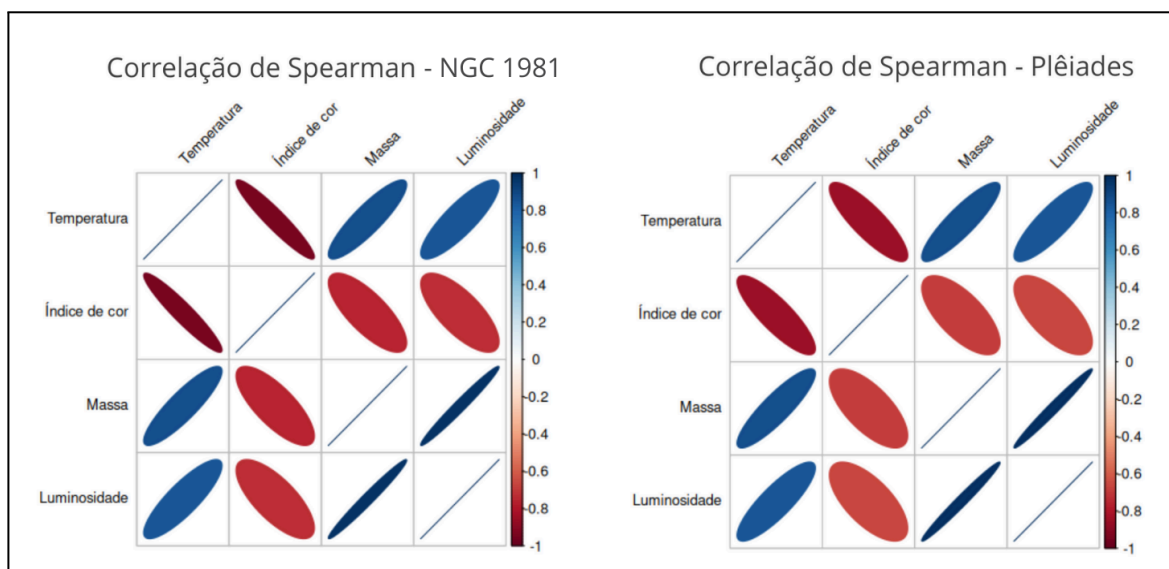


Figura 2. Matrizes de correlação de Spearman (ρ) entre as variáveis físicas nos aglomerados Plêiades e NGC 1981.

O diagrama Hertzsprung–Russell (Figura 3) evidencia que ambos os aglomerados apresentam estrutura geral compatível com a sequência principal esperada para populações estelares jovens. Os eixos e escalas são equivalentes, permitindo comparação direta entre os sistemas. Embora o padrão global seja semelhante, observam-se diferenças sutis na densidade relativa de estrelas ao longo da sequência principal, particularmente nas regiões associadas a temperaturas mais elevadas e maiores luminosidades. Essas variações, ainda que não abruptas visualmente, tornam-se evidentes quando analisadas quantitativamente e são consistentes com diferenças na distribuição de massas e no estágio evolutivo coletivo dos aglomerados.

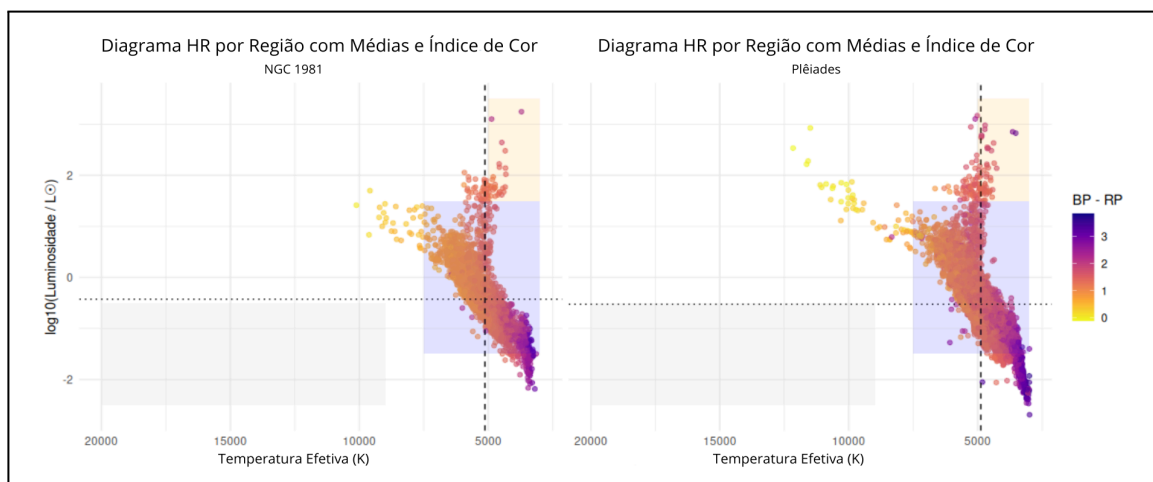


Figura 3. Diagramas Hertzsprung–Russell dos aglomerados Plêiades e NGC 1981 construídos a partir de dados do Gaia DR3.

A convergência entre evidências descritivas (distribuições), inferenciais (testes não paramétricos) e estruturais (correlações e HR) fortalece a robustez dos resultados, pois, reduz a probabilidade de que as diferenças identificadas sejam artefatos estatísticos, sustentando a interpretação de que NGC 1981 e Plêiades apresentam organização físico-populacional distinta.

Os resultados obtidos indicam que as diferenças observadas entre os aglomerados não se limitam a variações estatísticas isoladas, mas refletem padrões estruturais coerentes com cenários distintos de evolução estelar. A análise estatística aplicada mostrou-se adequada para discriminar tais padrões, demonstrando ainda o potencial do Gaia DR3 como ferramenta para investigações comparativas de populações estelares.

CONCLUSÃO

O presente estudo teve como objetivo comparar a estrutura físico-populacional dos aglomerados abertos NGC 1981 e Plêiades a partir de dados astrométricos e fotométricos do Gaia DR3, utilizando ferramentas de estatística descritiva e inferencial não paramétrica. Os resultados indicaram que, embora ambos os aglomerados apresentem padrões globais semelhantes no diagrama Hertzsprung-Russell compatíveis com populações dominadas por estrelas em sequência principal foram identificadas diferenças quantitativas nas distribuições de temperatura efetiva, luminosidade e índice de cor.

A análise das matrizes de correlação mostrou que as relações fundamentais entre cor, temperatura e luminosidade seguem o comportamento físico esperado para estrelas de sequência principal em ambos os sistemas. No entanto, observaram-se variações na intensidade dessas associações, sugerindo diferenças sutis na coesão funcional entre os parâmetros físicos das populações estelares. Tais variações podem estar associadas à distribuição de massas ou ao estágio evolutivo coletivo dos aglomerados.

O diagrama Hertzsprung-Russell evidenciou que, apesar da semelhança estrutural geral entre os sistemas, existem pequenas diferenças na densidade relativa de estrelas nas regiões mais quentes e luminosas. Essas distinções não se

apresentam de forma abrupta visualmente, mas tornam-se mais claras quando analisadas sob abordagem quantitativa, reforçando a importância da integração entre análise gráfica e inferencial.

Do ponto de vista metodológico, a aplicação de testes não paramétricos mostrou-se adequada para lidar com grandes amostras provenientes de catálogos astronômicos, permitindo detectar diferenças estatísticas mesmo na ausência de normalidade. A integração entre análise descritiva e inferencial contribuiu para uma caracterização mais refinada das populações estelares investigadas.

Conclui-se que a abordagem estatística aplicada é eficaz para identificar variações quantitativas entre aglomerados abertos, ainda que inseridos em contextos evolutivos semelhantes, reforçando o potencial do Gaia DR3 como ferramenta robusta para estudos comparativos de populações estelares.

REFERÊNCIAS

- ANDRADE, V. F. P. **Estudo de aglomerados abertos da galáxia**. 2009. Tese (Doutorado em Astronomia) – Universidade de São Paulo, São Paulo, 2009.
- BOUY, H. et al. The Seven Sisters DANCe: I. Empirical isochrones, luminosity, and mass functions of the Pleiades cluster. **Astronomy & Astrophysics**, v. 618, A50, 2018. Disponível em: <https://arxiv.org/abs/1502.03728>. Acesso em: jun. 2025.
- CARROLL, B. W.; OSTLIE, D. A. **An introduction to modern astrophysics**. 2. ed. Cambridge: Cambridge University Press, 2017.
- EUROPEAN SPACE AGENCY. **Gaia Archive**. Disponível em: <https://gea.esac.esa.int/archive/>. Acesso em: jun. 2025.
- GOMES, R. S. **Evolução estelar**. Porto Alegre: Instituto de Física – UFRGS. Disponível em: <http://astro.if.ufrgs.br/estrelas/node4.htm>. Acesso em: jun. 2025.
- MAIA, F. F. S.; CORRADI, W. J. B.; SANTOS JR., J. F. C. Young open cluster NGC 1981: a photometric and kinematic analysis. **Monthly Notices of the Royal Astronomical Society**, Oxford, v. 405, n. 1, p. 619–627, 2010. DOI: <https://doi.org/10.1111/j.1365-2966.2010.16499.x>.
- MUKAKA, M. M. A guide to appropriate use of correlation coefficient in medical research. **Malawi Medical Journal**, v. 24, n. 3, p. 69–71, 2012. Disponível em: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3576830/>. Acesso em: jun. 2025.
- NATIONAL AERONAUTICS AND SPACE ADMINISTRATION. **Hubble Star Clusters**: How stars are born and evolve in groups. 2024. Disponível em: <https://science.nasa.gov/mission/hubble/science/universe-uncovered/hubble-star-clusters/>. Acesso em: 23 fev. 2026.
- NATIONAL AERONAUTICS AND SPACE ADMINISTRATION. **Star Formation**: How do stars form and evolve? Disponível em: <https://science.nasa.gov/astrophysics/focus-areas/how-do-stars-form-and-evolve/>. Acesso em: jun. 2025.
- SALARIS, M.; CASSISI, S. **Evolution of stars and stellar populations**. Chichester: John Wiley & Sons, 2005.



UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL. Instituto de Física.

Evolução estelar: A estrutura de uma estrela. Disponível em:

<http://astro.if.ufrgs.br/estrelas/node4.htm>. Acesso em: jun. 2025.

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL. Instituto de Física.

Relações fundamentais das estrelas. Disponível em:

<http://astro.if.ufrgs.br/estrelas/node5.htm>. Acesso em: jun. 2025.

Como citar este artigo (ABNT):

PEREIRA, R. S. *et al.* Análise estatística da estrutura espacial e da evolução de aglomerados estelares com dados da missão Gaia. **Informativo do Observatório Didático de Astronomia (IODA)**, v. 6, n.1, p. 59-67, jun 2026.



VISUALIZANDO PADRÕES TEMPORAIS DO SOL: O USO DE DADOS ASTRONÔMICOS REAIS NO ENSINO DE ASTRONOMIA

VISUALIZING SOLAR TEMPORAL PATTERNS: THE USE OF REAL ASTRONOMICAL DATA IN ASTRONOMY EDUCATION

Letícia Guimarães Silva

UNESP Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho", Faculdade de Ciências, Programa de Pós-Graduação em Educação para a Ciência, leticiah3120@gmail.com

Resumo: *Fenômenos astronômicos cotidianos, como o nascer e o pôr do Sol, desempenham papel central no ensino de Astronomia por estarem diretamente associados à experiência diária e à compreensão dos movimentos da Terra. Neste trabalho, analisa-se a variação dos horários de nascer e pôr do Sol ao longo do ano de 2024 para a cidade de Ipaussu – SP, a partir de dados astronômicos reais obtidos em banco de dados digital e tratados com o auxílio da linguagem Python. A metodologia adotada baseia-se em uma abordagem quantitativa, de natureza descritiva e exploratória, com a construção de representações gráficas que permitem identificar padrões temporais, como a duração do dia e a ocorrência dos dias mais longos e mais curtos do ano, em associação aos solstícios e equinócios. Os resultados evidenciam a relação entre a variação da duração do dia e a inclinação do eixo de rotação da Terra, além de destacar o caráter contínuo e cíclico desses fenômenos ao longo do ano. Do ponto de vista educacional, a abordagem proposta complementa práticas observacionais tradicionais e amplia as possibilidades de ensino e divulgação da Astronomia, ao aproximar estudantes e professores de dados reais e de práticas contemporâneas de análise científica.*

Palavras-chave: Ensino de Astronomia; Dados astronômicos; Duração do dia; Nascer e pôr do Sol.

Abstract: *Everyday astronomical phenomena, such as sunrise and sunset, play a central role in Astronomy education as they are directly connected to daily experience and to the understanding of Earth's motions. This study analyzes the variation of sunrise and sunset times throughout the year 2024 for the city of Ipaussu, São Paulo State, Brazil, using real astronomical data obtained from a digital database and processed with the Python programming language. The adopted methodology follows a quantitative approach of descriptive and exploratory nature, based on the construction of graphical representations that allow the identification of temporal patterns, such as day length and the occurrence of the longest and shortest days of the year, in relation to solstices and equinoxes. The results highlight the relationship between day-length variation and the inclination of Earth's rotational axis, as well as the continuous and cyclical nature of these phenomena throughout the year. From an educational perspective, the proposed approach complements traditional observational practices and expands possibilities for Astronomy teaching and outreach by engaging students and teachers with real data and contemporary scientific analysis practices.*

Keywords: Astronomy Education; Astronomical Data; Day length; Sunrise and Sunset.



INTRODUÇÃO

Fenômenos astronômicos cotidianos, como o nascer e o pôr do Sol, ocupam lugar central no ensino e na divulgação da Astronomia por estarem diretamente associados à experiência diária das pessoas e à percepção do tempo, da luz natural e das estações do ano. A variação dos horários desses eventos ao longo do ano constitui uma manifestação observável dos movimentos da Terra no espaço, em particular da inclinação de seu eixo de rotação e de sua translação em torno do Sol, sendo frequentemente explorada como estratégia introdutória para a compreensão das estações do ano. Entretanto, conforme apontado por Alves e Sobreira (2014, p. 02) “trata-se de um tema bastante amplo e que possui complexidades que, na maioria das vezes, não são compreendidas satisfatoriamente pelos alunos ou até mesmo pelos professores”. Ademais, diversos estudos apontam que alunos e profissionais da educação acreditam que as estações do ano ocorrem devido à distância da Terra em relação ao Sol, ao longo do ano (Lelliott; Rollnick, 2010; Ostermann; Moreira, 1999; Lattari et. al, 2005).

No contexto educacional, especialmente no Ensino Fundamental (EF) e Ensino Médio (EM), é comum que a abordagem desses temas privilegie práticas observacionais diretas, como o acompanhamento visual do trajeto aparente do Sol, a realização de marcações no horizonte ou o registro manual dos horários de nascer e pôr do Sol ao longo de semanas ou meses. A Base Nacional Comum Curricular (BNCC) estabelece, no componente curricular de Ciências, a habilidade (EF06CI14) propondo:

inferir que as mudanças na sombra de uma vara (gnômon) ao longo do dia em diferentes períodos do ano são uma evidência dos movimentos relativos entre a Terra e o Sol, que podem ser explicados por meio dos movimentos de rotação e translação da Terra e da inclinação de seu eixo de rotação em relação ao plano de sua órbita em torno do Sol (Brasil, 2018, p. 345).

Tais atividades apresentam reconhecido valor pedagógico, pois estimulam a observação sistemática da natureza, a construção de registros e a relação entre fenômenos astronômicos e o cotidiano (Rosenberg et al., 2014). Além disso, favorecem o desenvolvimento de habilidades investigativas e a alfabetização científica ao aproximar o estudante dos ciclos naturais.

Todavia, essas abordagens, conforme apontado por diversos estudos (Camino, 1995; Sobreira, 2002; Mora; Roldán; Vargas, 2010) apresentam limitações inerentes ao tempo disponível em contextos escolares e às condições ambientais locais, dificultando a visualização do comportamento anual completo dos fenômenos solares. A observação direta, embora rica em significado, exige longos períodos de acompanhamento contínuo, o que nem sempre é viável em ambientes formais de ensino. Como consequência, a compreensão de padrões globais — como a variação gradual da duração do dia ao longo do ano ou a identificação clara dos solstícios e equinócios — pode tornar-se fragmentada ou excessivamente abstrata para os estudantes.

Partindo dessa problemática, o uso de dados astronômicos reais organizados em bancos de dados digitais surge como uma alternativa complementar às práticas observacionais tradicionais. Na BNCC, o mundo digital é compreendido como o conjunto de aprendizagens relacionadas ao processamento, à organização, ao armazenamento e ao uso seguro da informação em ambientes digitais, incluindo o



trabalho com dados estruturados em bancos de dados, aspecto central nas práticas contemporâneas de produção e análise do conhecimento (Brasil, 2018).

Nesse viés, a análise computacional permite reunir, tratar e visualizar informações referentes a períodos extensos, possibilitando a identificação de regularidades e tendências que dificilmente seriam percebidas apenas por meio da observação cotidiana. Além disso, o trabalho com dados favorece uma aproximação com práticas contemporâneas da ciência, nas quais a interpretação de informações sistematizadas desempenha papel central.

É importante destacar que, no contexto educacional, o emprego de ferramentas computacionais não implica necessariamente o ensino da linguagem de programação como objetivo central. A utilização de ambientes computacionais pode ser orientada de modo que o foco recaia sobre a interpretação física e conceitual dos fenômenos, cabendo ao professor atuar como mediador entre os dados e a construção de significados científicos. Dessa forma, a análise computacional assume o papel de instrumento didático, e não de conteúdo em si, permitindo que estudantes concentrem-se na compreensão dos fenômenos astronômicos representados nos gráficos e tabelas.

Os conteúdos astronômicos abordados neste artigo encontram respaldo nas orientações da BNCC, que, no componente curricular de Ciências para o EF, elenca habilidades relacionadas à compreensão dos movimentos da Terra e de suas consequências observáveis. Nesse contexto, a BNCC estabelece a habilidade (EF08CI13), segundo a qual os estudantes devem “representar os movimentos de rotação e translação da Terra e analisar o papel da inclinação de seu eixo de rotação em relação ao plano de sua órbita na ocorrência das estações do ano, com a utilização de modelos tridimensionais” (Brasil, 2018, p. 349).

Ainda que o documento enfatize práticas observacionais diretas, como o uso de modelos tridimensionais ou do gnômon, a proposta apresentada neste artigo aborda esses mesmos conteúdos a partir de uma perspectiva metodológica distinta, utilizando dados astronômicos reais organizados em bancos de dados digitais como estratégia complementar para ampliar a análise temporal dos fenômenos e favorecer a identificação de padrões associados à rotação, à translação e à inclinação do eixo terrestre.

Diante disso, o presente trabalho tem como objetivo analisar a variação dos horários de nascer e pôr do Sol ao longo do ano de 2024 para a cidade de Ipaussu – SP, a partir de dados astronômicos oficiais, utilizando ferramentas computacionais para a organização e visualização das informações. Busca-se evidenciar como essa abordagem pode contribuir para o ensino e a divulgação da Astronomia, oferecendo uma alternativa didática baseada em dados reais que favoreça a compreensão das estações do ano e da duração do dia, sem a necessidade de aprofundamento prévio em programação.

FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

O ensino de Astronomia na Educação Básica (EB) tem sido amplamente discutido na literatura em função de suas potencialidades formativas e, ao mesmo tempo, das dificuldades conceituais associadas a seus conteúdos. Estudos clássicos e contemporâneos apontam que temas relacionados às estações do ano e aos movimentos da Terra figuram entre os mais problemáticos para estudantes e



professores, sobretudo devido à falta de preparo docente para o ensino de Astronomia, fazendo com que estes profissionais encontrem dificuldade até mesmo em selecionar fontes confiáveis relacionadas à Astronomia (Iachel; Nardi, 2009). Essas dificuldades frequentemente se manifestam por meio de concepções alternativas persistentes, como explicações baseadas na variação da distância entre a Terra e o Sol ou na dissociação entre os movimentos de rotação e translação (Langhi, 2004).

Sanzovo e Laburú (2016) apontam que a compreensão das estações do ano envolve diferentes níveis interpretativos, nos quais aspectos perceptivos, representacionais e conceituais se articulam de maneira não trivial, o que pode dificultar a construção de explicações integradas quando o ensino se apoia em uma única forma de representação. Nesse sentido, estudos em ensino de Ciências indicam que o uso de múltiplas representações — como gráficos e visualizações temporais — favorece a identificação de padrões e regularidades, funcionando como mediação cognitiva entre fenômenos observáveis e modelos explicativos mais amplos (Ainsworth, 2006). À luz dessas discussões, o uso de bancos de dados com informações astronômicas reais — foco desta pesquisa — apresenta-se como uma alternativa metodológica relevante, ao permitir a análise de séries temporais extensas e a visualização sistemática de variações associadas aos movimentos da Terra, complementando práticas observacionais tradicionais e favorecendo a interpretação conceitual dos fenômenos astronômicos.

No campo do ensino de Ciências, a observação direta da natureza é reconhecida como prática fundamental para a construção do conhecimento científico, especialmente em contextos investigativos. No entanto, destaca-se que a observação, por si só, apresenta limitações quando se trata de fenômenos que se desenvolvem em escalas temporais longas ou que exigem a análise simultânea de múltiplas variáveis. Nesses casos, o uso de modelos e representações assume papel central como forma de mediação cognitiva entre o fenômeno e sua explicação científica (Justi; Gilbert, 2002; Gilbert; Irons, 2004). Sob essa perspectiva, em se tratando do ensino de Astronomia, tais representações possibilitam a análise de variações temporais, a identificação de padrões e a comparação entre diferentes momentos do ciclo anual, contribuindo para a construção de explicações mais consistentes sobre os fenômenos estudados.

As práticas científicas contemporâneas têm sido progressivamente caracterizadas pelo uso intensivo de dados organizados em bancos digitais e analisados por meio de ferramentas computacionais, aspecto que tem motivado discussões no campo da educação científica sobre a incorporação de práticas baseadas em dados no ensino de Ciências. Estudos indicam que o trabalho com dados reais favorece a interpretação de evidências, a identificação de regularidades e a construção de argumentos fundamentados, contribuindo para o desenvolvimento da alfabetização científica (Edelson, 2001; NRC, 2012).

No contexto específico do ensino de Astronomia, pesquisas mostram que o uso de dados astronômicos autênticos — provenientes de observatórios, catálogos ou bases oficiais — pode ampliar a compreensão de fenômenos astronômicos ao aproximar os estudantes das práticas investigativas da ciência profissional (Slater; Adams, 2013; Mainwaring, 2018). Apesar desse potencial, o ensino de Astronomia ainda apresenta número reduzido de estudos que exploram sistematicamente a análise computacional de séries de dados reais como estratégia didática,



especialmente em níveis introdutórios de ensino, indicando a existência de um campo fértil para investigações voltadas ao favorecimento dos processos de ensino-aprendizagem.

Nesse viés, o uso de dados astronômicos oficiais permite ampliar a análise para períodos temporais extensos e contextos geográficos específicos, favorecendo a compreensão de fenômenos cíclicos e previsíveis. Rosenberg et al. (2014) destacam que a articulação entre dados astronômicos e situações do cotidiano contribui para tornar a Astronomia mais significativa e acessível, especialmente quando associada a práticas investigativas orientadas. Documentos curriculares, como a BNCC, reforçam essa perspectiva ao compreender o uso de tecnologias digitais como parte do processo de organização, análise e interpretação de informações, e não apenas como domínio técnico de ferramentas (Brasil, 2018).

Assim, a literatura aponta que o uso de ferramentas computacionais pode atuar como mediação didática no ensino de Astronomia, especialmente quando orientado para a interpretação conceitual de fenômenos e para a análise de padrões temporais associados aos movimentos da Terra. À luz desses referenciais, o presente estudo adota a análise de dados astronômicos reais como estratégia metodológica para investigar a variação dos horários de nascer e pôr do Sol ao longo de 2024 na cidade de Ipaussu – SP, buscando articular práticas contemporâneas baseadas em dados com conteúdos astronômicos previstos para a Educação Básica. A seção seguinte descreve os procedimentos adotados para a obtenção, o tratamento e a visualização desses dados.

METODOLOGIA

O presente trabalho caracteriza-se como uma pesquisa de natureza descritiva e exploratória, com abordagem quantitativa. De acordo com Gil (2008), pesquisas descritivas têm como objetivo principal a descrição das características de determinados fenômenos, enquanto estudos exploratórios são indicados quando o tema investigado ainda apresenta reduzido grau de sistematização, possibilitando maior familiaridade com o problema analisado. A abordagem quantitativa justifica-se pelo tratamento de dados numéricos referentes aos horários de nascer e pôr do Sol e à duração do dia, permitindo a organização, a visualização e a análise de padrões temporais ao longo do ano (Creswell, 2014).

Os dados utilizados foram obtidos por meio da API *Sunrise–Sunset*¹, um serviço público online que disponibiliza informações astronômicas calculadas a partir da latitude, longitude e data especificadas pelo usuário. A plataforma utiliza algoritmos astronômicos consolidados para o cálculo dos horários de eventos solares, podendo ser empregado para fins educacionais e de divulgação científica.

A área de estudo corresponde à cidade de Ipaussu, localizada no interior do estado de São Paulo. As coordenadas geográficas adotadas para a coleta dos dados foram latitude e longitude, representativas da localização aproximada do município. O período analisado compreende todo o ano civil de 2024, de modo a possibilitar a visualização completa do comportamento anual dos fenômenos solares. A caracterização dos dados constam na Tabela 01.

¹ Link de acesso para API *Sunrise–Sunset*: <https://api.sunrise-sunset.org>



Tabela 01: Caracterização do conjunto de dados analisado

Aspecto	Descrição
Localidade	Ipaussu - SP
Latitude	-23,2097°
Longitude	-48,1469°
Período analisado	1 de janeiro a 31 de dezembro de 2024
Fonte dos dados	API <i>Sunrise-Sunset</i>
Variáveis analisadas	Horários de nascer do Sol, horários de pôr do Sol e duração do dia

A coleta dos dados foi realizada de forma automatizada utilizando a linguagem de programação Python, em ambiente de *notebook* interativo (Jupyter Notebook), executado na plataforma Google Colab. Para cada data do período analisado, foram requisitados os horários de nascer e pôr do Sol, retornados pela API em formato padronizado (UTC). Posteriormente, esses horários foram convertidos para o fuso horário local e organizados em estruturas de dados apropriadas para análise.

Após a etapa de coleta, os dados foram sistematizados em tabelas e submetidos a procedimentos de tratamento, incluindo a conversão de horários para unidades temporais adequadas e a ordenação cronológica ao longo do ano. Em seguida, foram construídos gráficos que representam a variação dos horários de nascer e pôr do Sol ao longo do tempo, bem como a duração do dia, obtida a partir da diferença entre esses dois eventos.

A análise dos resultados concentrou-se na identificação de padrões temporais, tais como a ocorrência de dias mais longos e mais curtos, a variação gradual da duração do dia ao longo do ano e a relação desses comportamentos com os movimentos de rotação e translação da Terra e com a inclinação de seu eixo de rotação. Ressalta-se que o uso da linguagem de programação não constituiu um objetivo didático em si, mas atuou como ferramenta para a organização e a visualização dos dados, permitindo que o foco da análise recaísse sobre a interpretação conceitual dos fenômenos astronômicos.

Por fim, destaca-se que a metodologia proposta pode ser facilmente adaptada a outras localidades mediante a alteração das coordenadas geográficas, ampliando seu potencial de aplicação em diferentes contextos educacionais e contribuindo para a divulgação e o ensino da Astronomia a partir de dados reais. Com o intuito de favorecer a reprodutibilidade e o uso didático da proposta, o código desenvolvido em ambiente Jupyter Notebook foi disponibilizado em repositório público no Zenodo, permitindo que professores e pesquisadores repliquem e adaptem a análise de acordo com suas necessidades² (Guimarães Silva, 2026).

² O notebook está disponível em acesso aberto no Zenodo, com DOI: <https://doi.org/10.5281/zenodo.18175646>.

ANÁLISE DOS DADOS E RESULTADOS

A análise dos dados referentes aos horários de nascer e pôr do Sol ao longo do ano de 2024 para a cidade de Ipaussu – SP evidencia padrões temporais bem definidos, diretamente associados aos movimentos da Terra e à inclinação de seu eixo de rotação. A Figura 01 apresenta a variação anual dos horários de nascer e pôr do Sol, bem como o intervalo correspondente ao período diurno, destacado graficamente entre as duas curvas.

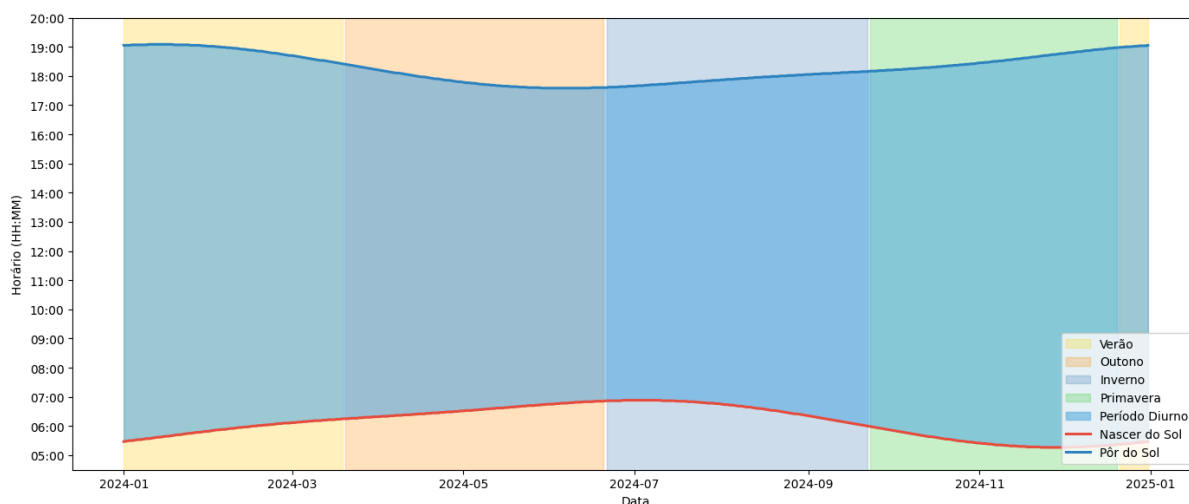


Figura 01: Variação anual dos horários de nascer e pôr do Sol para a cidade de Ipaussu – SP no ano de 2024, com destaque para o período diurno e as estações do ano.

Observa-se que os horários de nascer e pôr do Sol não permanecem constantes ao longo do ano, apresentando variações graduais que resultam em dias com maior ou menor duração de luz solar. O afastamento entre as curvas ao longo do eixo temporal indica o aumento ou a diminuição do período diurno, permitindo a identificação visual de dias mais longos e mais curtos. A presença das faixas correspondentes às estações do ano facilita a associação entre as variações observadas nos horários de nascer e pôr do Sol e o ciclo anual da Terra em torno do Sol, evidenciando que tais mudanças ocorrem de forma contínua e progressiva ao longo do ano. Essa representação gráfica dialoga com a descrição física do movimento anual aparente do Sol no céu, que

observado a partir da superfície terrestre, desloca-se gradualmente para o norte e para o sul em relação ao equador celeste, atingindo limites máximos nos solstícios, associados aos Trópicos de Câncer e Capricórnio (Alves; Sobreira, 2014, p.03).

No período correspondente ao verão, verifica-se uma maior separação entre os horários de nascer e pôr do Sol, caracterizando dias mais longos, enquanto no inverno essa separação se reduz, resultando em dias mais curtos. Durante o outono e a primavera, nota-se um comportamento intermediário, refletindo a transição gradual entre esses extremos. Essa leitura visual favorece a compreensão de que as variações na duração do dia são consequência direta do movimento de translação da Terra e da inclinação de seu eixo de rotação, e não de mudanças abruptas associadas ao início convencional das estações. Pesquisas em ensino de Astronomia mostram que uma concepção alternativa comum entre estudantes — e

até entre professores — é atribuir as diferenças entre as estações do ano à variação da distância entre a Terra e o Sol ou a eventos isolados no calendário, em vez de reconhecer o caráter contínuo e cíclico do fenômeno relacionado à geometria do sistema Terra-Sol (Langhi; Nardi, 2005), o que reforça a importância de abordagens que exponham esses padrões de forma integradora e baseada em dados reais

A Figura 02 apresenta a variação da duração do dia ao longo do ano, obtida a partir da diferença entre os horários de pôr e nascer do Sol. Essa representação permite quantificar o número de horas de luz solar em cada data, destacando explicitamente o dia de maior duração e o dia de menor duração de luz solar no período analisado.

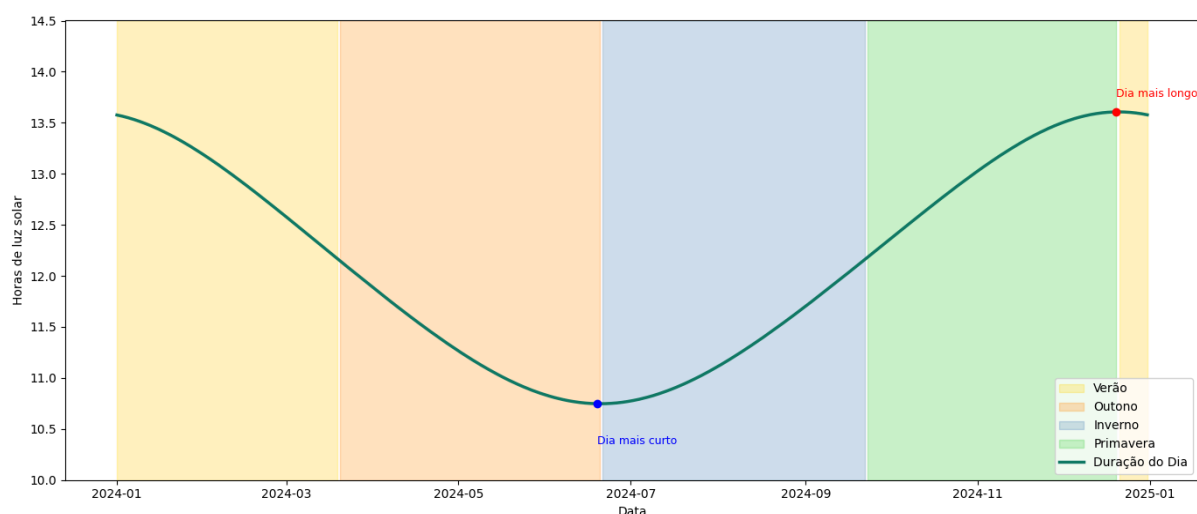


Figura 02: *Duração do dia ao longo do ano de 2024 para a cidade de Ipaussu – SP, com identificação do dia mais longo e do dia mais curto.*

Observa-se que o valor máximo da duração do dia ocorre nas proximidades do solstício de verão, enquanto o valor mínimo ocorre nas proximidades do solstício de inverno. Nos períodos próximos aos equinócios, a duração do dia assume valores intermediários, evidenciando o equilíbrio entre os períodos diurno e noturno.

Com o objetivo de enfatizar o caráter cíclico do fenômeno, a Figura 03 apresenta a duração do dia em uma representação polar, na qual o ano é organizado como um ciclo contínuo. Nessa figura, cada posição angular corresponde a um período do ano, permitindo associar diretamente os meses, as estações e a variação da duração do dia em uma única representação. Os dias de duração máxima e mínima são destacados, reforçando a relação entre esses extremos e os solstícios.

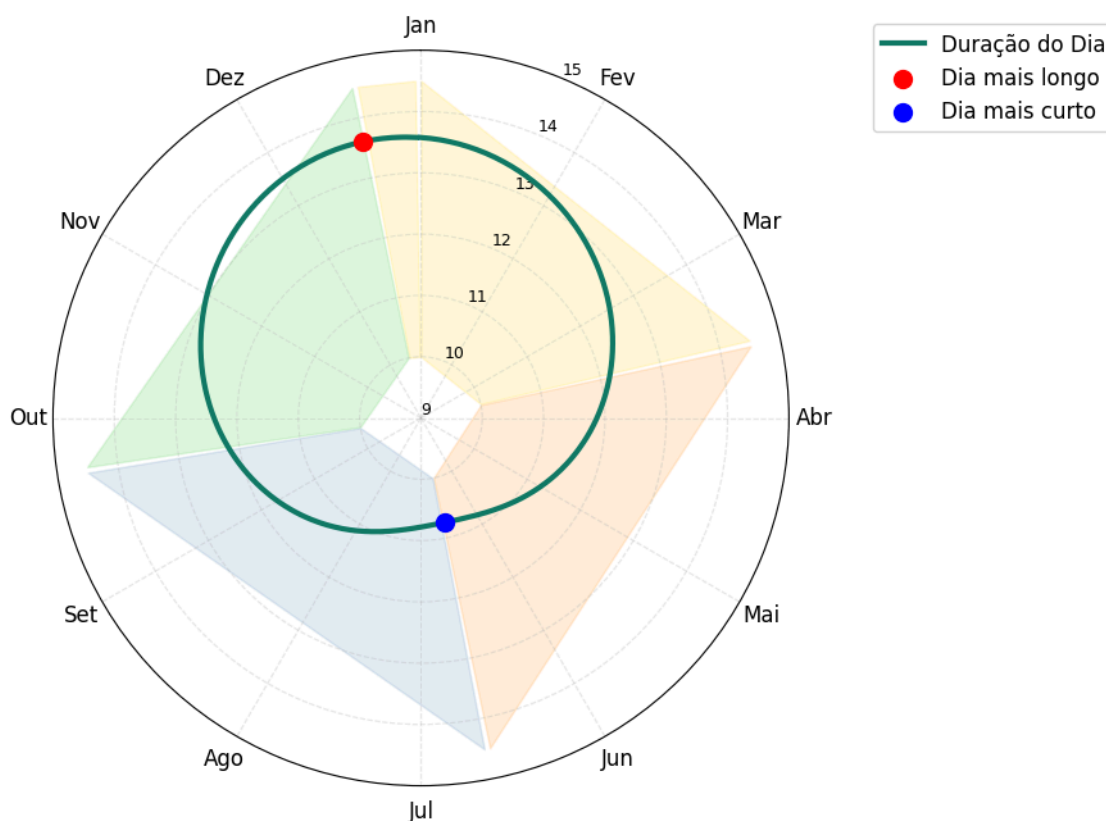


Figura 03: Representação polar da duração do dia ao longo do ano de 2024 para a cidade de Ipaussu – SP, evidenciando o caráter cíclico da variação anual e a ocorrência dos dias mais longos e mais curtos.

A Figura 03 evidencia de forma clara que a variação da duração do dia se repete anualmente, configurando um ciclo astronômico associado ao movimento da Terra em torno do Sol. Do ponto de vista educacional, o gráfico polar amplia as possibilidades de interpretação ao romper com a leitura linear do tempo, favorecendo a compreensão das estações do ano como parte de um processo contínuo e recorrente. Assim, a combinação de representações lineares e cíclicas contribui para uma compreensão mais ambientada dos fenômenos astronômicos analisados.

De forma integrada, os resultados apresentados evidenciam que a análise dos horários de nascer e pôr do Sol e da duração do dia, quando organizada por meio de diferentes representações gráficas, permite uma compreensão ampla e articulada dos fenômenos astronômicos associados ao ciclo anual. As visualizações lineares possibilitam identificar variações graduais e padrões temporais ao longo do ano, enquanto a representação cíclica evidencia o caráter recorrente desses fenômenos, favorecendo a associação entre dias longos e curtos, estações do ano e os movimentos da Terra.

Nesse sentido, a utilização de dados astronômicos reais, tratados computacionalmente, mostra-se uma estratégia eficaz para tornar observáveis relações que, em abordagens exclusivamente observacionais, demandariam longos períodos de acompanhamento, ampliando as possibilidades de análise e interpretação no contexto do ensino e da divulgação da Astronomia

CONSIDERAÇÕES

O presente artigo teve como objetivo analisar a variação dos horários de nascer e pôr do Sol ao longo do ano de 2024 para a cidade de Ipaussu – SP, a partir de dados astronômicos reais organizados e visualizados por meio de ferramentas computacionais, discutindo suas contribuições para o ensino e a divulgação da Astronomia. Os resultados obtidos evidenciam que essa abordagem permite identificar, de forma clara e integrada, padrões temporais associados à duração do dia, aos dias mais longos e mais curtos e à relação desses fenômenos com os movimentos de rotação e translação da Terra e com a inclinação de seu eixo de rotação.

A utilização de diferentes representações gráficas — lineares e cíclicas — mostrou-se particularmente relevante do ponto de vista didático, ao possibilitar múltiplas leituras do mesmo fenômeno. Enquanto as representações lineares favorecem a análise da variação gradual dos horários e da duração do dia ao longo do ano, a representação polar evidencia o caráter cíclico dos fenômenos astronômicos, contribuindo para a compreensão das estações do ano como parte de um processo contínuo e recorrente. Esse aspecto dialoga com a literatura da área, que destaca a importância do uso de múltiplas representações para a construção de significados científicos mais aprendentes (Sanzovo; Laburú, 2016; Ainsworth, 2006).

Do ponto de vista educacional, a abordagem baseada na análise de dados reais aproxima os estudantes de práticas contemporâneas da ciência, nas quais a interpretação de informações sistematizadas desempenha papel central (Edelson, 2001; NRC, 2012). Ao trabalhar com dados astronômicos oficiais organizados em bancos digitais, torna-se possível visualizar fenômenos que, em abordagens exclusivamente observacionais, exigiriam longos períodos de acompanhamento contínuo, muitas vezes inviáveis no contexto escolar. Assim, a análise computacional atua como uma mediação didática que amplia o alcance temporal das observações, sem substituir a experiência direta com o céu.

É importante ressaltar que a proposta apresentada não pretende desvalorizar as práticas observacionais tradicionais, como o uso do gnômon ou o acompanhamento visual do trajeto aparente do Sol, reconhecidamente fundamentais para o ensino de Astronomia. Pelo contrário, entende-se que a observação direta e a análise de dados digitais podem atuar de forma complementar. Enquanto a observação favorece a percepção concreta dos fenômenos e a relação com o cotidiano, a análise computacional possibilita a sistematização dessas observações, a identificação de padrões globais e a construção de explicações mais abrangentes, fortalecendo o processo de aprendizagem.

Além disso, a metodologia proposta apresenta potencial de adaptação a diferentes contextos educacionais, uma vez que a alteração das coordenadas geográficas permite a análise dos fenômenos para distintas localidades. Essa característica amplia as possibilidades de aplicação em sala de aula e em atividades de divulgação científica, favorecendo abordagens contextualizadas e alinhadas às orientações da Base Nacional Comum Curricular, especialmente no que se refere à compreensão dos movimentos da Terra e de suas consequências observáveis (Brasil, 2018).



Por fim, considera-se que a integração entre dados astronômicos reais, ferramentas computacionais e objetivos pedagógicos constitui uma estratégia promissora para o ensino de Astronomia, ao favorecer a compreensão conceitual dos fenômenos celestes e ao aproximar os estudantes das práticas científicas contemporâneas. Espera-se que este trabalho contribua para ampliar as discussões sobre o uso de dados no ensino de Ciências, incentivando propostas que articulem observação, análise e interpretação como dimensões complementares da aprendizagem científica.

REFERÊNCIAS

- AINSWORTH, S. DeFT: A conceptual framework for considering learning with multiple representations. **Learning and instruction**, v. 16, n. 3, p. 183-198, 2006.
- ALVES, F. R. J.; SOBREIRA, P. H. A. Concepções alternativas e modelos mentais sobre o movimento anual aparente do Sol: uma investigação sobre estações do ano no planetário da UFG. In: **SIMPÓSIO NACIONAL DE EDUCAÇÃO EM ASTRONOMIA**, 3., 2014, Curitiba. Curitiba: Sociedade Astronômica Brasileira, 2014.
- BRASIL. **Base Nacional Comum Curricular**. Brasília: Ministério da Educação, 2018. Disponível em: <http://basenacionalcomum.mec.gov.br/>. Acesso em: 03 jan. 2026.
- CAMINO, N. Ideas previas y cambio conceptual en astronomía: un estudio con maestros de primaria sobre el día y la noche, las estaciones y las fases de la luna. **Enseñanza de las Ciencias: Revista de Investigación y Experiencias Didácticas**, Barcelona, v. 13, n. 1, p. 81-96, 1995.
- CRESWELL, J. W. **Research design: qualitative, quantitative, and mixed methods approaches**. 4. ed. Thousand Oaks: Sage Publications, 2014.
- EDELSON, D. C. Learning-for-use: A framework for the design of technology-supported inquiry activities. **Journal of Research in Science Teaching**, Hoboken, v. 38, n. 3, p. 355-385, 2001.
- GIL, A. C. **Métodos e técnicas de pesquisa social**. 6. ed. São Paulo: Atlas, 2008.
- GILBERT, P.; IRONS, C. A pilot exploration of the use of compassionate images in a group of self-critical people. **Memory**, v. 12, n. 4, p. 507-516, 2004.
- GUIMARÃES SILVA, L. **Jupyter Notebook para a Análise do Amanhecer, Pôr do Sol e Duração do Dia em Ipaussu (SP)**. Genebra: Zenodo, 2026. Recurso online. Disponível em: <https://doi.org/10.5281/zenodo.18175646>. Acesso em: 07 jan. 2026.
- IACHEL, G.; NARDI, R. Um estudo exploratório sobre o ensino de astronomia na formação continuada de professores. **Ensino de Ciências e Matemática I**, Bauru, p. 75-86, 2009.



JUSTI, R.; GILBERT, J. Models and modelling in chemical education. In: GILBERT, John K.; DE JONG, Onno; JUSTI, Rosaria; TREAGUST, David F.; VAN DRIEL, Jan H. **Chemical education: towards research-based practice**. Dordrecht: Springer Netherlands, 2002.

LANGHI, R. Ideias de senso comum em Astronomia. In: **ENCONTRO NACIONAL DE ASTRONOMIA**, 7., 2004, Brotas, SP. 2004.

LANGHI, R.; NARDI, R. Dificuldades de professores dos anos iniciais do ensino fundamental em relação ao ensino da Astronomia. **Revista Latino-Americana de Educação em Astronomia**, n. 2, p. 75-91, 2005.

LATTARI, Cleiton J. B. *et al.* Construindo o conhecimento do universo a partir do indivíduo: ensino de Astronomia no ensino fundamental. In: **SIMPÓSIO NACIONAL DE ENSINO DE FÍSICA**, 16., 2005, Rio de Janeiro, RJ. O ensino no Ano Mundial da Física. Rio de Janeiro, RJ: Centro Federal de Educação Tecnológica Celso Suckow da Fonseca (CEFET-RJ), 2005.

LELLIOTT, A.; ROLLNICK, M. Big ideas: A review of astronomy education research 1974–2008. **International Journal of Science Education**, v. 32, n. 13, p. 1771-1799, 2010.

MARCONI, M. A.; LAKATOS, E. M. **Fundamentos de metodologia científica**. 5. ed. São Paulo: Atlas, 2003.

MCKINNON, D. H. The Charles Sturt University Remote Telescope Project. **RTSRE Proceedings**, v. 1, n. 1, 2018.

McKINNON, D. H.; MAINWARING, M. Teaching astronomy with authentic data. **Research in Science Education**, Dordrecht, v. 47, n. 3, p. 509–528, 2017.

MORA, L. C.; ROLDÁN, D. L.; VARGAS, C. M. Explorando las sombras: una bonita relación entre matemáticas y astronomía. **Matemáticas: Enseñanza Universitaria**, v. 19, n. 2, p. 107-116, 2011.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL. **A framework for K–12 science education: practices, crosscutting concepts, and core ideas**. Washington, DC: National Academies Press, 2012.

OSTERMANN, F.; MOREIRA, M. A. Partículas elementares e interações fundamentais no ensino médio de Física: uma experiência a partir do estágio de um aluno de “Prática de Ensino de Física” da UFRGS. In: **ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS**, 2., 1999, Valinhos, SP: Associação Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências (ABRAPEC), 1999.

ROSENBERG, K. P. **Behavioral addictions: criteria, evidence, and treatment**. London: Academic Press, 2014.

SANZOVO, D. T.; LABURÚ, C. E. Níveis Interpretantes apresentados por alunos de ensino superior sobre as Estações do Ano. **Revista Latino-Americana de Educação em Astronomia**, n. 22, p. 35-58, 2016.



SLATER, T. F.; ADAMS, J. P. **Learner-centered astronomy teaching**. New York: W. H. Freeman and Company, 2013.

SOBREIRA, P. H. A. **Astronomia no ensino de Geografia: análise crítica nos livros didáticos de Geografia**. 2002. Tese (Doutorado em Geografia) — Universidade de São Paulo, São Paulo, 2002.

SUNRISE-SUNSET. **Sunrise and sunset times API**. [S.l.], s.d. Serviço online. Disponível em: <https://api.sunrise-sunset.org>. Acesso em: 07 jan. 2026.

Como citar este artigo (ABNT):

SILVA, L. G. Visualizando padrões temporais do sol: o uso de dados astronômicos reais no ensino de Astronomia. **Informativo do Observatório Didático de Astronomia (IODA)**, v. 6, n.1, p. 68-80, jun 2026.



ASTRONOMIA NO ENSINO FUNDAMENTAL: UMA ABORDAGEM MEDIADA POR TECNOLOGIAS DIGITAIS

ASTRONOMY IN ELEMENTARY EDUCATION: AN APPROACH MEDIATED BY DIGITAL TECHNOLOGIES

Marco Antonio Sanches Anastacio¹, Marcos Rincon Voelzke²

¹ Universidade Cruzeiro do Sul, marcosanches.prof@gmail.com

² Universidade Cruzeiro do Sul, mrvoelzke@hotmail.com

Resumo: O Ensino de Astronomia, apesar de seu potencial interdisciplinar, é frequentemente abordado de forma superficial na Educação Básica (EB), sobretudo nos anos iniciais, devido a lacunas na formação docente e à falta de recursos didáticos adequados. Nesse contexto, as Tecnologias Digitais (TD) surgem como alternativas promissoras para ressignificar práticas pedagógicas, favorecendo a visualização, a interatividade e o engajamento discente. Este estudo, de natureza aplicada, objetivou investigar como a integração pedagógica das TD pode ampliar o repertório docente para o Ensino de Astronomia. A estratégia metodológica pautou-se na pesquisa-ação, desenvolvida por meio de um ciclo de cinco oficinas pedagógicas que articularam conteúdos astronômicos com ferramentas digitais, com participação de estudantes do 4º semestre de Pedagogia e docentes em exercício nos anos iniciais da EB. A coleta de dados envolveu questionários aplicados ao final de cada oficina e a análise das interações produzidas. A análise qualitativa, realizada por meio de categorização temática, evidenciou elevada aceitação das oficinas e uma percepção positiva dos participantes quanto aos potenciais das TD para engajamento, ludicidade, visualização de conceitos abstratos e diversificação metodológica, além de alertas sobre a necessidade de mediação crítica por parte do professor.

Palavras-chave: Ensino de Astronomia; Tecnologias Digitais; Ensino Fundamental; Base Nacional Comum Curricular.

Abstract: Astronomy Education, despite its interdisciplinary potential, is often addressed superficially in Basic Education (BE), especially in the early years, due to gaps in teacher education and the lack of adequate instructional resources. In this context, Digital Technologies (DT) emerge as promising alternatives for re-signifying pedagogical practices, fostering visualization, interactivity, and student engagement. This applied study aimed to investigate how the pedagogical integration of DT can expand teachers' instructional repertoire for Astronomy Education. The methodological strategy was grounded in action research, developed through a cycle of five pedagogical workshops that articulated astronomical content with digital tools, involving fourth-semester Pedagogy students and in-service teachers working in the early years of BE. Data collection comprised questionnaires administered at the end of each workshop and the analysis of the interactions produced. Qualitative analysis, conducted through thematic categorization, revealed high acceptance of the workshops and a positive perception among participants regarding the potential of DT for engagement, playfulness, visualization of abstract concepts, and methodological diversification, while also highlighting the need for critical mediation by the teacher.

Keywords: Astronomy Education; Digital Technologies; Elementary Education; National Common Core Curriculum.



INTRODUÇÃO

Historicamente, desde as primeiras civilizações, a observação dos astros desempenhou papel fundamental na constituição do pensamento científico, impulsionando avanços conceituais, transformações tecnológicas e mudanças culturais. Ao longo desse percurso, as tecnologias disponíveis em cada época reconfiguraram os modos de produzir e validar o conhecimento, influenciaram a interpretação do mundo e romperam paradigmas estabelecidos.

Um exemplo emblemático dessa articulação entre Ciência e Tecnologia são as observações realizadas por Galileu Galilei no início do século XVII. Ao utilizar uma luneta para investigar o céu e registrar fenômenos como as irregularidades da superfície lunar, as manchas solares e os satélites de Júpiter, ele ampliou significativamente as possibilidades da observação astronômica. Suas contribuições consolidaram uma profunda ruptura conceitual no entendimento do Universo, deslocando o debate científico em direção ao heliocentrismo (Gleiser, 2006; Maclachlan, 2008). Independentemente das controvérsias sobre a autoria do telescópio, o uso desse instrumento tornou visível o que antes era inacessível, inaugurando novas formas de compreensão dos fenômenos celestes.

Desse modo, a Astronomia, uma das ciências mais antigas da humanidade (Bretones, 2014), sempre esteve fortemente vinculada às tecnologias disponíveis, influenciando tanto a explicação dos fenômenos naturais quanto a organização social e cultural. Conforme destaca Ferreira (2014), os avanços científicos e tecnológicos associados à Astronomia impactam bilhões de pessoas, seja pela produção de conhecimentos, seja pela transferência de tecnologias derivadas.

No campo educacional, a recente reforma curricular brasileira, materializada na Base Nacional Comum Curricular (BNCC), trouxe mudanças relevantes ao enfatizar uma abordagem integradora, interdisciplinar e orientada ao letramento científico desde os anos iniciais do Ensino Fundamental (EF) (Brasil, 2017). Nesse contexto, os conteúdos de Astronomia passaram a compor a unidade temática **Terra e Universo**, sendo trabalhados de forma transversal ao longo da Educação Básica (EB), o que reforça seu potencial formativo e articulador.

Entretanto, apesar de seu reconhecido potencial interdisciplinar, o Ensino de Astronomia ainda é tratado de maneira superficial e fragmentada na escola. Essa abordagem tem sido associada principalmente à formação inicial e continuada insuficiente dos docentes e à escassez de recursos didáticos adequados para explorar conceitos abstratos e de difícil observação direta (Langhi; Nardi, 2022). Embora o tema ocupe espaço significativo na divulgação científica e midiática (Henrique; Andrade; L'Astorina, 2010), sua transposição para a sala de aula ainda enfrenta obstáculos persistentes, sobretudo nos anos iniciais do EF.

Diante desse cenário, as Tecnologias Digitais (TD) despontam como mediadoras relevantes, ao oferecerem ferramentas que favorecem a visualização, a interatividade e o engajamento dos estudantes. Tais recursos ampliam as possibilidades de planejamento pedagógico e de produção de materiais didáticos, contribuindo para práticas mais dinâmicas e contextualizadas no ensino de conteúdos astronômicos.

Partindo desse pressuposto, esta pesquisa teve por objetivo investigar como a integração pedagógica das TD ao Ensino de Astronomia pode contribuir para a ampliação do repertório docente, tanto no âmbito conceitual quanto metodológico.



Para isso, articulou-se conteúdos astronômicos com recursos digitais por meio de oficinas pedagógicas formativas, buscando favorecer processos de construção ativa do conhecimento, estimular reflexões sobre a prática e promover uma reaproximação dos saberes astronômicos com o cotidiano escolar.

Trata-se de um recorte da tese de doutorado inserida na linha de pesquisa: **Construção do conhecimento no ensino e aprendizagem de Ciências, Matemática e suas Tecnologias**, do Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências da Universidade Cruzeiro do Sul.

FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

A Astronomia, como uma das manifestações mais antigas do pensamento sistemático humano, possui uma trajetória que a legitima como campo privilegiado para a educação científica. Desde as civilizações babilônica e egípcia, a observação dos céus foi fundamental para a organização do tempo, a agricultura e a navegação, constituindo as primeiras formas de conhecimento sistematizado (Caniato, 2013; Pacheco; Zanella, 2019).

Esse percurso histórico não apenas justifica a presença da Astronomia nos currículos escolares, como também evidencia seu vasto potencial educativo. Ao se questionar sobre os corpos celestes e seus movimentos, o ser humano buscou, historicamente, compreender a si mesmo e ao mundo. Por essa razão, a Astronomia permanece como um campo fértil para mobilizar questionamentos existenciais e científicos fundamentais, como: “Onde estamos? De onde viemos? Para onde vamos?” (Scarpin *et al.*, 2023, p. 28).

No contexto escolar, entretanto, a presença dos conceitos astronômicos, especialmente nos anos iniciais da EB, ainda é marcada por abordagens pontuais, descontextualizadas e, muitas vezes, desprovidas de intencionalidade pedagógica clara. Essa realidade persiste mesmo após as diretrizes curriculares que buscaram inseri-los de forma mais estruturada: primeiro, com os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN), que os incluíram no eixo **Terra e Universo** (Brasil, 1998), e, mais recentemente, com a Base Nacional Comum Curricular (BNCC), que os consolidou de maneira transversal ao longo de toda a EB (Brasil, 2017).

Paralelamente, integrar as TD à prática pedagógica tornou-se uma necessidade premente, diante da rápida expansão em todos os setores da sociedade, incluindo a educação. Esse processo de globalização digital, característico de uma sociedade da informação, transformou de maneira significativa as formas de acesso ao conhecimento e, consequentemente, os modos de aprender das novas gerações (Tamarozzi; Tortora, 2023).

Mais recentemente, a popularização da Inteligência Artificial (IA) generativa, com o lançamento do ChatGPT pela OpenAI em 2022, tornou evidente um novo estágio dessa transformação. A possibilidade de interagir com *chatbots*³ por meio de linguagem natural passou a impactar diretamente os processos de comunicação, produção de conhecimento e aprendizagem (UNESCO, 2024), redesenhando o perfil da escola, que passou a receber estudantes imersos em múltiplas realidades digitais, ampliando as possibilidades de “[...] imersão no espaço e nos assuntos

³ Os *chatbots* são programas de computador que simulam uma conversa humana para responder perguntas de texto ou voz. Disponível em: <https://aws.amazon.com/pt/what-is/chatbot/>. Acesso em 10 fev. 2026.



astronômicos por meio de *softwares*, aparatos e aplicativos para celular” (Leão; Teixeira, 2021, p. 126).

Diante dos desafios de romper com uma abordagem superficial da Astronomia e de promover uma alfabetização digital crítica, as TD surgem com potencial para fomentar a alfabetização científica, a curiosidade e o pensamento crítico. Como ponderam Simões e Voelzke (2020), ao favorecer a visualização de fenômenos complexos e possibilitar experiências imersivas e interativas, as TD revolucionaram não apenas o compartilhamento de dados, mas, sobretudo, a própria aprendizagem, ampliando as possibilidades didáticas de forma intencional.

METODOLOGIA

O estudo caracterizou-se como uma pesquisa de natureza aplicada, cujo objetivo principal foi investigar como as TD podem contribuir para o ensino e a aprendizagem de Astronomia nos anos iniciais da EB. A estratégia metodológica adotada foi a pesquisa-ação, desenvolvida por meio de um ciclo de oficinas pedagógicas que articularam conteúdos curriculares de Astronomia com recursos digitais disponíveis e estratégias didáticas inovadoras, conforme apresentado no Quadro 1.

Quadro 1: Oficinas mediadas por TD (fonte: Dados da pesquisa, 2025).

Oficina	Conteúdo trabalhado
1	Documentos curriculares e o Ensino de Astronomia
2	Movimento aparente do Sol no Céu: uma abordagem com simuladores para estudantes do 2º ano do EF
3	Gamificação no Ensino de Astronomia
4	Atividades didáticas com a ferramenta H5P
5	O uso de IA na produção de recursos didáticos

Os sujeitos da pesquisa foram estudantes do 4º semestre do curso de Pedagogia da Universidade Cruzeiro do Sul e docentes em atuação nos anos iniciais da EB. A coleta dos dados deu-se a partir de um conjunto diversificado de instrumentos disponibilizados por meio de formulários na plataforma Google ao final de cada uma das oficinas.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

Os resultados mostraram que a carência de recursos didáticos adequados foi o principal motivo apontado pelos docentes para a rasa abordagem dos conteúdos astronômicos nas aulas, como mostra a Figura 1.

Esse recorte converge com a literatura da área, especialmente quanto ao Ensino de Astronomia na EB, uma vez que os principais motivos para a abordagem superficial desses conteúdos estão relacionados sobretudo à formação docente e a ausência de material didático apropriado (Langhi, 2004; Bretones, 2006; Lima, 2006; Macêdo; Voelzke, 2014; Bretones, 2014; Lima; Nardi, 2020; Langhi; Nardi, 2022).



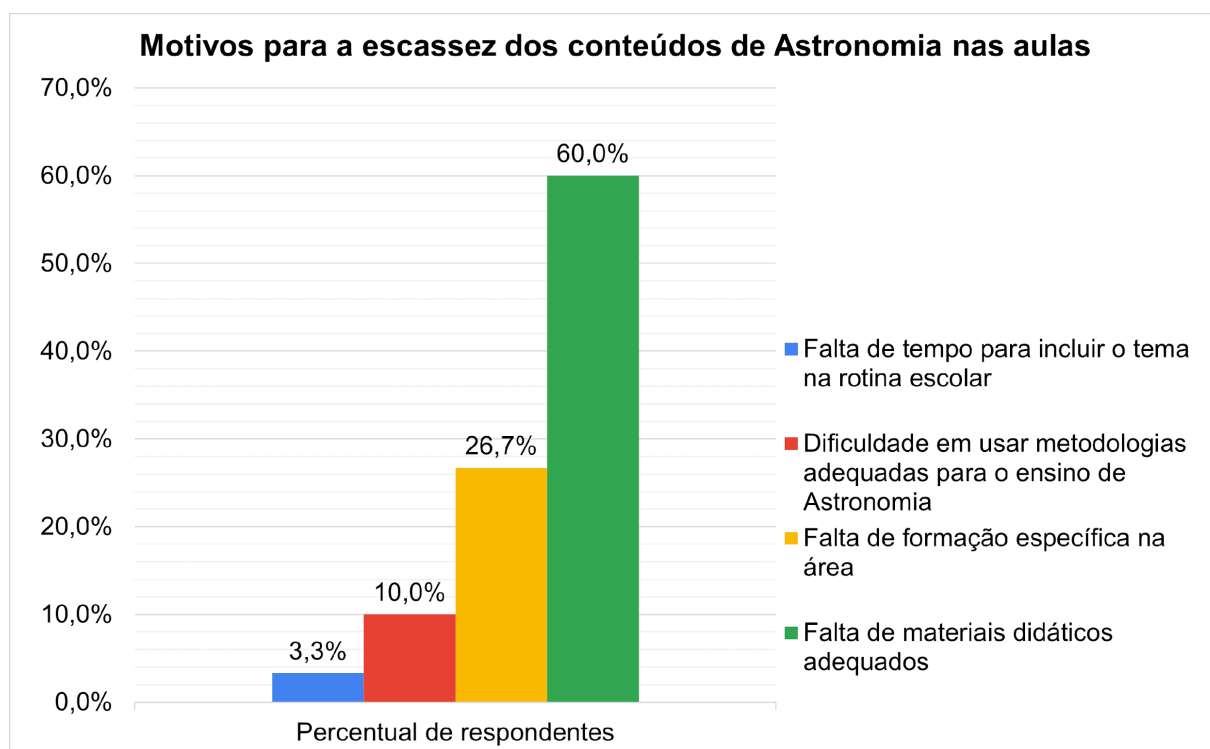


Figura 1: Escassez da Astronomia na EB (fonte: Dados da pesquisa, 2025).

Assim, para compreender as percepções dos participantes sobre o valor formativo das TD no ensino de Astronomia, realizou-se uma análise qualitativa, conforme as fases da Análise de Conteúdo temática (Bardin, 2016), que identificou quatro categorias principais, sintetizadas na Tabela 1.

Tabela 1: Frequência por categoria (fonte: Dados da pesquisa, 2025).

Código	Categoria	Freq. (%)
C1	Potenciais e benefícios didático-pedagógicos	34,1%
C2	Integração à prática docente	26,0%
C3	Atitudes e percepções gerais	33,5%
C4	Mediação pedagógica e limitações	6,4%

A categoria mais recorrente (C1) refere-se aos potenciais e benefícios pedagógicos das ferramentas, com ênfase em engajamento, ludicidade, visualização de conceitos abstratos, interatividade e aprendizagem. Os relatos dos participantes associam ganhos cognitivos e motivacionais ao uso de simulações, *quizzes* e recursos multimodais. O estudante E6, por exemplo, destaca que “A IA pode tornar as aulas mais visuais e interessantes, ajudando na compreensão de temas abstratos” (Oficina 5). Na mesma direção, o docente D2 observa que “Esses recursos acabam envolvendo e chamando a atenção dos alunos mais novos, que estão em uma fase mais lúdica” (Oficina 4).

Em síntese, a mediação pelas TD é percebida pelos participantes como uma estratégia de grande potencial para o Ensino de Astronomia. De modo geral, os dados apontam uma elevada aceitação das oficinas, especialmente no que se refere

ao engajamento, à visualização de conceitos abstratos e à diversificação das práticas pedagógicas.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O Ensino de Astronomia, apesar de seu reconhecido potencial interdisciplinar, ainda é abordado na prática escolar de maneira superficial e fragmentada. De acordo com a literatura da área, esse quadro decorre, sobretudo, de fragilidades na formação inicial docente para o tratamento de conceitos astronômicos e de limitações no acesso a recursos didáticos que viabilizem a exploração de fenômenos majoritariamente abstratos e de difícil observação direta.

Diante desse cenário, as TD apresentam-se como uma alternativa viável para ressignificar as práticas pedagógicas, especialmente, quanto a sua capacidade de transcender as limitações do ensino tradicional, tornando conceitos complexos mais acessíveis por meio da visualização e da interação. Tais recursos podem promover o engajamento discente e a criação de ambientes de aprendizagem mais investigativos, alinhando-se tanto às expectativas das novas gerações quanto às demandas de uma educação científica contemporânea.

Assim, considerando os desafios inerentes ao Ensino de Astronomia na EB, esta pesquisa buscou investigar de que modo as TD podem potencializar o ensino e a aprendizagem de conceitos astronômicos nos anos iniciais do EF, em consonância com as diretrizes da BNCC (Brasil, 2017) e do Currículo Paulista (São Paulo, 2019).

Os resultados obtidos apontaram, de forma convergente, que a mediação por meio de TD é percebida pelos participantes como uma estratégia de grande valor para o Ensino de Astronomia. Os dados revelaram uma elevada aceitação das oficinas, destacando-se positivamente as dimensões de engajamento, visualização de conceitos abstratos e diversificação das práticas pedagógicas.

REFERÊNCIAS

BARDIN, L. **Análise de conteúdo**. São Paulo: Edições 70, 2016.

BRASIL. Ministério da Educação. Secretaria de Educação Média e Tecnológica. **Parâmetros curriculares nacionais: terceiro e quarto ciclos do Ensino Fundamental**. Brasília: MEC, 1998. Disponível em: <http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/ciencias.pdf>. Acesso em: 12 jan. 2026.

BRASIL. Ministério da Educação. **Base Nacional Comum Curricular: educação é a base**. Brasília: Ministério da Educação, 2017.

BRETONES, P. S. **A Astronomia na formação continuada de professores e o papel da racionalidade prática para o tema da observação do céu**. 2006. 281 f. Tese (Doutorado em Ensino e História de Ciências da Terra) - Instituto de Geociências, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2006.

BRETONES, P. S. **Jogos para o Ensino de Astronomia**. 2. ed. [S.l.]: Editora Átomo, 2014.

CANIATO, R. **Redescobrimos a Astronomia**. 2. ed. Campinas: Átomo, 2013.



FERREIRA, O. R. **CTS-ASTRO: Astronomia no enfoque da Ciência, Tecnologia e Sociedade e estudo de caso em Educação a Distância**. 2014. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciência e Matemática) - Universidade Cruzeiro do Sul, São Paulo, 2014.

GLEISER, M. **A dança do Universo: dos mitos de criação ao Big-Bang**. [S.l.]: Companhia das Letras, 2006.

HENRIQUE, A. B.; ANDRADE, V. F. P.; L'ASTORINA, B. Discussões sobre a Natureza da Ciência em um curso sobre a história da Astronomia. **Revista Latino-Americana de Educação em Astronomia**, São Carlos (SP), n. 9, p. 17-31, 2010.

LANGHI, R. **Um estudo exploratório para a inserção da astronomia na formação de professores dos anos iniciais do Ensino Fundamental**. 2004. 240 f. Dissertação (Mestrado em Educação para a Ciência) - Faculdade de Ciências, UNESP, Bauru, 2004.

LANGHI, R.; NARDI, R. **Educação em astronomia: repensando a formação de professores**. São Paulo: Livraria da Física, 2022.

LEÃO, R. S. C.; TEIXEIRA, M. R. F. A educação em Astronomia na era digital e a BNCC: convergências e articulações. **Revista Latino-Americana de Educação em Astronomia**, n. 30, p. 115-131, 19 jan. 2021.

LIMA, E. J. M. **A visão do professor de ciências sobre as estações do ano**. 2006. 120 f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências e Educação Matemática) - Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 2006.

LIMA, S. C.; NARDI, R. Discursos de docentes dos anos iniciais do Ensino Fundamental sobre o tema "estações do ano". **Revista Latino-Americana de Educação em Astronomia**, São Carlos (SP), n. 29, p. 51-72, 2020.

MACÊDO, J. A.; VOELZKE, M. R. As concepções prévias, os recursos tradicionais e as tecnologias digitais no Ensino de Astronomia. **Imagens da Educação**, v. 4, n. 3, p. 49-61, 2014.

MACLACHLAN, J. **Galileu Galilei: o primeiro Físico**. São Paulo: Companhia das Letras, 2008.

PACHECO, M. H.; ZANELLA, M. S. Panorama de pesquisas em Ensino de Astronomia nos anos iniciais: um olhar para Teses e Dissertações. **Revista Latino-Americana de Educação em Astronomia**, n. 28, p. 113-132, 2019.

SÃO PAULO (Estado). Secretaria da Educação. **Currículo Paulista: Ensino Fundamental**. São Paulo: SEDUC/SP, 2019.

SCARPIN, N. C.; ALMEIDA, R. F.; FERRUZZI, M. C. P.; PAULINO, M. C. G.; FERREIRA, P. G. C.; LAVAGNOLI, R.; NEVES, M. C. D. Ensino de Astronomia nas escolas: importância, panorama e proposições. **Revista Pontes**, Paranaíba, v. 19, p. 27-41, 2023.



SIMÕES, C. C.; VOELZKE, M. R. Ensino de astronomia e aprendizagem significativa: um olhar sobre o ensino técnico integrado. **Research, Society and Development**, v. 9, n. 3, p. e82932463-e82932463, 19 fev. 2020.

TAMAROZZI, K. H.; TORTORA, E. Ensino de Física para alunos do PROEJA utilizando a gamificação na plataforma Quizizz. **Caderno de Física da UEFS**, v. 21, n. 2, p. 2201.1-26, 22 dez. 2023.

UNESCO. **Guia para a IA generativa na educação e na pesquisa**. Paris: Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura, 2024.

Como citar este artigo (ABNT):

ANASTACIO, M. A. S.; VOELZKE, M. R. Astronomia no Ensino Fundamental: uma abordagem mediada por tecnologias digitais. **Informativo do Observatório Didático de Astronomia (IODA)**, v. 6, n.1, p. 81-88, jun 2026.



O ESTUDO DE ASTRONOMIA VINCULADO À ABORDAGEM "INGLÊS PARA FINS ESPECÍFICOS": POSSIBILIDADES VANTAJOSAS NO ENSINO MÉDIO

THE STUDY OF ASTRONOMY LINKED TO THE "ENGLISH FOR SPECIFIC PURPOSES" APPROACH: ADVANTAGEOUS POSSIBILITIES IN HIGH SCHOOL

Janete Rodrigues¹, Henrique Cananosque Neto²

¹ Faculdade de Tecnologia do Estado de São Paulo, Lins, janeterodrigues1@professor.sp.gov.br

² UNESP Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho", Faculdade de Ciências, Programa de Pós-graduação em Psicologia do Desenvolvimento e Aprendizagem, Bauru, apoio CAPES, h.cananosque@unesp.br

Resumo: *O Ensino de Astronomia tem ganhado crescente importância no panorama educacional brasileiro, particularmente devido ao seu papel na promoção da alfabetização científica e no estímulo ao interesse dos alunos pela natureza e pelas ciências exatas. Sua natureza interdisciplinar permite conexões entre diversos campos do conhecimento, como Física, Matemática, Geografia e História, e fomenta o desenvolvimento crítico e inquisitivo dos alunos. Ao mesmo tempo, o ensino de línguas estrangeiras, particularmente o Inglês, tem adotado práticas sensíveis às demandas específicas de diferentes áreas do conhecimento; como o Inglês para Fins Específicos (English for Specific Purposes – ESP). O objetivo geral desta pesquisa é analisar o potencial e as vantagens da integração da Astronomia com a abordagem de ESP no Ensino Médio e avaliar seu impacto na aprendizagem de ciências e de língua inglesa dos alunos. A presente pesquisa caracteriza-se como uma revisão bibliográfica de abordagem qualitativa, cujo propósito é reunir, analisar e interpretar criticamente a produção científica existente acerca da relação entre o Ensino de Astronomia e a abordagem ESP no contexto do Ensino Médio. A integração entre o Ensino de Astronomia e a abordagem ESP revela-se uma estratégia educacional inovadora e necessária para o contexto do Ensino Médio contemporâneo. Além disso, a articulação entre Astronomia e ESP contribui para a superação da fragmentação curricular e para a construção de uma educação mais contextualizada e humanizadora. Este estudo reafirma que a educação científica e linguística não deve ser pensada como campos dissociados, mas como dimensões complementares de uma mesma formação integral.*

Palavras-chave: Ensino de Astronomia; Inglês para Fins Específicos (ESP); Ensino Médio; Educação Interdisciplinar.

Abstract: *The Teaching of Astronomy has gained increasing importance in the Brazilian educational landscape, particularly due to its role in promoting scientific literacy and stimulating students' interest in nature and the exact sciences. Its interdisciplinary nature allows connections between various fields of knowledge, such as Physics, Mathematics, Geography, and History, and fosters the critical and inquisitive development of students. At the same time, the teaching of foreign languages, particularly English, has adopted practices sensitive to the specific demands of different areas of knowledge, such as English for Specific Purposes (ESP). The general objective of this research is to analyze the potential and advantages of integrating astronomy with the ESP approach in Secondary Education and to evaluate its impact on students' science and English language learning. This research is characterized as a qualitative literature review, whose purpose is to gather, analyze, and*



critically interpret the existing scientific production on the relation between the Teaching of Astronomy and the ESP approach in the context of Secondary Education. The integration between the Teaching of Astronomy and the ESP approach proves to be an innovative and necessary educational strategy for the contemporary Secondary Education context. Furthermore, the connection between Astronomy and ESP contributes to overcoming curricular fragmentation and building a more contextualized and humanizing education. This study reaffirms that scientific and linguistic education should not be considered as separate fields, but as complementary dimensions of the same holistic education.

Keywords: Astronomy Education; English for Specific Purposes (ESP); Secondary Education; Interdisciplinary Education.

INTRODUÇÃO

Nas últimas décadas, o Ensino de Astronomia tem ganhado crescente importância no panorama educacional brasileiro contribuindo com a promoção da alfabetização científica, no estímulo ao interesse dos alunos pela natureza e ciências exatas e conectando diferentes campos do conhecimento, fomentando o desenvolvimento crítico e inquisitivo dos alunos.

Contudo, sua efetiva implementação no Ensino Médio enfrenta desafios como a falta de formação específica de professores e a escassez de recursos pedagógicos que apoiem a aprendizagem ativa e contextualizada. Estudos recentes sugerem que o aprendizado de Astronomia pode se tornar mais enriquecedor quando combinado com novas metodologias interdisciplinares que têm o potencial de integrar diferentes línguas e contextos de aprendizagem, tornando o conhecimento científico mais visível e significativo para os jovens aprendizes (Deosti et al, 2020; Anastacio e Voelzke, 2022).

Ao mesmo tempo, o ensino de línguas estrangeiras, particularmente o Inglês, tem adotado práticas sensíveis às demandas específicas de diferentes áreas do conhecimento; por exemplo, o Inglês para Fins Específicos (English for Specific Purposes – ESP). Este método baseia-se no desenvolvimento da proficiência linguística para ambientes profissionais, acadêmicos ou científicos, aproximando o aprendizado da língua inglesa das realidades e interesses dos alunos (Musikhin, 2016).

No campo científico, o Inglês para Fins Específicos (ESP) preconiza a leitura e a compreensão de textos técnicos, o entendimento da terminologia científica e o acesso a materiais e publicações internacionais atuais. Nesse contexto, a relação entre Astronomia e ESP representa uma nova possibilidade pedagógica, pois combina o aprendizado da língua inglesa com o aprendizado de conteúdo científico, ampliando o conhecimento dos alunos sobre o universo e o vocabulário científico em um mundo globalizado (Biddou, Boukanouf e Al Ghadi, 2019; Qamariah e Yuliani, 2024).

No contexto brasileiro, a implementação de recomendações curriculares no Ensino Médio, guiadas pela Base Nacional Comum Curricular (BNCC) (Brasil, 2018), que incentivam a interdisciplinaridade e o uso de metodologias ativas, abre espaço para a interação entre campos aparentemente distantes, como a Astronomia e o ensino da língua inglesa. Pesquisas recentes demonstram que atividades pedagógicas que combinam línguas estrangeiras e ciências, particularmente



aquelas apoiadas por tecnologias digitais e abordagens comunicativas, podem tornar o processo de ensino-aprendizagem mais envolvente e dinâmico (Ferrari, Teijón e Ruiz, 2024).

Além disso, projetos baseados no uso do inglês como língua intermediária na comunicação científica e em atividades de pesquisa em Astronomia demonstram alta relevância cognitiva e linguística para os estudantes (Tran, Russo e De Bakker, 2024). Portanto, o Ensino de Astronomia em conjunto com o ESP se configura como uma prática pedagógica com potencial para preparar os estudantes para uma gama mais ampla de ambientes acadêmicos e profissionais, promovendo tanto a educação científica, quanto o desenvolvimento da proficiência linguística.

Apesar dessas evidências, há uma carência de pesquisas e práticas robustas no Ensino Médio brasileiro que coordenem o Ensino de Astronomia com a metodologia do Inglês para Fins Específicos. Isso nos leva à questão central deste estudo: Como a relação entre os estudos de Astronomia e a abordagem do ESP pode contribuir para o desenvolvimento de competências científicas e linguísticas em estudantes do Ensino Médio? Esta questão visa revelar não apenas o potencial integrador da proposta, mas também os desafios metodológicos, pedagógicos e linguísticos de sua implementação.

Para abordar essa questão, o objetivo geral desta pesquisa é analisar o potencial e as vantagens da integração da Astronomia com a abordagem de ESP no Ensino Médio e avaliar seu impacto na aprendizagem de ciências e de língua inglesa dos alunos. Para tanto, foram identificados os seguintes objetivos específicos: (1) Investigar como os estudos de Astronomia podem ser considerados um contexto para o desenvolvimento das habilidades em língua inglesa; (2) Desenvolver abordagens didático-metodológicas que favoreçam a integração do ESP com a Astronomia; e (3) Examinar os benefícios cognitivos e motivacionais dessa abordagem interdisciplinar para o processo de ensino-aprendizagem.

A relevância deste estudo é legitimada pela necessidade de inovar no ensino secundário, especialmente através do desenvolvimento de práticas pedagógicas interdisciplinares que interligam linguagem, tecnologia e ciência. A interface entre Astronomia e ESP é vista como um potencial para superar a fragmentação curricular tradicional, promovendo uma aprendizagem mais contextualizada, crítica e significativa. Além disso, ao assumir o Inglês como língua de acesso ao conhecimento científico, a proposta facilita a inclusão dos alunos num ambiente educacional e comunicativo globalizado, abrindo as suas perspectivas de formação e atuação. O entrelaçamento destes dois campos pode, portanto, contribuir para o desenvolvimento de competências fundamentais do século XXI, como o pensamento científico, a comunicação intercultural e a aprendizagem autônoma (Thevenon, 2018; Srisudarso e Nugraha, 2024).

É notório que o estudo da Astronomia, quando apoiado por recursos tecnológicos e linguísticos, aumenta a participação dos alunos e leva ao desenvolvimento do interesse pela investigação científica. A literatura indica que atividades mediadas por tecnologia, como simulações virtuais e realidade aumentada, têm um impacto positivo na alfabetização astronômica e na aprendizagem de conceitos complexos (Özdemir, 2023; Pinto Medeiros e Oliveira, 2023).



Da mesma forma, o Inglês como língua de instrução em ambientes científicos pode ser utilizado para a aquisição de competências comunicativas para a produção e recepção do conhecimento científico. Assim, esta pesquisa visa contribuir para a educação por meio de uma reflexão sobre o potencial e as limitações do uso do Inglês como língua de instrução (ESP) no estudo da Astronomia, com o objetivo de fornecer suporte teórico e prático para uma educação científica e linguística mais integrada e significativa (Zaman, 2024).

METODOLOGIA

A presente pesquisa caracteriza-se como uma revisão bibliográfica de abordagem qualitativa, cujo propósito é reunir, analisar e interpretar criticamente a produção científica existente acerca da integração entre o Ensino de Astronomia e a abordagem ESP no contexto do Ensino Médio. Segundo Gil (2015), a pesquisa bibliográfica consiste em um procedimento sistemático que busca compreender determinado fenômeno por meio do levantamento e da análise de materiais já publicados, como livros, artigos científicos, dissertações e teses, oferecendo uma visão ampla e fundamentada sobre o tema investigado.

Dessa forma, o estudo não se limita à simples descrição de conteúdos, mas propõe uma reflexão interpretativa sobre os significados, contribuições e lacunas presentes nas investigações anteriores, com o intuito de subsidiar futuras práticas pedagógicas e pesquisas empíricas. A escolha por uma abordagem qualitativa justifica-se pela natureza exploratória e interpretativa do objeto de estudo, uma vez que se busca compreender as percepções, os contextos educacionais e os potenciais pedagógicos envolvidos na intersecção entre Astronomia e ensino de língua inglesa.

O processo metodológico foi conduzido em três etapas principais: levantamento, seleção e análise do material teórico. Inicialmente, realizou-se um levantamento sistemático de 17 publicações científicas em bases de dados nacionais e internacionais, como SciELO, ERIC, Google Scholar, ResearchGate e Scopus – periódicos especializados em ensino de ciências e linguística aplicada. A busca utilizou combinações de descritores como “Ensino de Astronomia”, “English for Specific Purposes”, “interdisciplinaridade”, “Ensino Médio” e “ciência e linguagem”. Após o levantamento, foram aplicados critérios de inclusão e exclusão baseados na relevância temática, atualidade (publicações dos últimos dez anos) e pertinência metodológica, selecionando-se estudos que abordassem direta ou indiretamente a relação entre Astronomia, ensino de Inglês e práticas educacionais inovadoras. Essa etapa permitiu a constituição de um corpus teórico diversificado, composto por autores nacionais e estrangeiros, que fornecem diferentes perspectivas sobre o tema e contribuem para uma análise abrangente e contextualizada (Gil, 2015).

Na terceira etapa, foi realizada uma análise qualitativa de conteúdo, orientada pelos princípios da hermenêutica interpretativa, buscando identificar convergências, divergências e tendências emergentes nos trabalhos selecionados. O foco analítico recaiu sobre a identificação de eixos temáticos recorrentes, tais como: o papel da Astronomia na alfabetização científica, as potencialidades do ESP para o ensino contextualizado de inglês, e as interfaces entre linguagem, ciência e tecnologia na Educação Básica. O tratamento qualitativo dos dados envolveu a leitura aprofundada e a categorização das informações em torno dos objetivos da

pesquisa, permitindo uma síntese crítica dos resultados encontrados. Conforme ressalta Gil (2015), a pesquisa bibliográfica de natureza qualitativa valoriza a interpretação reflexiva e o diálogo entre diferentes perspectivas teóricas, o que possibilita compreender a complexidade do fenômeno educacional estudado e apontar caminhos inovadores para a prática docente e a produção de conhecimento interdisciplinar.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O desenvolvimento deste estudo propõe uma análise aprofundada das interfaces entre o Ensino de Astronomia e a abordagem “Inglês para Fins Específicos” (English for Specific Purposes – ESP), destacando como essa integração pode contribuir para uma formação científica, linguística e cultural mais ampla no Ensino Médio.

O capítulo está estruturado em três eixos: inicialmente, aborda-se o papel da Astronomia como campo interdisciplinar e promotor de alfabetização científica; em seguida, discute-se a aplicação da abordagem ESP no Ensino de Ciências, com ênfase no desenvolvimento de competências comunicativas e cognitivas; e, por fim, apresentam-se reflexões sobre as possibilidades pedagógicas que emergem da articulação entre Astronomia e ESP no contexto educacional brasileiro. A intenção é oferecer uma leitura crítica e fundamentada das contribuições teóricas e empíricas de estudos recentes, estabelecendo pontes entre a prática científica e o ensino de línguas estrangeiras, conforme os desafios e demandas da educação contemporânea.

A Astronomia como campo interdisciplinar e promotor da alfabetização científica

A Astronomia, enquanto disciplina que investiga os fenômenos do cosmos e suas relações com a Terra, ocupa um papel singular na formação científica e cultural dos estudantes, sendo reconhecida por seu potencial de integrar diferentes áreas do conhecimento em torno de uma mesma temática. Essa natureza integradora permite que conceitos de Física, Química, Matemática e Geografia sejam contextualizados a partir de uma perspectiva cósmica, o que favorece o desenvolvimento da alfabetização científica e o raciocínio crítico.

Segundo Deosti et al. (2020), o ensino de Astronomia nos anos finais do Ensino Fundamental e no Ensino Médio estimula o pensamento investigativo e amplia a percepção dos alunos sobre o lugar do ser humano no universo. Essa característica formativa explica por que a Astronomia tem sido adotada em currículos internacionais como eixo estruturante da educação científica, fomentando o interesse por carreiras nas áreas de Ciência, Tecnologia, Engenharia e Matemática (STEM).

A relevância da Astronomia na Educação está também associada à sua capacidade de despertar curiosidade e engajamento cognitivo. Estudos apontam que, quando mediada por estratégias pedagógicas interativas e recursos tecnológicos, essa área potencializa o aprendizado ativo e significativo e estimula a construção de uma visão de mundo baseada em evidências, que se contrapõe ao senso comum e às concepções pseudocientíficas. Özdemir (2023) demonstrou que o uso de aplicações de realidade aumentada na aprendizagem astronômica eleva significativamente o nível de literacia astronômica de estudantes do Ensino Médio,



pois, favorece a visualização espacial e a compreensão de conceitos abstratos como escalas, distâncias e movimentos celestes. Ferrari, Teijón e Ruiz (2024) também demonstram que a mediação junto a tecnologias imersivas favorece a compreensão conceitual e o pensamento crítico, promovendo uma aprendizagem mais autônoma e participativa. Tais abordagens dinamizam o processo de ensino-aprendizagem e promovem a participação dos alunos, agindo como instrumentos de empoderamento científico ao permitir que estudantes interajam de maneira ativa com os conceitos e fenômenos estudados.

Além de sua dimensão cognitiva, a Astronomia possui uma dimensão cultural e filosófica de grande importância. Ao tratar de temas como a origem do universo, a natureza das estrelas e a possibilidade de vida fora da Terra, ela convida à reflexão sobre questões existenciais e epistemológicas. Vieira, Batista e Santos (2025) argumentam que, no contexto do Novo Ensino Médio brasileiro, a Astronomia deve ser entendida como um eixo interdisciplinar capaz de conectar saberes científicos, históricos e sociais, contribuindo para o desenvolvimento integral do estudante. Essa perspectiva dialoga com os princípios da Base Nacional Comum Curricular (BNCC) (Brasil, 2018), que propõe uma formação científica voltada para a compreensão crítica do mundo e para a construção de soluções sustentáveis e éticas.

Um dos grandes desafios, no entanto, é a efetiva implementação da Astronomia no Ensino Médio. Apesar de seu potencial interdisciplinar, muitas escolas ainda enfrentam dificuldades estruturais e pedagógicas para trabalhar o tema de forma sistemática. Yetkiner e Taner (2020) observaram que professores de ciências frequentemente relatam limitações na formação específica, falta de materiais didáticos e carência de apoio institucional, o que restringe a exploração mais profunda de conteúdos astronômicos. Esses obstáculos indicam a necessidade de políticas educacionais que promovam formação continuada e o desenvolvimento de recursos pedagógicos acessíveis, permitindo que a Astronomia se torne parte efetiva das práticas docentes.

Dessa forma, a literatura aponta para a importância da colaboração entre diferentes áreas do conhecimento e do uso de metodologias inovadoras que articulem Ciência, Tecnologia e Linguagem. Pinto Medeiros e Oliveira (2023) destacam que a introdução de experimentos simples no Ensino Fundamental e Médio, voltados à observação e compreensão de fenômenos astronômicos, contribui para o desenvolvimento da curiosidade científica e da capacidade de observação sistemática. Tais práticas favorecem o aprendizado experiencial e o engajamento dos estudantes, especialmente quando vinculadas a discussões interdisciplinares que relacionam o conteúdo astronômico a temas do cotidiano e da cultura popular.

Outra questão importante é a relação entre o Ensino de Astronomia e o desenvolvimento de competências cognitivas complexas, como o pensamento crítico e o raciocínio lógico. Anastacio e Voelzke (2022) demonstram que atividades investigativas relacionadas a fenômenos astronômicos estimulam a resolução de problemas, a formulação de hipóteses e a análise de dados observacionais, habilidades fundamentais para a alfabetização científica. O caráter observacional e empírico da Astronomia oferece, assim, um ambiente propício para a experimentação, a análise crítica e o desenvolvimento de estratégias cognitivas aplicáveis a outras áreas do saber.



A dimensão comunicativa do Ensino de Astronomia também merece destaque, uma vez que o processo de compreender e explicar fenômenos astronômicos envolve o domínio de linguagens simbólicas e técnicas. Isso inclui desde a leitura e interpretação de gráficos, tabelas e imagens astronômicas até o uso de terminologias específicas. Miranda Trindade et al. (2022) ressaltam que, ao introduzir a Astronomia no ensino de Química, os alunos passam a desenvolver habilidades de leitura científica e a reconhecer padrões conceituais comuns entre diferentes disciplinas. Essa interligação reforça a importância de compreender a Astronomia não apenas como conteúdo, mas como linguagem científica integradora.

A Astronomia, ao integrar diferentes linguagens e recursos tecnológicos, contribui para a formação de cidadãos mais conscientes e reflexivos sobre o papel da ciência na sociedade contemporânea. O estudo do cosmos e de seus fenômenos desperta nos jovens o senso de pertencimento a uma realidade maior e interconectada, fortalecendo valores de sustentabilidade e cooperação global (Diehl e Callies, 2017). Essa visão de mundo é fundamental para o desenvolvimento de uma cultura científica sólida e para a consolidação da Astronomia como elemento estruturante da educação científica no século XXI.

A partir dessa perspectiva, percebe-se que o Ensino de Astronomia vai além da mera transmissão de conteúdos astronômicos. Trata-se de um campo que articula dimensões cognitivas, culturais, linguísticas e tecnológicas, promovendo uma formação ampla e integrada. Ao valorizar o questionamento, a curiosidade e a interdisciplinaridade, a Astronomia consolida-se como ferramenta estratégica para o fortalecimento da alfabetização científica e para a construção de uma educação voltada à investigação, à reflexão e à cidadania (Deosti et al., 2020; Vieira, Batista e Santos, 2025).

O Ensino de Inglês para Fins Específicos (ESP) e suas interfaces com as Ciências

O ensino de Inglês para Fins Específicos (English for Specific Purposes – ESP) constitui uma abordagem pedagógica que busca alinhar a aprendizagem linguística às necessidades comunicativas e cognitivas de contextos profissionais, acadêmicos e científicos. Diferente do ensino tradicional de língua estrangeira, que prioriza a estrutura gramatical e a fluência cotidiana, o ESP concentra-se em conteúdos e práticas linguísticas diretamente vinculados a campos específicos do conhecimento. De acordo com Musikhin (2016), o ensino de Inglês voltado para ciência e tecnologia proporciona aos estudantes o desenvolvimento de competências comunicativas contextualizadas, permitindo-lhes compreender, produzir e aplicar terminologias técnicas com precisão. Essa perspectiva instrumental da linguagem revela-se especialmente relevante em um mundo globalizado, no qual o Inglês se consolidou como língua franca da ciência e da comunicação acadêmica internacional.

No contexto educacional contemporâneo, o ESP é concebido não apenas como ferramenta linguística, mas como um método interdisciplinar de construção de significados. Isso implica reconhecer que a língua é, simultaneamente, meio de comunicação e veículo de acesso ao conhecimento especializado. Reinoso-Espinosa (2020) enfatiza que o ensino de inglês científico promove a interligação entre linguagem e raciocínio lógico, estimulando o pensamento analítico e a leitura crítica de textos acadêmicos. Ao incorporar conteúdos científicos, o ESP



favorece a aprendizagem significativa, pois aproxima o ensino de língua das práticas discursivas autênticas utilizadas por pesquisadores, educadores e profissionais de áreas técnicas. Assim, o estudante deixa de ser um mero receptor de estruturas linguísticas e passa a ser um usuário ativo do idioma em situações de construção e partilha de conhecimento.

A literatura recente mostra que a aplicação do ESP em contextos científicos pode transformar a maneira como os alunos percebem o aprendizado da língua inglesa. Qamariah e Yuliani (2024) observam que estudantes de cursos de formação em Física, quando expostos ao ensino de Inglês com foco nas ciências, relatam maior engajamento e relevância percebida, uma vez que reconhecem a utilidade direta do idioma na compreensão de textos, artigos e conferências internacionais. Essa conexão entre a língua e o conteúdo torna o processo mais motivador e contextualizado, reforçando a importância de metodologias baseadas em Content and Language Integrated Learning (CLIL), abordagem em que o aprendizado linguístico e o aprendizado de conteúdo disciplinar ocorrem de forma integrada e simultânea. No contexto do Ensino Médio, essa filosofia pode ser adaptada para desenvolver tanto a proficiência comunicativa quanto a alfabetização científica.

Outro ponto relevante é que o ESP promove o desenvolvimento da competência comunicativa científica, essencial para a formação de cidadãos críticos e para a inserção de estudantes em ambientes acadêmicos internacionais. Biddou, Boukanouf e Al Ghadi (2019) mostraram que, em cursos de ciências aplicadas, os alunos expostos ao ESP desenvolvem habilidades mais sofisticadas de leitura e interpretação de textos técnicos, bem como maior autonomia no uso de vocabulário especializado. Esses resultados evidenciam que o domínio da língua inglesa em contextos científicos vai além da tradução literal, trata-se de compreender conceitos, argumentar com base em evidências e comunicar-se dentro de uma comunidade epistêmica global. A partir desse entendimento, o ensino de Inglês torna-se instrumento de empoderamento intelectual e social.

A adoção do ESP também está alinhada com a necessidade de preparar estudantes para um mundo acadêmico cada vez mais multilíngue e digital. Zaman (2024), em sua revisão sistemática sobre os desafios do ensino de ESP em ambientes modernos, destaca que o avanço das tecnologias educacionais e a crescente demanda por conteúdos científicos acessíveis em inglês exigem dos professores o desenvolvimento de competências pedagógicas inovadoras. Isso inclui o uso de plataformas digitais, corpora linguísticos e recursos multimodais para criar ambientes de aprendizagem mais imersivos e interativos. A incorporação de tecnologias, quando aliada a práticas reflexivas e colaborativas, potencializa o ESP como ferramenta de formação científica e linguística simultaneamente.

Além disso, o ensino de ESP possui implicações profundas na formação de professores, que devem atuar como mediadores de significados entre as áreas do saber. Srisudarso e Nugraha (2024) argumentam que, no contexto de escolas técnicas e de excelência, a aplicação de abordagens baseadas em ESP exige docentes capazes de articular conhecimentos linguísticos e científicos, desenvolvendo currículos que unam comunicação e conteúdo. Essa formação híbrida, embora desafiadora, é essencial para promover uma educação interdisciplinar coerente com as demandas da contemporaneidade. A intersecção entre ESP e ciências reforça a importância de currículos integrados e da construção

de competências transversais que combinem linguagem, tecnologia e raciocínio científico.

Do ponto de vista cognitivo, o ESP estimula habilidades de metalinguagem e pensamento crítico, permitindo que os estudantes compreendam como o discurso científico é estruturado e comunicado. Thevenon (2018) mostra que o uso de literatura de ficção científica em aulas de ESP pode funcionar como estratégia para aproximar a linguagem acadêmica da imaginação criativa, ampliando o repertório comunicativo dos estudantes. Ao explorar narrativas ficcionais sobre descobertas científicas e dilemas éticos, os alunos são convidados a refletir sobre a natureza da ciência e sobre o papel da linguagem na mediação do conhecimento. Essa perspectiva humanizadora do ESP reforça sua capacidade de conectar o ensino de Inglês às dimensões cultural, filosófica e ética da educação científica.

Outra dimensão emergente do ESP é seu potencial para democratizar o acesso ao conhecimento científico, especialmente em países onde o Inglês não é língua materna. Segundo Tran, Russo e De Bakker (2024), plataformas digitais voltadas à divulgação científica em inglês simplificado têm contribuído significativamente para a alfabetização científica de crianças e jovens, ao tornar o vocabulário técnico mais acessível. Esse fenômeno reforça a importância do Inglês como língua de inclusão acadêmica e cultural, possibilitando que estudantes participem de comunidades científicas globais e tenham acesso a recursos educacionais de alta qualidade. Em termos pedagógicos, essa tendência convida escolas e professores a desenvolver projetos de letramento científico bilíngue, com base no uso contextualizado da língua inglesa.

A integração do ESP com áreas das ciências naturais também contribui para o desenvolvimento de competências do século XXI, como comunicação intercultural, colaboração e pensamento crítico. Em ambientes educacionais inovadores, o uso do inglês científico funciona como uma ponte entre o aprendizado de conteúdo e o desenvolvimento de habilidades socioemocionais. Reinoso-Espinosa (2020) destaca que a exposição dos alunos a gêneros discursivos científicos, como artigos, resumos e relatórios, favorece a compreensão das convenções comunicativas da ciência, promovendo a literacia acadêmica e o pensamento reflexivo. Esse processo de socialização científica é essencial para formar sujeitos capazes de interpretar e produzir conhecimento de forma ética e responsável.

A análise das contribuições do ESP no contexto do Ensino de Ciências revela que sua eficácia depende de um planejamento pedagógico que reconheça a linguagem como ferramenta de mediação cognitiva. Qamariah e Yuliani (2024) reforçam que o Inglês para Fins Específicos deve ser abordado não como disciplina isolada, mas como prática social integrada, orientada por objetivos comunicativos autênticos. Essa perspectiva é particularmente relevante para o Ensino Médio, onde os alunos estão em processo de formação de identidade acadêmica e profissional. Assim, ao promover o contato com a linguagem científica e com o inglês técnico, o ESP oferece oportunidades concretas para o desenvolvimento de competências multilíngues, pensamento crítico e engajamento científico, contribuindo para uma educação integral e globalizada.

A integração entre Astronomia e ESP: possibilidades pedagógicas no Ensino Médio brasileiro

A integração entre o Ensino de Astronomia e a abordagem ESP representa uma proposta inovadora e coerente com as demandas contemporâneas da educação científica e linguística. Essa articulação permite que o aprendizado de conceitos astronômicos ocorra simultaneamente ao desenvolvimento de competências comunicativas em inglês, criando um ambiente de aprendizagem interdisciplinar e significativo. Conforme defendem Deosti et al. (2020), a Astronomia, ao abordar fenômenos naturais complexos e despertar o fascínio pelo cosmos, constitui um campo privilegiado para o desenvolvimento da alfabetização científica. Quando essa área é combinada ao ensino de inglês técnico e científico, o estudante é convidado a vivenciar a ciência não apenas como um conteúdo escolar, mas como uma linguagem global de investigação e descoberta. Essa combinação oferece uma via prática para a implementação da interdisciplinaridade preconizada pela Base Nacional Comum Curricular (BNCC) (Brasil, 2018), conectando língua, ciência e tecnologia.

Do ponto de vista metodológico, a integração entre Astronomia e ESP pode ser operacionalizada por meio de atividades comunicativas contextualizadas, que favoreçam tanto a aprendizagem linguística quanto o raciocínio científico. Anastacio e Voelzke (2022) argumentam que o Ensino de Astronomia se beneficia de metodologias ativas, especialmente aquelas baseadas em projetos e investigações, nas quais o estudante assume papel protagonista. Quando essas práticas são mediadas em inglês, por meio de textos, vídeos e experimentos científicos, os alunos são expostos a situações autênticas de uso do idioma. Essa abordagem dialoga com os princípios do Content and Language Integrated Learning (CLIL), segundo os quais o aprendizado de conteúdo disciplinar e de língua estrangeira deve ocorrer de maneira integrada, promovendo o desenvolvimento cognitivo e comunicativo simultaneamente. Assim, o Inglês deixa de ser apenas um código linguístico e passa a atuar como ferramenta epistêmica, fundamental à construção do conhecimento científico.

A utilização do Inglês como língua de instrução em projetos de Astronomia amplia as possibilidades de acesso dos alunos a recursos científicos internacionais, como artigos, bases de dados, vídeos e *softwares* educativos. Tran, Russo e De Bakker (2024) enfatizam que o uso de materiais autênticos em inglês, como publicações da NASA, ESA e periódicos de divulgação científica, estimula a compreensão interdisciplinar e o letramento científico. Além disso, o contato com termos técnicos, expressões idiomáticas e gêneros discursivos próprios da Ciência desenvolve a competência lexical e discursiva dos alunos, habilidades fundamentais para sua inserção em contextos acadêmicos e tecnológicos. O professor, nesse cenário, assume o papel de mediador linguístico e científico, orientando os estudantes na tradução, interpretação e produção de textos científicos em inglês, o que potencializa o caráter investigativo e comunicativo das aulas.

Outra dimensão relevante dessa integração é o potencial motivacional do estudo de Astronomia para o aprendizado da língua inglesa. Ferrari, Teijón e Ruiz (2024) destacam que o envolvimento emocional e a curiosidade científica despertados por temas como a formação de estrelas, a origem do universo ou a exploração espacial contribuem para a motivação intrínseca dos estudantes. A língua inglesa, nesse contexto, é percebida não como um fim em si mesma, mas



como meio de compreender fenômenos que ultrapassam fronteiras culturais e geográficas. Essa perspectiva comunicativa e global torna o aprendizado mais prazeroso e significativo, reforçando a autonomia dos alunos e sua capacidade de buscar informações de forma independente em fontes internacionais. Assim, a Astronomia oferece o conteúdo, e o Inglês, a linguagem para explorá-lo criticamente.

A integração entre ESP e Astronomia também favorece o desenvolvimento de habilidades cognitivas complexas, como o pensamento crítico, a resolução de problemas e a argumentação científica. Segundo Srisudarso e Nugraha (2024), o uso de textos científicos em inglês estimula o raciocínio lógico e a análise comparativa, pois o aluno precisa compreender conceitos, relacionar dados e formular explicações em uma língua estrangeira. Essa sobreposição de desafios linguísticos e cognitivos gera um ambiente de aprendizagem de alta ordem, no qual a língua é utilizada como instrumento para o pensamento científico. Ademais, ao interpretar fenômenos astronômicos em inglês, o estudante desenvolve a habilidade de compreender e produzir representações multimodais — como gráficos, tabelas e imagens — que são fundamentais para a comunicação científica contemporânea.

Outro aspecto fundamental dessa proposta é a sua relação com as competências gerais da BNCC (Brasil, 2018), que incluem o domínio de linguagens, o pensamento científico, crítico e criativo, e a responsabilidade cidadã. A Astronomia, por sua natureza interdisciplinar, contribui para o desenvolvimento dessas competências, enquanto o ESP amplia o alcance comunicativo e cultural da formação dos alunos. Quando o ensino dessas áreas é articulado, cria-se um espaço para a aprendizagem ativa e para a construção de sentidos entre diferentes disciplinas. Thevenon (2018) ressalta que, ao trabalhar com textos e discursos científicos em inglês, o estudante é desafiado a interpretar o mundo sob múltiplas perspectivas culturais, o que fortalece sua consciência global e sua capacidade de diálogo intercultural. Portanto, a integração entre ESP e Astronomia não apenas amplia horizontes cognitivos, mas também forma sujeitos mais críticos e cosmopolitas.

No âmbito das tecnologias educacionais, essa integração encontra terreno fértil para práticas inovadoras. Özdemir (2023) destaca que o uso de simulações digitais, realidade aumentada e observatórios virtuais em aulas de Astronomia melhora significativamente a compreensão dos conceitos astronômicos. Quando essas tecnologias são utilizadas em inglês, o ganho é duplo: os alunos aprendem a operar ferramentas científicas digitais e, simultaneamente, ampliam seu vocabulário técnico. Projetos como a exploração de *softwares* da NASA, jogos educacionais de Astronomia e visitas virtuais a planetários internacionais permitem a vivência de experiências imersivas, promovendo a aprendizagem baseada em problemas e a colaboração entre pares. Esse cenário reforça o papel da linguagem como mediadora da ação científica e da construção de conhecimento digital.

Além do potencial didático, a união entre ESP e Astronomia pode contribuir para a redução de desigualdades linguísticas e científicas no contexto brasileiro. Pinto Medeiros e Oliveira (2023) argumentam que a escassez de materiais didáticos contextualizados em língua inglesa representa uma barreira à democratização do conhecimento científico. Ao propor o Ensino de Astronomia mediado pelo Inglês, os professores podem adaptar conteúdos de alta complexidade à realidade dos alunos, utilizando a tradução pedagógica e o glossário bilíngue como ferramentas de

inclusão. Essa prática fortalece o ensino público e contribui para a formação de estudantes mais preparados para acessar fontes de informação globais, reduzindo as assimetrias de capital linguístico e científico que ainda marcam o sistema educacional brasileiro.

A integração entre Astronomia e ESP também possui impacto direto na formação docente. De acordo com Zaman (2024), a aplicação bem-sucedida de metodologias interdisciplinares depende da formação de professores capazes de articular saberes linguísticos e científicos de forma reflexiva e colaborativa. Isso requer programas de formação que envolvam tanto professores de inglês quanto de ciências, promovendo o planejamento conjunto e a produção de materiais didáticos integrados. A colaboração interdisciplinar fortalece a prática pedagógica, permitindo que o Ensino de Astronomia sirva de contexto autêntico para o uso do Inglês, e que o Inglês, por sua vez, se torne veículo para o acesso e a comunicação científica. Essa formação híbrida prepara docentes para lidar com os desafios da globalização educacional e para formar alunos mais autônomos, criativos e multilíngues.

A integração entre ESP e Astronomia pode ser compreendida como estratégia de inovação curricular e de construção de uma Educação mais alinhada às demandas do século XXI. Ao unir ciência e linguagem, essa abordagem rompe com a fragmentação disciplinar e promove uma aprendizagem significativa, conectada à realidade tecnológica e cultural dos estudantes. O Inglês, nesse contexto, não é apenas uma disciplina, mas uma ferramenta de participação no mundo científico e na cultura global. A Astronomia, por sua vez, torna-se um campo acessível e encantador, capaz de despertar a curiosidade, a reflexão e o pensamento crítico. Em síntese, o diálogo entre Astronomia e ESP representa uma via promissora para uma educação científica e linguística integrada, voltada à formação de sujeitos capazes de compreender o universo, tanto no sentido literal quanto simbólico, por meio das múltiplas linguagens que o constituem (Deosti et al., 2020; Ferrari, Teijón e Ruiz, 2024; Tran, Russo e De Bakker, 2024).

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A integração entre o Ensino de Astronomia e a abordagem Inglês para Fins Específicos (ESP) revela-se uma estratégia educacional inovadora e necessária para o contexto do Ensino Médio contemporâneo. Ao unir o estudo do universo com o desenvolvimento de competências linguísticas, essa proposta permite uma aprendizagem mais ampla, crítica e significativa, que ultrapassa os limites tradicionais das disciplinas escolares. A Astronomia, por sua natureza interdisciplinar e inspiradora, oferece o conteúdo científico capaz de despertar a curiosidade e o pensamento investigativo, enquanto o Inglês atua como ferramenta de acesso e comunicação global do conhecimento. Juntas, essas áreas fortalecem o protagonismo estudantil e favorecem o desenvolvimento de habilidades essenciais para o século XXI, como a autonomia, a criatividade e o pensamento científico.

Além disso, a articulação entre Astronomia e ESP contribui para a superação da fragmentação curricular e para a construção de uma Educação mais contextualizada e humanizadora. Essa integração estimula a colaboração entre docentes de diferentes áreas, promove o uso de metodologias ativas e incentiva a reflexão crítica sobre o papel da linguagem na ciência. O aprendizado deixa de ser uma experiência isolada e passa a assumir um caráter interdisciplinar, no qual o estudante constrói o conhecimento por meio da experimentação, da pesquisa e da



comunicação. O Inglês, nesse cenário, é ressignificado como veículo de expressão científica e cultural, ampliando o repertório comunicativo e intelectual dos alunos e aproximando-os de uma cidadania global.

Este estudo reafirma que a educação científica e linguística não deve ser pensada como campos dissociados, mas como dimensões complementares de uma mesma formação integral. A Astronomia e o Inglês para Fins Específicos, quando trabalhados de forma integrada, potencializam o engajamento, o raciocínio e o sentido de pertencimento dos estudantes ao mundo contemporâneo, tecnológico e interconectado. Essa abordagem oferece caminhos concretos para o aprimoramento do Ensino Médio brasileiro, fortalecendo sua base interdisciplinar, valorizando a pesquisa e promovendo uma aprendizagem que forma não apenas conhecedores de conteúdos, mas sujeitos críticos, curiosos e capazes de compreender e dialogar com o universo em suas múltiplas dimensões.

REFERÊNCIAS

ANASTACIO, M. A. S; VOELZKE, M. R. Astronomia no Ensino Médio e os itinerários formativos de Ciências da Natureza. **Revista de Produtos Educacionais e Pesquisas em Ensino**, v. 6, n. 1, p. 113-129, 2022. Disponível em: <http://periodicos.uenp.edu.br/index.php/reppe/article/download/1003/969>. Acesso em: 25 fev. 2026.

BIDDOU, N.; BOUKANOUF, A.; AL GHADI, A. English for Specific Purposes: A Study of Science Major Students' Needs at ENS-Rabat. **International Arab Journal of English for Specific Purposes**, v. 2, n. 1, p. 18-29, 2019. DOI:10.34874/PRSM.iajesp-vol2iss1.18847. Acesso em: 25 fev. 2026.

BRASIL. Ministério da Educação. **Base Nacional Comum Curricular**. Brasília: MEC, 2018. Disponível em: <https://basenacionalcomum.mec.gov.br/>. Acesso em: 25 fev. 2026.

DEOSTI, L. et al. Teaching astronomy to Fundamental Education students: an investigation on the Universe. **Research, Society and Development**, v. 9, n. 9, 2020. Disponível em: <https://rsdjournal.org/index.php/rsd/article/view/7318>. Acesso em: 25 fev. 2026.

DIEHL, C.; CALLIES, C. Science without borders: an astronomy-based school exchange. **Teach, Issue 40**, p. 14-16, 2017. Disponível em: <https://scienceinschool.org/article/2017/science-without-borders-astronomy-based-school-exchange/>. Acesso em: 25 fev. 2026.

FERRARI, E.; TEIJÓN, P. H.; RUIZ, C. Unlocking the cosmos: evaluating the efficacy of augmented reality in secondary education astronomy instruction. **Journal of New Approaches in Educational Research**, v. 13, 2024. DOI: 10.1007/s44322-024-00007-8. Acesso em: 25 fev. 2026.

GIL, Antonio Carlos. **Métodos e técnicas de pesquisa social**. 6. ed. São Paulo: Atlas, 2015.

MIRANDA TRINDADE, Í. T. et al. Astronomy in secondary school: using a guidebook in the teaching of Chemistry. **Research, Society and Development**, v. 11, n. 13, 2022. DOI: <https://doi.org/10.33448/rsd-v11i13.35199>. Acesso em: 25 fev. 2026.



MUSIKHIN, I. A. English for Specific Purposes: Teaching English for Science and Technology. **ISPRS Annals of Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences**, v. III-6, p. 29-35, 2016. DOI: 10.5194/isprs-annals-III-6-29-2016. Acesso em: 25 fev. 2026.

ÖZDEMİR, E. B. Investigation of the Effect of Augmented Reality Applications on Middle School Students' Astronomy Literacy Levels. **Türk Akademik Yayınlar Dergisi (TAY Journal)**, v. 7, n. 3, p. 684-705, 2023. Disponível em: <https://dergipark.org.tr/en/pub/tayjournal/issue/80720/1277777>. Acesso em: 25 fev. 2026.

PINTO MEDEIROS, M. F. X.; OLIVEIRA, A. F. Application of an experiment as a pedagogical resource to introduce astronomy teaching in the first grade of the basic teaching cycle. **Research, Society and Development**, v. 12, n. 1, 2023. DOI: <https://doi.org/10.33448/rsd-v12i1.39401>. Acesso em: 25 fev. 2026.

QAMARIAH, Z.; YULIANI, H. Language and Science: The Importance of English Language Learning for Students of the Physics Education Study Program. **Sintaksis: Publikasi Para ahli Bahasa dan Sastra Inggris**, v. 2, n. 3, 2024. DOI: <https://doi.org/10.61132/sintaksis.v2i3.461>. Acesso em: 25 fev. 2026.

REINOSO-ESPINOSA, D. English for Specific Purposes: Teaching English for Science. **Polo del Conocimiento**, v. 5, n. 12, 2020. Disponível em: <https://polodelconocimiento.com/ojs/index.php/es/article/view/2062/html>. Acesso em: 25 fev. 2026.

SRISUDARSO, M.; NUGRAHA, S. A. Improving Students' English Language Skills with an English for Specific Purpose (ESP) Approach in the Center of Excellence Vocational School Curriculum. In: Proceedings of 5th Borobudur International Symposium on Humanities and Social Science 2023. **Advances in Social Science, Education and Humanities Research**, 2024. DOI:10.2991/978-2-38476-273-6_29. Acesso em: 25 fev. 2026.

THEVENON, M. Using Science Fiction as a Teaching Tool in ESP Classes for Science Students. **ILCEA Revue**, n. 31, 2018. DOI: 10.4000/ilcea.4688. Acesso em: 25 fev. 2026.

TRAN, T. D; RUSSO, P; DE BAKKER, V. Effectiveness of a child-friendly astronomy news platform for science learning – An exploratory study. **European Journal of Science and Mathematics Education**, v. 6, n. 4, p. 113-128, 2024. DOI: 10.30935/scimath/9527. Acesso em: 25 fev. 2026.

VIEIRA, T. F; BATISTA, M. C; SANTOS, O. R. Enfoque dado à Astronomia no Novo Ensino Médio paranaense. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 47, p. e20250052, 2025. DOI: <https://doi.org/10.1590/1806-9126-RBEF-2025-0052>. Acesso em: 25 fev. 2026.

YETKİNER, R.; TANER, M. S. Difficulties of Science Teachers in Teaching Astronomy Subjects in Science Education Curriculum. **Turkish Journal of Teacher Education**, v. 9, n. 1, p. 17-36, 2020. Disponível em: <https://tujted.com/makale/1449>. Acesso em: 25 fev. 2026.

ZAMAN, M. A. U. Challenges in english for specific purposes (esp) teaching materials: a systematic review for modern learning environments. *International*

Journal of Arts and Social Science, v. 1, n. 1, p. 8-18, 2024.

DOI:10.62304/ijass.v1i1.139. Acesso em: 25 fev. 2026.

Como citar este artigo (ABNT):

RODRIGUES, J.; CANANOSQUE NETO, H. O estudo de Astronomia vinculado à abordagem "inglês para fins específicos": possibilidades vantajosas no Ensino Médio. **Informativo do Observatório Didático de Astronomia (IODA)**, v. 6, n.1, p. 89-103, jun 2026.



HISTÓRIAS EM QUADRINHOS COMO SUPORTE NO ENSINO DE FÍSICA: PROMOVENDO A APRENDIZAGEM DE CONCEITOS DE ASTRONOMIA E DE ELETROMAGNETISMO

COMICS AS A TEACHING AID IN PHYSICS EDUCATION: PROMOTING THE LEARNING OF ASTRONOMY AND ELECTROMAGNETISM CONCEPTS

Pablo José da Silva¹, Marcos Rincon Voelzke²

¹ Universidade Cruzeiro do Sul, Programa de Pós Graduação em Ensino de Ciências, engpablosilva2020@gmail.com

² Universidade Cruzeiro do Sul, Programa de Pós Graduação em Ensino de Ciências, marcos.voelzke@cruzeirosul.edu.br

Resumo: A eficácia das histórias em quadrinhos (HQ) no ensino de Física é investigada pelo artigo "Histórias em Quadrinhos como Suporte no Ensino de Física: Promovendo a Aprendizagem de Conceitos de Astronomia e de Eletromagnetismo", no qual conceitos de Astronomia são utilizados para a promoção da aprendizagem significativa de Ondas Eletromagnéticas no Ensino Médio. A desmotivação e a otimização da compreensão dos alunos foram os objetivos da pesquisa, que foi fundamentada na Teoria da Aprendizagem Significativa de Ausubel e esteve alinhada à Base Nacional Comum Curricular (BNCC). Pela metodologia quantitativa, 40 estudantes de uma escola em Minas Gerais foram envolvidos, sendo submetidos a pré-testes e pós-testes, com uma intervenção pedagógica de quatro meses durante a qual HQs desenvolvidas por pesquisadores, baseadas em fontes da NASA, foram empregadas. Uma melhora estatisticamente significativa no desempenho dos alunos foi demonstrada pela análise estatística, realizada através do Teste t de Student pareado, com um aumento no número de acertos sendo observado em 67,5% dos participantes. Pelas conclusões, as HQs são indicadas como um instrumento motivador e um suporte eficaz para a aprendizagem potencialmente significativa em Física, sendo diferenciadas das abordagens tradicionais e a interação entre conhecimentos prévios e novas informações sendo facilitada.

Palavras-chave: Ensino de Física; Astronomia; Aprendizagem Significativa; Ondas Eletromagnéticas; História em Quadrinhos

Abstract: The effectiveness of comic books (HQs) in Physics education is investigated by the article "Comic Books as a Support in Physics Education: Promoting the Learning of Astronomy and Electromagnetism Concepts" in which Astronomy concepts are used for the promotion of meaningful learning of Electromagnetic Waves in High School. Student demotivation and the optimization of comprehension were the research objectives, which was grounded in Ausubel's Theory of Meaningful Learning and aligned with the National Common Curricular Base (BNCC). Through a quantitative methodology, 40 students from a school in Minas Gerais were involved, being subjected to pre-tests and post-tests, with a four-month pedagogical intervention during which HQs developed by researchers, based on NASA sources, were employed. A statistically significant improvement in student performance was demonstrated by the statistical analysis, carried out using the paired Student's t-test, with an increase in the number of correct answers being observed in 67.5% of the participants. From the conclusions, HQs are indicated as a motivating instrument and an effective support for potentially meaningful learning in Physics, being differentiated from traditional approaches, and the interaction between prior knowledge and new information being facilitated.



Keywords: Physics Teaching; Astronomy; Meaningful Learning; Electromagnetic Waves; Science Comics

INTRODUÇÃO

Para inovar o Ensino de Física, combatendo a desmotivação (Bonadiman e Nonenmacher, 2007), esta pesquisa baseia-se na Aprendizagem Significativa de Ausubel (2003). Utiliza Histórias em Quadrinhos (HQ) com foco em Astronomia como Objeto de Aprendizagem, visando conectar conhecimentos prévios (como Ondas Eletromagnéticas em ciências do 9º ano) a novas informações, otimizando a compreensão da disciplina. As interações entre o Ensino de Física, o Ensino de Astronomia e o Objeto de Aprendizagem entre conhecimentos prévios e novos foram suficientes para alcançar um potencial significativo de aprendizagem dos estudantes? O objetivo geral é usar conceitos de Astronomia em HQ para estimular a participação e promover essa aprendizagem em Física. A relevância reside na capacidade das HQ de envolver e dinamizar o Ensino de Física (Caruso e Freitas, 2009), sendo um recurso didático e alinhado à Base Nacional Comum Curricular (BNCC, Brasil, 2018; Sozo e Galindo, 2020), combatendo a desmotivação para uma aprendizagem duradoura.

O ensino de Astronomia e o uso da tecnologia, apresentados em histórias em quadrinhos, sobre Astronomia, podem apoiar o aprendizado de Física no Ensino Médio, pois permitem ao estudante visualizar, por meio das ilustrações, e compreender, a partir dos argumentos, como os fenômenos físicos ocorrem. Conforme indicado na Base Nacional Comum Curricular (BNCC, Brasil, 2018), na construção de estratégias voltadas para a divulgação científica, as histórias em quadrinhos demonstraram consistência nos argumentos apresentados e utilizaram o *site* da NASA como fonte confiável. Segundo Langhi e Nardi (2009), a Astronomia apresenta um alto grau de motivação no contexto da divulgação científica.

FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

A pesquisa fundamenta-se na Teoria da Aprendizagem Significativa de Ausubel (2003), que enfatiza a ancoragem do novo conhecimento em saberes prévios. O Ensino de Astronomia e tecnologia em Física, incentivado pela BNCC (Brasil, 2018), contextualiza temas como Ondas Eletromagnéticas e comunicação espacial. Os quadrinhos são Objetos de Aprendizagem eficazes (Albrecht, Voelzke e Boczko, 2020) contextualizam a Física (Caruso e Freitas, 2009), e promovem aprendizagem significativa, alinhadas à BNCC.

METODOLOGIA

A pesquisa, de abordagem quantitativa, foi realizada na Escola Estadual Casimiro Silva (Boa Esperança, MG) com 40 alunos do Ensino Médio, focada em Ondas Eletromagnéticas (Godoy, 2018). A coleta de dados ocorreu via questionário fechado (11 questões, revisado por especialistas), aplicado em pré-teste em agosto/2021 e pós-teste em dezembro/2021, quatro meses após as intervenções pedagógicas com as HQs (Figura 1) para minimizar memorização.



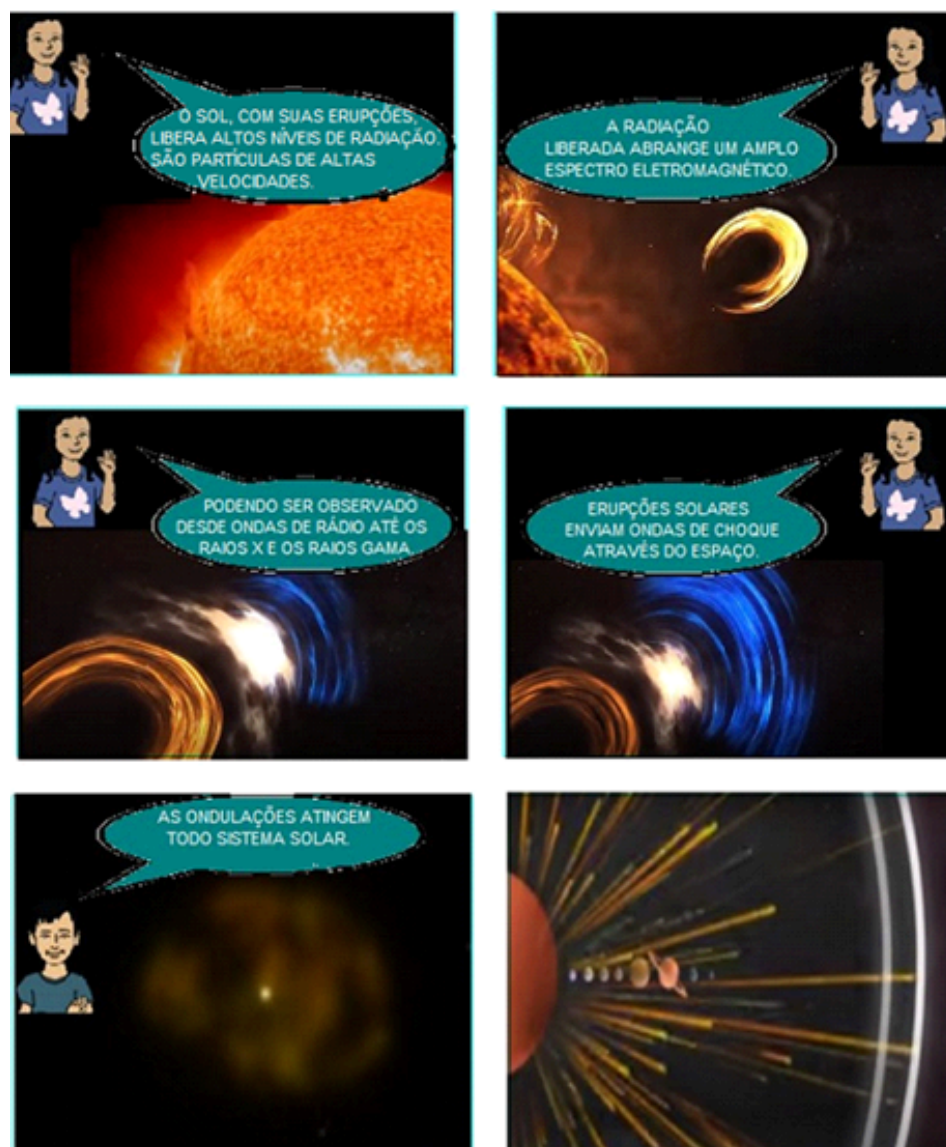


Figura 01: *Astronomia em HQ.* Fonte: Greicius (2018). Figura fora de escala.

As intervenções em agosto/2021 utilizaram HQs – desenvolvidas pelo pesquisador com *software* HagáQuê (Bin; Tanaka e Rocha, 1999) baseadas em fontes científicas (NASA) – como Objeto de Aprendizagem. As HQs abordaram revisão de ondas e conceitos de Astronomia/Tecnologia, alinhados à BNCC.

Para a análise estatística quantitativa foi utilizado o Teste t de Student pareado (Microsoft - Excel, 2016) para comparar médias (H_0 : sem diferença; H_1 : pós-teste > pré-teste; $\alpha = 0.05$).

As ilustrações e as informações das HQs apresentaram as erupções solares e suas emissões de radiações e, conseqüentemente, as diferentes faixas espectrais (Figura 1). Vale ressaltar que a criação de HQ permite trabalhar os conteúdos de maneira contextualizada, atendendo a BNCC (Sozo; Galindo, 2020). Os aspectos de contextualização empregados nas atividades, HQ, são indicados na habilidade EM13CNT303 (Brasil, 2018).

ANÁLISE DOS DADOS E RESULTADOS

Foram expostos na sequência os estudantes participantes de A_1 a A_{40} , a saber: o 1º ano de A_1 a A_{14} ; o 2º ano de A_{15} a A_{29} e o 3º ano de A_{30} a A_{40} (Figura 2). As cores indicam: amarelo para o pré-teste e verde para o pós-teste.

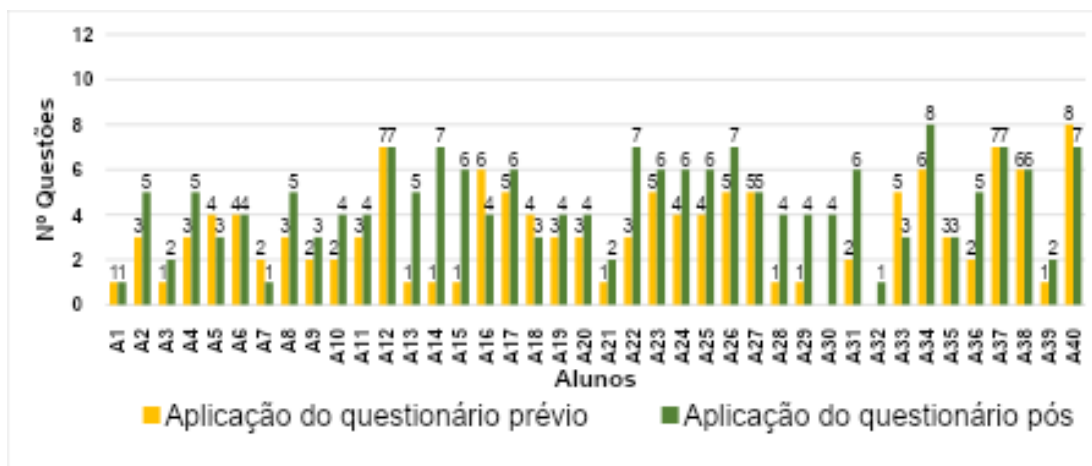


Figura 02: Acerto por alunos. Fonte: elaborado pelos autores.

A intervenção com HQ e Astronomia promoveu melhora estatisticamente no desempenho dos alunos (67,5%), confirmada pelo Teste t de Student.

Obtém-se, a partir do teste-t para as amostras e comparação no pré-teste e no pós-teste, aplicados nas turmas agrupadas, o $STAT T < t_{crítico}$ ($-4,62 < -1,68$), representação gráfica, na Figura 3.

Figura 3 – Teste de Hipóteses, (Turmas Agrupadas)

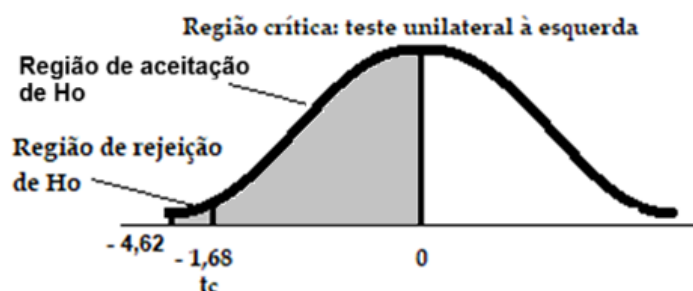


Figura 03: Teste de Hipóteses, (Turmas Agrupadas). Fonte: elaborado pelos autores.

CONCLUSÕES

Com o resultado da pesquisa, para aqueles que evoluíram em suas taxas de acertos ao compreenderem as novas informações, as HQs se distanciaram do entendimento das aulas tradicionais, quadro e giz. Tornaram-se um instrumento motivador para o estudante, no estudo do comportamento das ondas eletromagnéticas e dos fenômenos físicos no espaço. Serve de apoio às aulas, que podem ser abordadas de formas mais interessantes. Foi essencial para a inserção

de novas informações na interação com o conhecimento prévio dos alunos. Conclui-se que o uso de HQs com conceitos de Astronomia é um suporte eficaz para a aprendizagem potencialmente significativa em Física.

REFERÊNCIAS

ALBRECHT, E.; VOELZKE, M. R.; BOCZKO, R. **O uso de Histórias em Quadrinho para o Ensino de Astronomia**. 1. ed. Curitiba: Brazil. Publishing, 2020. 71 p.

AUSUBEL, D. P. **Aquisição e Retenção de Conhecimentos: Uma Perspectiva Cognitiva**. Tradução de Lígia Teopisto. 1. ed. Lisboa: Paralelo Editora, 2003, 227 p.

BIN, S. A.; TANAKA, E. H.; ROCHA, H. V. **Software HagáQuê**. Versão 1.01. Campinas: NIED/Unicamp, 1999.

BONADIMAN, H.; NONENMACHER, S. E. B. O gostar e o aprender no ensino de Física: uma proposta metodológica. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, Ijuí, v.24, n. 2, p. 194-223, ago. 2007.

BRASIL. Ministério da Educação. **Base Nacional Comum Curricular: Educação é a Base**. Brasília, DF: Ministério da Educação, 2018.

CARUSO, F.; FREITAS, N. Física Moderna no Ensino Médio: o espaço-tempo de Einstein em tirinhas. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, Florianópolis, v. 26, n. 2, p. 355-366, ago. 2009.

GODOY, L. P. **Ciências: Vida e Universo**. 9º ano. Ensino fundamental: anos finais. 1. ed. São Paulo: FTD, 2018. p. 75-78.

GREICIUS, T. **Voyager**. National aeronautics and space administration. Disponível em: https://www.nasa.gov/mission_pages/voyager/index.html. Acesso em: 10 jul. 2021.

LANGHI, R.; NARDI, R. Ensino da Astronomia no Brasil: educação formal, informal, não-formal e divulgação científica. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 31, n. 4, p. 4402-1 a 4402-11, dez. 2009. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rbef/a/jPYT5PRkLsy5TJQfM8pDWKB/abstract/?lang=pt>. Acesso em: 03 dez. 2022.

Microsoft Excel. [S. l.]: **Microsoft Corporation**, 2016. Disponível em: <https://www.microsoft.com/pt-br/microsoft-365/excel>. Acesso em: 28 jan. 2022.

SOZO, L; GALINDO, M. A. O uso de histórias em quadrinhos para a abordagem dos conteúdos de Física Moderna. In: XVIII Encontro de Pesquisa em Ensino de Física. **Anais [...]**. São Paulo, SP, 2020. p. 288-295

Como citar este artigo (ABNT):

SILVA, P. J.; VOELZKE, M. R. Histórias em quadrinhos como suporte no ensino de física: promovendo a aprendizagem de conceitos de Astronomia e de eletromagnetismo. **Informativo do Observatório Didático de Astronomia (IODA)**, v. 6, n.1, p. 104-108, jun 2026.



ASTRONOMIA COMO TEMA MOTIVADOR NAS AULAS DE MATEMÁTICA

ASTRONOMY AS A MOTIVATING THEME IN MATHEMATICS CLASSES

José Eduardo Dobre Ferreira¹, Marcos Rincon Voelzke²

¹ Universidade Cruzeiro do Sul, Programa de Pós Graduação em Ensino de Ciências, Brasil, jedobreferreira@yahoo.com.br

² Universidade Cruzeiro do Sul, Programa de Pós Graduação em Ensino de Ciências, Brasil, mrvoelzke@hotmail.com

Resumo: *Este trabalho, vinculado à linha Construção do Conhecimento no Ensino de Ciências e Matemática, investiga uma Sequência Didática (SD) no ensino de Matemática, empregando a Astronomia como eixo temático para fomentar a aprendizagem significativa em discentes do 9º ano do Ensino Fundamental e 1º ano do Ensino Médio. A intervenção foi conduzida em uma instituição privada de São Paulo/SP, com 44 estudantes de 14 a 16 anos. A SD estruturou-se em três atividades que utilizaram Tecnologias Digitais da Informação e Comunicação (TDIC) para promover a construção contextualizada e interdisciplinar do conhecimento. A pesquisa adotou abordagem quantitativa e descritiva, como estudo de campo, com questionários e registros de aula. O arcabouço teórico fundamentou-se na teoria da Aprendizagem Significativa de Ausubel, nas Metodologias Ativas e nas diretrizes da Base Nacional Comum Curricular, com enfoque em Geometria, Números, Grandezas e Medidas (Matemática) e "Terra e Universo" (Ciências). Observaram-se indicadores de competências socioemocionais durante as atividades. Os resultados indicam que a articulação entre Matemática e Astronomia, associada ao emprego de TDIC e estratégias ativas, contribuiu significativamente para a aprendizagem e o engajamento dos alunos, promovendo experiência educacional mais rica e significativa.*

Palavras-chave: **Palavras-chave** Ensino de Matemática; Aprendizagem Significativa; Metodologias Ativas; Ensino de Astronomia.

Abstract: *This study, linked to the research line Construction of Knowledge in Science and Mathematics Teaching, investigates a Didactic Sequence in Mathematics education, employing Astronomy as a thematic axis to foster meaningful learning in 9th grade Elementary and 1st grade High School students. The intervention was conducted at a private institution in São Paulo, Brazil, with 44 students aged 14 to 16 years. The Didactic Sequence consisted of three activities utilizing Digital Information and Communication Technologies to promote contextualized and interdisciplinary knowledge construction. The research adopted a quantitative and descriptive field study approach, using questionnaires and classroom records. The theoretical framework was based on Ausubel's Meaningful Learning theory, Active Methodologies, and the Brazilian National Common Curricular Base, focusing on Geometry, Numbers, Quantities and Measures (Mathematics) and "Earth and Universe" (Sciences). Indicators of socio-emotional competencies were observed during the activities. Results indicate that the articulation between Mathematics and Astronomy, combined with Digital Technologies and active strategies, significantly contributed to student learning and engagement, promoting a richer and more meaningful educational experience.*

Keywords: Teaching Mathematics; Meaningful Learning; Active Methodologies; Teaching Astronomy.



INTRODUÇÃO

No âmbito da educação matemática brasileira, persistem desafios concernentes à consecução de aprendizagens que transcendam a memorização mecânica de algoritmos e fórmulas, visando ao desenvolvimento de uma compreensão conceitual robusta e à sua aplicabilidade em situações concretas. A Base Nacional Comum Curricular (BNCC), instrumento normativo que orienta a elaboração dos currículos da Educação Básica, preconiza a mobilização de competências e habilidades que integrem diferentes domínios do saber, com vistas à formação integral dos discentes (Brasil, 2018).

Nesse contexto, a interdisciplinaridade emerge como uma abordagem fundamental para conferir maior significância e motivação aos processos de ensino e aprendizagem. A Astronomia, enquanto campo do saber intrinsecamente capaz de suscitar a curiosidade e o encantamento, revela-se um domínio profícuo para o estabelecimento de conexões com os conteúdos matemáticos. Tal articulação proporciona a contextualização e a aplicação prática de noções frequentemente percebidas pelos estudantes como abstratas ou dissociadas de sua realidade cotidiana (Anastácio; Voelzke, 2022; Barbosa; Voelzke, 2016).

Paralelamente, a incorporação de Metodologias Ativas (MA) tem se consolidado como uma estratégia pedagógica para fomentar o protagonismo estudantil, estimulando a colaboração, o pensamento crítico e a edificação compartilhada do saber. A Aprendizagem Baseada em Equipes (ABE), eleita como referencial metodológico para este estudo, incentiva a interação entre pares, a partilha de responsabilidades e o aprimoramento de competências socioemocionais, dimensões estas valorizadas pelas competências gerais estabelecidas pela BNCC.

O emprego das Tecnologias Digitais de Informação e Comunicação (TDIC) atua como um catalisador desse processo, ao expandir as possibilidades de acesso à informação, investigação autônoma e apresentação de resultados, contribuindo para a construção de um ambiente educacional mais dinâmico, reflexivo e colaborativo (Brasil, 2018).

O presente trabalho tem por objetivo apresentar uma Sequência Didática (SD) concebida para integrar os conhecimentos de Astronomia e Matemática, ancorada nos princípios das MA e no uso das TDIC, e implementada em turmas do 9º ano do Ensino Fundamental (9º EF) e do 1º ano do Ensino Médio (1º EM). A investigação empreendida buscou responder de que modo essa integração pode potencializar a Aprendizagem Significativa (AS) dos educandos, em consonância com as diretrizes da BNCC, no âmbito dos conceitos e saberes astronômicos.

FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

A BNCC estabelece diretrizes fundamentais para o ensino de Matemática no Ensino Médio, enfatizando a necessidade de consolidar, ampliar e aprofundar as aprendizagens de maneira inter-relacionada. Essa proposição visa superar a abordagem fragmentada tradicionalmente adotada, promovendo uma visão mais integrada da Matemática em diversos contextos (Brasil, 2018). Nesse cenário, a teoria da AS, desenvolvida por David Ausubel na década de 1960, oferece um referencial teórico valioso para a compreensão dos processos de construção do conhecimento matemático de forma mais efetiva.



A relação entre Matemática e Astronomia possui raízes históricas profundas, tendo a Matemática atuado historicamente como ferramenta fundamental para a compreensão dos fenômenos celestes. Na educação contemporânea, essa relação tem sido explorada com o propósito de ampliar o interesse dos discentes e tornar a aprendizagem mais contextualizada (Barbosa; Voelzke, 2016). Ao associar conceitos matemáticos a fenômenos astronômicos, os estudantes podem compreender a aplicabilidade dos conteúdos estudados, o que favorece a ocorrência da AS, conforme postulado por Ausubel (2003).

Ausubel (2003) propõe que a AS ocorre quando novas informações são relacionadas de maneira não arbitrária e substantiva a aspectos relevantes da estrutura cognitiva do aprendiz. Esse processo demanda dois elementos fundamentais: a existência de conhecimentos prévios adequados na estrutura mental do aluno, denominados subsunçores, e a disponibilidade de material de aprendizagem potencialmente significativo. Moreira (2011) aprofunda essa compreensão ao distinguir claramente a AS da aprendizagem mecânica: enquanto esta se restringe à memorização temporária de informações isoladas, aquela implica a construção de relações substantivas entre conceitos, resultando em compreensão mais profunda e duradoura.

A BNCC encontra ressonância nessa perspectiva ao defender que o ensino deve partir dos saberes prévios dos estudantes e de sua realidade sociocultural. Essa convergência torna-se ainda mais evidente ao considerar as contribuições de Paulo Freire (1996), para quem o processo educativo deve ser dialógico e fundamentar-se na realidade concreta dos educandos. Freire argumenta que "ninguém ignora tudo, ninguém sabe tudo. Por isso, aprendemos uns com os outros" (Freire, 1996, p. 44), reforçando a valorização dos conhecimentos prévios na construção de novos saberes.

No contexto específico do ensino de Matemática, a interdisciplinaridade com a Astronomia emerge como estratégia particularmente promissora para concretizar tais princípios. A Astronomia, por sua natureza intrínseca, demanda a aplicação de diversos conceitos matemáticos – desde geometria espacial até funções e cálculos – para a compreensão dos fenômenos celestes. Conforme destacam Voelzke e Macêdo (2020), essa área do conhecimento oferece um contexto rico e motivador para a aprendizagem matemática, permitindo que os alunos percebam a utilidade prática dos conceitos abstratos.

Estudos como o de Anastácio e Voelzke (2022) demonstram como medidas astronômicas podem funcionar como organizadores prévios eficazes para a aprendizagem de conceitos matemáticos complexos. Ao trabalhar com situações concretas, como o cálculo de distâncias entre corpos celestes ou a compreensão das escalas do universo, os estudantes desenvolvem não apenas habilidades matemáticas, mas também uma visão mais integrada do conhecimento. Essa abordagem alinha-se perfeitamente à proposta da BNCC de desenvolver competências que permitam aos estudantes mobilizar conhecimentos em contextos diversos.

A efetividade dessa integração interdisciplinar pode ser potencializada pelo emprego das MA, particularmente pela ABE. Essa abordagem, detalhada por Mota e Rosa (2018), reorganiza os processos de ensino e aprendizagem, transferindo ao aluno o protagonismo na construção do conhecimento. A ABE estrutura-se em três momentos principais: preparação individual, na qual os estudantes se familiarizam

com os conceitos básicos; aplicação de testes formativos, compreendendo o Teste Individual de Garantia do Preparo (TiGP) e o Teste em Equipe de Garantia do Preparo (TeGP); e realização de tarefas colaborativas em grupo.

A implementação da ABE na proposta pedagógica desta pesquisa, aplicada ao ensino de Matemática com temas de Astronomia, revelou tanto desafios quanto potencialidades. Inicialmente, observou-se resistência por parte de alguns alunos e familiares, habituados ao modelo tradicional de ensino. No entanto, o diálogo constante e a explicitação clara dos objetivos pedagógicos permitiram superar tais barreiras. Os estudantes, gradativamente, passaram a engajar-se mais ativamente no processo, desenvolvendo não apenas competências matemáticas, mas também habilidades socioemocionais como colaboração, responsabilidade e pensamento crítico.

A avaliação nesse contexto demanda uma reestruturação para acompanhar a dinâmica das Metodologias Ativas. Conforme destacam Krug *et al.* (2016), é essencial utilizar instrumentos diversificados que considerem tanto o domínio conceitual quanto o desenvolvimento de competências. A autoavaliação e a heteroavaliação tornam-se componentes cruciais nesse processo, permitindo que os próprios estudantes reflitam sobre seu aprendizado e sua participação no trabalho coletivo.

Os resultados observados na aplicação dessa abordagem interdisciplinar com Metodologias Ativas sugerem um caminho promissor para o ensino de Matemática no Ensino Médio. Ao conectar conceitos matemáticos com aplicações em Astronomia por meio de estratégias como a ABE, os educadores podem criar situações de aprendizagem mais significativas e engajadoras. Os estudantes, por sua vez, desenvolvem uma compreensão mais aprofundada e contextualizada dos conteúdos, percebendo a Matemática não como um conjunto de fórmulas abstratas, mas como uma ferramenta poderosa para compreender e intervir na realidade.

Essa perspectiva encontra perfeita sintonia com os princípios da BNCC, que enfatiza a necessidade de formar estudantes críticos, criativos e capazes de resolver problemas complexos. A integração entre AS, interdisciplinaridade e MA representa, portanto, não apenas uma alternativa pedagógica promissora, mas uma resposta adequada às demandas educacionais contemporâneas. Ao adotar essa abordagem, as escolas podem contribuir para a formação de cidadãos mais bem preparados para os desafios do século XXI, capazes de aplicar conhecimentos matemáticos em contextos diversos e de atuar de forma colaborativa na solução de problemas reais.

METODOLOGIA

O presente estudo foi desenvolvido no Colégio Monteiro Lobato, instituição privada localizada na cidade de São Paulo/SP, com o objetivo de investigar os efeitos de uma intervenção pedagógica interdisciplinar envolvendo os componentes curriculares de Matemática e Astronomia. A pesquisa contou com a participação de 44 estudantes, sendo 17 discentes do 9º EF e 27 discentes do 1º EM, todos na faixa etária compreendida entre 14 e 16 anos.

Os procedimentos éticos foram rigorosamente observados, mediante a assinatura do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido pelos participantes e do Termo de Assentimento Livre e Esclarecido por seus respectivos responsáveis



legais. O projeto obteve aprovação do Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Cruzeiro do Sul, conforme Parecer CEP nº 6.899.863, assegurando o cumprimento de todos os aspectos éticos pertinentes à investigação.

Para a análise dos dados, foram considerados apenas os participantes que atenderam integralmente aos seguintes critérios de inclusão: (1) autorização formal dos responsáveis por meio do Termo de Assentimento Livre e Esclarecido; (2) participação integral em todas as etapas da pesquisa; e (3) assinatura do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido. Optou-se pelo tratamento conjunto dos dados das duas turmas, considerando que todos os participantes vivenciaram a mesma intervenção pedagógica, o que permitiu ampliar a base de dados para análise.

A abordagem metodológica adotada combinou estratégias quantitativas e descritivas, configurando-se como pesquisa de campo por ter sido realizada no ambiente natural de aprendizagem dos sujeitos investigados. A intervenção foi desenvolvida por meio de uma SD que articulou conceitos matemáticos com temas astronômicos, alinhados às competências estabelecidas pela BNCC.

A coleta de dados foi realizada mediante a aplicação dos seguintes instrumentos: (1) questionários diagnósticos e avaliativos padronizados; (2) observação sistemática das atividades desenvolvidas; (3) registros das produções discentes; e (4) diário de campo do pesquisador. Todos os instrumentos foram aplicados de forma idêntica para os participantes de ambas as turmas, garantindo a uniformidade dos dados coletados. A análise posterior contemplou tanto os resultados quantitativos obtidos por meio dos questionários quanto as observações qualitativas registradas durante o processo investigativo.

Considerando que os estudantes apresentavam níveis variados de conhecimento prévio em Astronomia e Matemática, procedeu-se a uma sondagem diagnóstica com o propósito de adequar o planejamento pedagógico às necessidades identificadas para a SD. Para conhecer os saberes prévios e aferir o avanço na aprendizagem, foram aplicados questionários compostos por 13 questões de múltipla escolha sobre Astronomia, em dois momentos distintos: antes (pré-Sequência Didática) e após (pós-Sequência Didática) a intervenção. Tais instrumentos foram elaborados com base nos estudos de Anastácio (2020) e Barbosa e Voelzke (2016), contemplando temas como Sistema Solar, movimentos da Terra e conceitos astronômicos fundamentais.

A primeira questão (Q1) indagava os alunos acerca de sua percepção quanto ao próprio conhecimento dos conceitos de Astronomia. A Figura 1 ilustra os resultados obtidos no teste pré-Sequência Didática (pré-SD) para as turmas do 9º EF e do 1º EM.

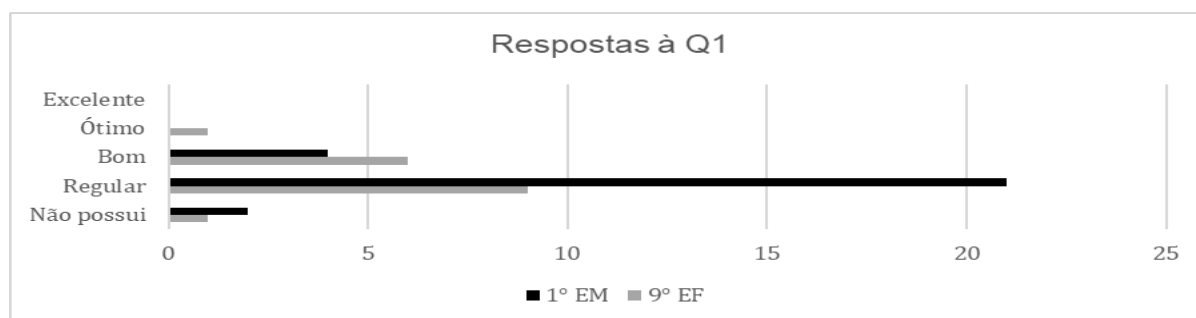


Figura 1: Respostas das turmas participantes à Q1 (Fonte: Dados da pesquisa)

As respostas referentes às demais 12 questões, identificadas pela letra Q seguida de sua posição no instrumento, encontram-se representadas nas Figuras 2 e 3, que indicam a quantidade de respostas corretas e incorretas nas turmas do 9º EF e 1º EM, respectivamente.

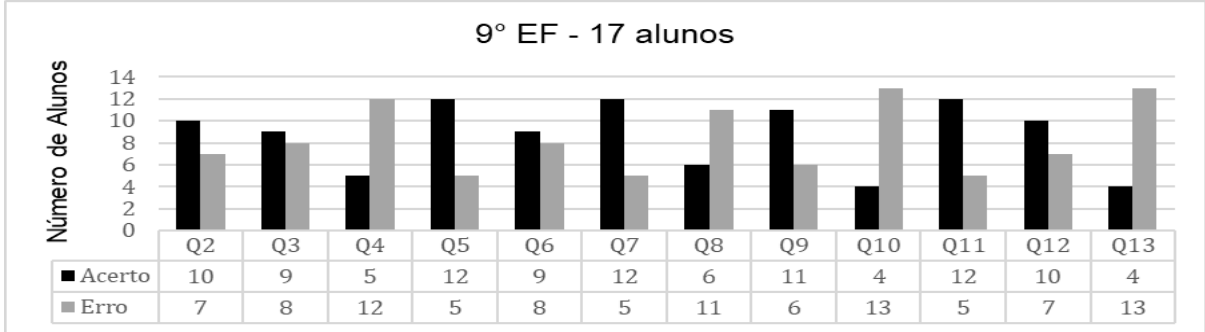


Figura 2: Respostas da turma 9º EF ao questionário pré-SD (Fonte: Dados da pesquisa)

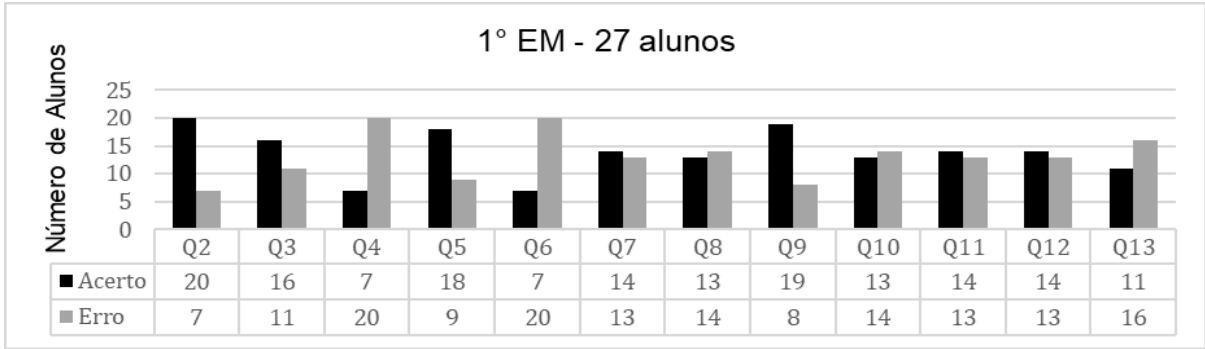


Figura 3: Respostas da turma 1º EM ao questionário pré-SD (Fonte: Dados da pesquisa)

Os resultados do questionário pré-SSD revelaram que determinados conceitos, embora já trabalhados nas aulas de Ciências em anos anteriores, apresentaram desempenho aquém do mínimo satisfatório. Estabeleceu-se como critério para que o conceito abordado em determinada questão fosse desconsiderado na elaboração da SD, por turma, o quantitativo de acertos correspondente à metade do número de alunos da turma acrescido de um. Em função desse critério, foram selecionadas para revisão nas atividades propostas na SD as questões indicadas no Quadro 1.

Quadro 1: Questões com desempenho insatisfatório (Fonte: Dados da pesquisa)

TURMA	QUESTÕES
9º EF	Q3, Q4, Q6, Q8, Q10 e Q13
1º EM	Q4, Q6, Q7, Q8, Q10, Q11, Q12 e Q13

Adicionalmente, foram aplicadas atividades diagnósticas de Matemática na plataforma *Khan Academy* (Khan Academy, 2025), bem como avaliações interativas na plataforma *Kahoot!* (Kahoot, 2025), com o objetivo de verificar a consolidação das habilidades matemáticas relacionadas à intervenção, tais como o uso da notação científica, o cálculo de proporções e a resolução de problemas contextualizados.

ELABORAÇÃO E IMPLEMENTAÇÃO DA SD

A SD desenvolvida teve como objetivo central promover uma AS por meio da integração entre Matemática e Astronomia, utilizando MA, tecnologias digitais e estratégias colaborativas. As atividades propostas buscaram articular os conhecimentos científicos e matemáticos em contextos reais e historicamente situados, ampliando o repertório conceitual e investigativo dos estudantes. Três atividades principais compuseram a SD: Exploração do Sistema Solar, Cálculo do Raio da Terra a partir do modelo de Eratóstenes, e Análise dos movimentos da Terra no espaço e seus impactos. Todas as ações foram fundamentadas nas competências gerais da BNCC (Brasil, 2018) e mobilizaram habilidades específicas das áreas de Matemática e Ciências da Natureza, com ênfase no uso das TDIC.

Atividade 1 – Explorando o Sistema Solar

A primeira atividade teve como foco o estudo das dimensões e proporções do Sistema Solar, promovendo o uso de notação científica, razão, proporção e escalas astronômicas como ferramentas para interpretar dados e representar grandezas. Os estudantes foram estimulados a investigar as características dos corpos celestes (planetas, luas, asteroides e o Sol), utilizando plataformas digitais como *Eyes on the Solar System* (NASA, 2025), *Solar System Scope* (INOVE, 2025) e *Stellarium* (2025).

Inicialmente, aplicou-se uma avaliação diagnóstica com apoio da plataforma Khan Academy (Khan Academy, 2025), que permitiu identificar a estrutura cognitiva dos alunos e ajustar as intervenções pedagógicas. Após essa etapa, os estudantes passaram por duas fases de testes: o TiGP e o TeGP, ambos aplicados via Kahoot! (Kahoot, 2025), com o objetivo de promover reflexão prévia e estimular o trabalho colaborativo.

Na sequência, cada equipe produziu um Jornal Científico Digital com base em pesquisas autônomas, apresentando dados estruturados sobre regiões do Sistema Solar, curiosidades, características físicas e comparações com a Terra e o Sol. O produto final foi compartilhado e apresentado aos pares em momentos de socialização e diálogo, incentivando a oralidade, a argumentação e a autoria.

Atividade 2 – Cálculo de Eratóstenes

A segunda atividade explorou o célebre experimento de Eratóstenes de Cirene para estimar o raio da Terra no século III a.C. O modelo matemático proposto exigiu a retomada de conhecimentos prévios como regra de três, proporcionalidade, teorema de Tales, geometria dos triângulos e propriedades do círculo. Ao compreender o método histórico e replicá-lo com dados contemporâneos, os alunos foram conduzidos a uma reflexão crítica sobre a natureza da ciência e os modos de produção do conhecimento.

A primeira fase consistiu na construção conceitual do experimento e em uma pesquisa argumentativa sobre a esfericidade da Terra, orientada por critérios rigorosos (como formatação, extensão mínima e ausência de plágio). O uso de TDIC e recursos de inteligência artificial foi amplamente explorado, o que permitiu à docência identificar a necessidade de aprofundamento quanto ao uso crítico dessas ferramentas.



A fase seguinte envolveu os testes TiGP e TeGP com desafios práticos de cálculo do raio terrestre. Na versão individual, os estudantes resolveram problemas baseados em medidas reais entre cidades brasileiras (ex.: Porto Alegre e Manaus). Na versão em equipe, os grupos escolheram pares de cidades e repetiram o processo utilizando plataformas como *Google Earth* (Google, 2025) e *Time and Date Sun Calculator* (Timeanddate, 2025).

O encerramento da atividade ocorreu com apresentações dos trabalhos e debates coletivos, nos quais os alunos compartilharam suas conclusões e reflexões. Este momento favoreceu a argumentação científica e o diálogo entre diferentes formas de pensar.

Atividade 3 – Movimentos no Espaço

A última atividade da sequência propôs a análise dos movimentos da Terra no espaço (rotação e translação) e seus efeitos sobre os ciclos naturais, como dias e noites, estações do ano, e a ocorrência de eclipses. Para isso, os estudantes utilizaram a plataforma interativa *Earth Space Lab* (Cernik, 2025), que permite simulações de fenômenos astronômicos em tempo real.

A fase inicial envolveu a exploração individual da ferramenta, que apresenta simulações intuitivas com objetivos de aprendizagem bem definidos. Os conceitos abordados envolveram notação científica, razão, proporção e ciclos naturais, com ênfase em como os fenômenos astronômicos afetam o cotidiano (ex.: agricultura, turismo, mudanças climáticas).

Na fase seguinte, foram novamente aplicados os testes TiGP e TeGP na plataforma Kahoot! (Kahoot, 2025), seguidos de uma atividade de pesquisa colaborativa. As equipes deveriam representar visualmente as relações entre solstícios, equinócios, estações do ano e eclipses, além de elaborar uma reflexão crítica sobre o impacto desses fenômenos na vida humana, articulando conteúdo científico, criatividade e linguagem multimodal.

O encerramento da atividade e da sequência ocorreu por meio de debates abertos e apresentações orais, com a participação ativa da maioria dos alunos. Foram discutidos temas emergentes como aquecimento global, sustentabilidade, desafios da agricultura e conquista do espaço, demonstrando o potencial das atividades para mobilizar reflexões interdisciplinares e críticas. Apesar de muitos estudantes ainda não apresentarem argumentos cientificamente fundamentados, o envolvimento foi expressivo, e a construção de significados ocorreu de forma coletiva.

ANÁLISE DOS DADOS E RESULTADOS

O presente capítulo apresenta os resultados dos questionários aplicados para avaliar os conhecimentos em Astronomia antes e após a implementação da SD. A análise foi conduzida considerando separadamente os dados obtidos junto aos estudantes do 9º EF e do 1º EM, contemplando exclusivamente os participantes que responderam a ambos os instrumentos (pré-SD e pós-SD).

A SD foi desenvolvida entre março e junho de 2024, com os questionários aplicados em março (pré-SD) e setembro (pós-SD) do mesmo ano. A opção por um intervalo prolongado de aproximadamente seis meses entre as aplicações fundamentou-se nas recomendações de Brown, Irving e Keegan (2008), visando



minimizar os efeitos de memorização das questões e permitir uma avaliação mais fidedigna dos impactos da intervenção pedagógica. Os instrumentos mantiveram-se idênticos em conteúdo e formato para ambas as turmas, tendo sido adotados cuidados especiais para evitar o compartilhamento de respostas ou questões entre as aplicações.

Para preservar o anonimato dos participantes, adotou-se um sistema de codificação assim constituído: AF1 a AF17 para os alunos do 9º EF; AM1 a AM27 para os alunos do 1º EM. Essa nomenclatura permitiu o acompanhamento individualizado do desempenho ao longo do estudo, sem comprometer a identidade dos sujeitos investigados.

Ressalta-se que os questionários avaliaram exclusivamente conhecimentos astronômicos, não incluindo, portanto, habilidades matemáticas específicas. A comparação entre os resultados obtidos nos pré-testes e pós-testes buscou identificar variações quantitativas nos acertos, possíveis avanços conceituais e padrões de aprendizagem emergentes em cada uma das turmas participantes.

A manutenção do mesmo número de respondentes em ambos os momentos da coleta — 17 estudantes no 9º EF e 27 estudantes no 1º EM — garantiu a comparabilidade dos dados obtidos. Os resultados observados após a implementação da SD, representados graficamente nas Figuras 4 e 5, sugerem variações significativas no desempenho dos estudantes de ambas as turmas, quanto à sua percepção ao nível de conhecimento em Astronomia.

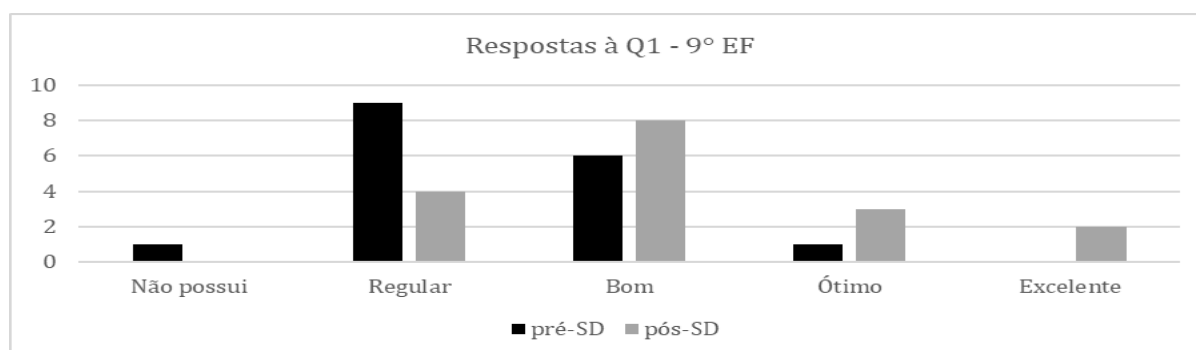


Figura 4: Comparação das respostas à Q1 no 9º EF (Fonte: Dados da Pesquisa)

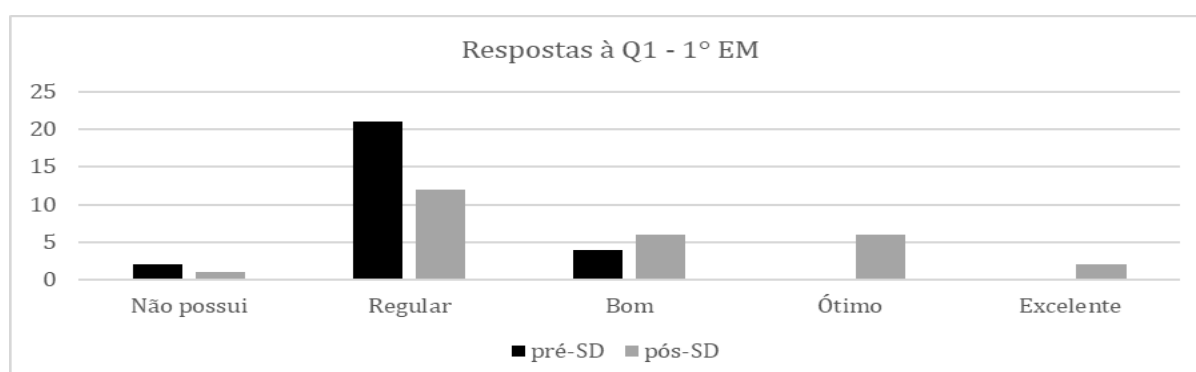


Figura 5: Comparação das respostas à Q1 no 1º EM (Fonte: Dados da Pesquisa)

O Quadro 2 ilustra o comparativo de acertos de cada um dos estudantes do 9º EF e do 1º EM nos momentos pré e pós-intervenção, permitindo observar o

ganho absoluto de acertos por questão e identificar quais conceitos astronômicos apresentaram maior evolução após a aplicação da SD.

Quadro 2: Diferença de acertos obtidos por cada um dos alunos participantes (Fonte: Dados da pesquisa)

Aluno	AF1	AF2	AF3	AF4	AF5	AF6	AF7	AF8	AF9
Diferença	4	4	4	2	7	4	7	4	2
Aluno	AF10	AF11	AF12	AF13	AF14	AF15	AF16	AF17	
Diferença	1	2	3	2	2	2	4	2	
Aluno	AM1	AM2	AM3	AM4	AM5	AM6	AM7	AM8	AM9
Diferença	7	2	3	2	0	2	2	2	1
Aluno	AM10	AM11	AM12	AM13	AM14	AM15	AM16	AM17	AM18
Diferença	2	1	1	2	2	4	1	2	2
Aluno	AM19	AM20	AM21	AM22	AM23	AM24	AM25	AM26	AM27
Diferença	1	3	2	2	5	0	3	2	8

Para avaliar a eficácia da SD, realizou-se uma análise estatística comparativa dos resultados obtidos nos questionários aplicados nos momentos pré e pós-intervenção. Adotou-se o Teste de Hipóteses, procedimento que permite verificar a validade de suposições acerca de uma população com base em dados amostrais (Triola, 2018). O teste foi configurado com hipótese nula (H_0) assumindo igualdade entre os momentos de aplicação, enquanto a hipótese alternativa (H_1) propunha a existência de diferença significativa nos resultados (Quadro 3).

Quadro 3: Declaração das hipóteses do teste (Fonte: Dados da pesquisa)

Hipótese	Sentença Matemática	Declaração sobre a hipótese
Nula - H_0	$\mu_d = 0$	A média das diferenças de acertos nos questionários é igual a zero, ou seja, o desempenho obtido pelos alunos é o mesmo considerando os questionários pré-SD e pós-SD.
Alternativa - H_1	$\mu_d > 0$	A média das diferenças de acertos nos questionários é maior que zero, ou seja, o desempenho obtido pelos alunos no questionário pós-SD é melhor que no questionário pré-SD.

Considerando a natureza pareada dos dados — os mesmos estudantes avaliados em dois momentos distintos — aplicou-se o teste t de *Student* para amostras dependentes, método adequado quando satisfeitas três condições essenciais (Larson; Faber, 2015): aleatoriedade na seleção amostral, dependência entre as medições e distribuição normal dos dados ou tamanho amostral mínimo de 30 pares.

Os parâmetros estatísticos foram estabelecidos com rigor metodológico (Quadro 4): nível de significância (α) de 5% (0,05); graus de liberdade (gl) calculados como $n-1$, onde n representa o número de pares de dados; e valor crítico

(t_0) determinado conforme a distribuição t de Student (Larson; Faber, 2015, p. 556). Optou-se por um teste unilateral à direita, visando especificamente verificar se a média de acertos no pós-SD superou significativamente o desempenho inicial.

Quadro 4: Valor crítico para cada teste (fonte: Adaptada de Larson; Faber, 2015)

TURMA	n	gl	t_0
9° EF	17	16	1,746
1° EM	27	26	1,706
Global	44	43	1,681

O Quadro 5 apresenta as equações para se determinar a média das diferenças ($\bar{d}$), o desvio padrão (s_d) e a estatística de teste padronizada (t):

Quadro 5: Equações utilizadas para se obter t (fonte: Adaptada de Larson; Faber, 2015)

Equação	Descrição
I. $\bar{d} = \frac{\sum d}{n}$	$d \rightarrow$ diferença entre os acertos (pós-SD e pré-SD) $\bar{d} \rightarrow$ média das diferenças amostrais
II. $s_d = \sqrt{\frac{\sum d^2 - \frac{(\sum d)^2}{n}}{n-1}}$	$\sum d \rightarrow$ soma das diferenças de acertos (pós-SD e pré-SD) $n \rightarrow$ tamanho da amostra $s_d \rightarrow$ desvio padrão das diferenças amostrais
III. $t = \frac{\bar{d} - \mu_d}{\frac{s_d}{\sqrt{n}}}$	$\mu_d \rightarrow$ média das diferenças populacionais $t \rightarrow$ distribuição t de Student

Como H_0 indica que não houve aumento na quantidade de acertos por aluno, quando comparados os questionários pré-SD e pós-SD, a média das diferenças de acertos é zero ($\mu_d = 0$).

Considerando as informações do Quadro 2 e os parâmetros do quadro 4, além das equações apresentadas no Quadro 5, foi calculado t para a turma do 9° EF (Figura 6) e para a turma do 1° EM (Figura 7):

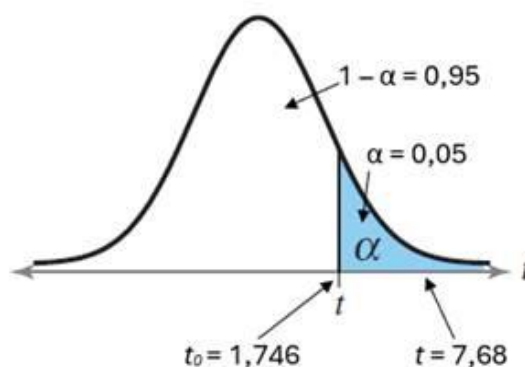


Figura 6: Estatística do teste padronizado para a turma do 9° EF (fonte: Adaptada de Larson e Faber, 2015)

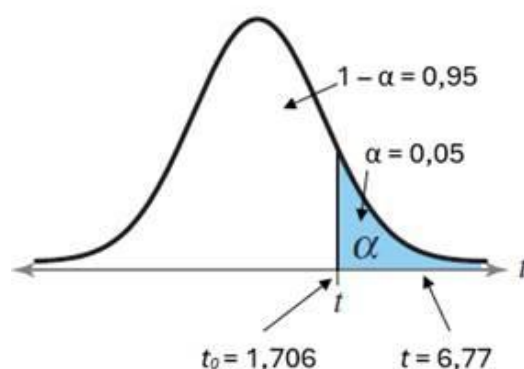


Figura 7: Estatística do teste padronizado para a turma do 1° EM (fonte: Adaptada de Larson e Faber, 2015)

Como t se encontra na região de rejeição (Quadro 6), ao nível de significância de 5%, a hipótese nula foi rejeitada em ambos os testes, indicando que houve aumento no número de acertos.

Quadro 6: Análise da hipótese nula (fonte: adaptada de Larson e Faber, 2015)

Turma	t_0	t	H_0
9° EF	1,746	7,68	Rejeitada
1° EM	1,706	6,77	Rejeitada

Há evidências para aceitar a hipótese alternativa, indicando que houve aumento de questões corretas no conteúdo de Astronomia quando comparado os questionários pós-SD e pré-SD. Estatisticamente, há indícios de que a SD promoveu aprendizagem potencialmente significativa aos alunos de ambas as turmas.

CONSIDERAÇÕES

A presente pesquisa, desenvolvida no Colégio Monteiro Lobato, apresentou evidências de que a articulação entre conhecimentos matemáticos e astronômicos, quando mediada por MA e alinhada às diretrizes da BNCC, constitui abordagem pedagógica potencialmente eficaz para promover a AS nos anos finais do Ensino Fundamental e no início do Ensino Médio. Os resultados obtidos ao longo da implementação da SD não apenas confirmaram a hipótese inicial, como também revelaram desdobramentos relevantes para a prática docente contemporânea.

O percurso metodológico adotado demonstrou coerência e eficácia. O questionário diagnóstico aplicado inicialmente cumpriu seu papel de identificar tanto os conhecimentos prévios dos estudantes quanto suas principais lacunas de aprendizagem em Astronomia. Paralelamente, às atividades de sondagem matemática revelaram que, embora os alunos possuísem a base conceitual necessária, frequentemente não reconheciam as aplicações práticas desses conhecimentos — lacuna que a SD buscou preencher.

A construção da SD mostrou-se adequada ao contexto escolar investigado. Sua estrutura em três atividades interligadas permitiu progressão coerente dos conceitos, respeitando o cronograma escolar e o ritmo de aprendizagem dos

discentes. O planejamento, que incorporou os princípios do protagonismo estudantil e da interdisciplinaridade, revelou-se acertado, conforme evidenciado pelos dados de engajamento e desempenho coletados.

A implementação superou as expectativas em vários aspectos. O crescente interesse dos alunos pela temática astronômica foi perceptível tanto nos instrumentos formais de avaliação quanto em manifestações espontâneas no cotidiano escolar. A palestra do Prof. Dr. Marcos Rincon Voelzke sobre cometas representou um momento especialmente significativo, catalisando o interesse pela Astronomia e demonstrando o potencial de parcerias com especialistas para enriquecer o processo educativo.

Os resultados quantitativos dos questionários pré-SD e pós-SD confirmaram avanços substantivos na compreensão dos conceitos astronômicos. Mais do que a mera aquisição de informações, observou-se a capacidade dos alunos em estabelecer conexões significativas entre os novos conhecimentos e sua base conceitual prévia, característica fundamental da AS. Esse processo foi particularmente evidente nas atividades que exigiam aplicação dos conceitos matemáticos para resolver problemas astronômicos.

A adoção da ABE como metodologia central mostrou-se acertada. Além de promover o desenvolvimento de competências cognitivas específicas, a abordagem favoreceu o aprimoramento de habilidades socioemocionais como colaboração, comunicação e pensamento crítico. As rubricas de avaliação aplicadas revelaram melhora consistente no desempenho dos discentes, especialmente na capacidade de articular diferentes conhecimentos para resolver problemas complexos.

O uso das TDIC trouxe contribuições adicionais relevantes. Ao longo da intervenção, observou-se evolução no modo como os alunos buscavam, avaliavam e utilizavam informações científicas, demonstrando maior criticidade e discernimento no uso de fontes digitais — competência essencial no mundo contemporâneo e explicitamente valorizada pela BNCC.

A experiência exitosa no Colégio Monteiro Lobato demonstrou ser possível conciliar inovação pedagógica com rigor curricular, desde que haja planejamento cuidadoso e apoio institucional. O acolhimento da proposta pela coordenação pedagógica foi fator determinante para superar resistências iniciais e garantir o êxito da implementação.

Em síntese, esta pesquisa oferece contribuições relevantes para a área educacional em três níveis principais: no plano teórico, reforça a validade dos princípios da AS no contexto da educação interdisciplinar; no plano metodológico, demonstra a eficácia da combinação entre abordagens ativas e integração curricular; no plano prático, oferece modelo replicável para a articulação entre diferentes áreas do conhecimento no âmbito escolar.

Os resultados obtidos reforçam a importância de continuar investindo em pesquisas que explorem novas formas de promover AS, em diálogo com as demandas da sociedade contemporânea e com os princípios da educação integral preconizados pela BNCC. A experiência aqui relatada representa um passo nessa direção, abrindo caminho para investigações futuras que possam ampliar e aprofundar estas constatações em outros contextos educacionais.

REFERÊNCIAS

ANASTÁCIO, M. A. S. **Astronomia no ensino médio: uma proposta de curso com foco na aprendizagem significativa e uso de ambiente colaborativo como ferramenta de tecnologia digital.** 2020. 101p. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências e Matemática) – Universidade Cruzeiro do Sul, São Paulo, 2020.

ANASTÁCIO, M. A. S; VOELZKE, M. R. Astronomia no Ensino Médio e os itinerários formativos de Ciências da Natureza. **REPPE - Revista de Produtos Educacionais e Pesquisas em Ensino**, v. 6, ed.1, p. 118-129, 2022.

AUSUBEL, D. P. **Aquisição e retenção de conhecimentos: uma perspectiva cognitiva.** Editora Plátano, 1. ed. - Lisboa, 2003.

BARBOSA, J. I. L.; VOELZKE, M.R. Questionário diagnóstico sobre conceitos básicos de astronomia por alunos do ensino médio integrado. **REnCiMa**, v.7, n.2, p 25-38, São Paulo, 2016.

BRASIL. Ministério da Educação (MEC). **Base Nacional Comum Curricular.** Brasília, 2018.

BROWN, G.T.L; IRVING, S.E.; KEEGAN, P.J. **An Introduction to Educational Assessment, Measurement and Evaluation: Improving the Quality of Teacher-Based Assessment.** Nova Zelândia: *Prentice Hall*, 2008.

CERNIK, V. **Earth Space Lab.** Disponível em: <https://www.earthspacelab.com/>. Acesso em: 15/01/2025.

FREIRE, P. **Pedagogia da Autonomia: saberes necessários à prática educativa.** Ed. Paz e Terra, 43. ed. - São Paulo, 1996.

GOOGLE. Disponível em: <https://www.google.com/>. Acesso em: 15/01/2025.

INOVE. **Solar System Scope.** Disponível em: <https://www.solarsystemscope.com/>. Acesso em: 15/01/2025.

KAHOOT. **Game-based blended learning & classroom response system.** Disponível em: <https://kahoot.com/pt/>. Acesso em 15/01/2025.

KHAN ACADEMY. Plataforma *online*. Disponível em: <https://pt.khanacademy.org/>. Acesso em 15/01/2025.

KRUG, R R. et al. O “bê-á-bá” da aprendizagem baseada em equipe. **Revista Brasileira de Educação Médica**, v. 40, p. 602-610, 2016.

LARSON, R.; FABER, B. **Estatística aplicada.** São Paulo: Pearson, 2015.

MOREIRA, M. A. Aprendizagem Significativa: um conceito subjacente. **Aprendizagem Significativa em Revista/Meaningful Learning Review**, V.1(3), p. 25-46 - Brasília, 2011.

MOTA, A. R; ROSA, C. T. W. Ensaio sobre metodologias ativas: reflexões e propostas. **Revista Espaço Pedagógico**, v. 25, n. 2, p. 261-276, 2018.

NASA. **Eyes on the Solar System.** Disponível em: <https://eyes.nasa.gov/apps/solar-system/#/home>. Acesso em: 15/01/2025.

STELLARIUM. **Stellarium.** Disponível em: <https://stellarium.org/pt/>. Acesso em: 15/01/2025.



TIMEANDDATE. **Time and Date Sun Calculator**. Disponível em:
<https://www.timeanddate.com/sun/>. Acesso em: 15/01/2025.

TRIOLA, M. F. **Introdução à Estatística**. Ed. Pearson, 2018.

VOELZKE, M. R.; MACÊDO, J. A. Aprendizagem significativa, objetos de aprendizagem e o ensino de Astronomia. **Revista de Ensino de Ciências e Matemática**, São Paulo, v. 11, n. 5, p. 1–19, 2020.

Como citar este artigo (ABNT):

FERREIRA, J. E. D.; VOELZKE, M. R. Astronomia como tema motivador nas aulas de matemática. **Informativo do Observatório Didático de Astronomia (IODA)**, v. 6, n.1, p. 109-123, jun 2026.



AS PRINCIPAIS METODOLOGIAS ATIVAS COMO INSTRUMENTO PEDAGÓGICO NO PROCESSO DE ENSINO DE ASTRONOMIA

THE MAIN ACTIVE METHODOLOGIES AS A PEDAGOGICAL TOOL IN THE ASTRONOMY TEACHING PROCESS

Antonio Maxuel Matos Silva¹, Marcos Rincon Voelzke²

¹ Universidade Cruzeiro do Sul, Programa de Pós Graduação em Ensino de Ciências, Brasil, maxuel3d@usp.br

² Universidade Cruzeiro do Sul, Programa de Pós Graduação em Ensino de Ciências, Brasil, mrvoelzke@hotmail.com

Resumo: Este trabalho é resultado de uma dissertação de mestrado defendida em 2023 e teve como objetivo mapear dissertações e teses defendidas entre os anos de 2000 e 2021 que abordaram o uso de metodologias ativas no Ensino de Astronomia na Educação Básica. Os fenômenos astronômicos, ao longo da história, foram utilizados pela humanidade como referência para a construção de padrões temporais, espaciais e culturais, contribuindo para a organização da vida cotidiana e para a produção de novos saberes científicos. Diante desse cenário, torna-se essencial a adoção de metodologias de ensino que promovam aprendizagens significativas, contextualizadas e adequadas à realidade dos alunos. A pesquisa foi desenvolvida por meio da metodologia denominada Estado do Conhecimento, realizando um levantamento sistemático de produções acadêmicas que investigaram o uso de metodologias ativas como instrumentos pedagógicos no ensino e na aprendizagem de Astronomia na Educação Básica. A análise dos dados buscou identificar a quantidade de trabalhos publicados, as metodologias utilizadas e os impactos dessas estratégias no processo educativo. Os resultados evidenciaram uma baixa produção acadêmica sobre a temática ao longo das duas décadas analisadas, sendo constatado que apenas a partir do ano de 2017 surgiram pesquisas que efetivamente utilizaram metodologias ativas voltadas ao Ensino de Astronomia. No total, foram identificados apenas 12 trabalhos que atenderam aos critérios estabelecidos. Dentre as metodologias analisadas, a Peer Instruction destacou-se como a mais recorrente, caracterizando-se como uma proposta pedagógica baseada na interação social, na participação ativa dos estudantes e na promoção da aprendizagem significativa. Conclui-se que o uso de metodologias ativas no Ensino de Astronomia ainda é incipiente no contexto educacional brasileiro, configurando-se como um campo promissor e fértil para o desenvolvimento de futuras pesquisas e práticas pedagógicas inovadoras.

Palavras-chave: Ensino de Astronomia; Metodologias ativas; Aprendizagem significativa

Abstract: This study is the result of a master's dissertation defended in 2023 and aimed to map master's dissertations and doctoral theses defended between 2000 and 2021 that addressed the use of active methodologies in Astronomy Teaching in Basic Education. Throughout history, astronomical phenomena have been used by humanity as references for the construction of temporal, spatial, and cultural patterns, contributing to the organization of daily life and to the production of new scientific knowledge. In this context, Astronomy Teaching plays a relevant role in students' education, as it enables the understanding of scientific processes, the evolution of human thought, and the relationships between science, technology, and society. Given this scenario, the adoption of teaching methodologies that promote meaningful, contextualized learning and that are appropriate to students' realities becomes essential. The research was developed using the State of Knowledge methodology, conducting a systematic survey of academic productions that investigated the use of active methodologies as pedagogical tools in the teaching and learning of Astronomy



in Basic Education. Data analysis sought to identify the number of published studies, the methodologies employed, and the impacts of these strategies on the educational process. The results revealed a low level of academic production on the topic over the two decades analyzed, showing that only from 2017 onward did studies emerge that effectively employed active methodologies focused on Astronomy Teaching. In total, only 12 studies met the established criteria. Among the methodologies identified, Peer Instruction stood out as the most frequently used, being characterized as a pedagogical approach based on social interaction, active student participation, and the promotion of meaningful learning. It is concluded that the use of active methodologies in Astronomy Teaching is still incipient in the Brazilian educational context, representing a promising and fertile field for the development of future research and innovative pedagogical practices.

Keywords: Astronomy Teaching; Active methodologies; Meaningful learning

INTRODUÇÃO

A humanidade, desde seus primórdios, busca compreender a natureza dos fenômenos que a cercam por meio da observação, da análise e da identificação de padrões. Esse processo investigativo permitiu ao homem desenvolver técnicas e práticas que, ao longo do tempo, foram avaliadas quanto à sua eficiência e adequação aos paradigmas vigentes, especialmente no que se refere à produção da sistematização do conhecimento científico.

Nesse contexto, a Astronomia configura-se como uma das ciências mais antigas da humanidade, estando diretamente relacionada à sobrevivência e à evolução das civilizações. A construção do conhecimento astronômico depende da utilização de modelos e ferramentas que possibilitem a compreensão dos fenômenos celestes, uma vez que essa ciência se dedica ao estudo dos astros e dos diversos fenômenos que ocorrem no Universo (Mourão, 1995).

A observação sistemática do céu permitiu ao ser humano estabelecer padrões fundamentais para a organização da vida social, como a definição de calendários, o reconhecimento das estações do ano e o desenvolvimento da agricultura. Além disso, a Astronomia teve papel central durante as grandes navegações, auxiliando na orientação e na medição do tempo, visto que os movimentos periódicos dos astros funcionaram, por séculos, como os únicos instrumentos de marcação temporais disponíveis (Boczko, 1984).

Ao longo da história, diferentes povos elaboraram sistemas baseados na observação astronômica para compreender os ciclos naturais, registrando esses conhecimentos inicialmente de forma oral e simbólica e, posteriormente, por meio da escrita (Sagan, 1986). Esses registros foram fundamentais para o avanço das ciências e para a formulação de modelos que sustentam o desenvolvimento de novos conhecimentos.

No âmbito da Educação Básica, o Ensino de Astronomia assume relevância significativa, pois possibilita ao estudante compreender os processos naturais e sua evolução histórica. Contudo, o modelo tradicional de ensino, centrado na transmissão de conteúdos pelo professor, tem se mostrado insuficiente para atender às demandas educacionais contemporâneas, apesar de ainda permanecer fortemente presente nas instituições de ensino.



Diante desse cenário, as metodologias ativas emergem como alternativas pedagógicas capazes de promover o protagonismo do aluno e a construção significativa do conhecimento, a partir da interação com situações reais e contextualizadas (Souza; Tinti, 2020). Nessa perspectiva, o professor assume o papel de mediador do processo de ensino e aprendizagem. Assim, esta pesquisa tem como objetivo realizar um levantamento de estudos científicos que investigam a aplicação das metodologias ativas no Ensino de Astronomia na Educação Básica.

FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

O Ensino de Astronomia na Educação Básica desempenha papel fundamental na formação científica dos estudantes, uma vez que possibilita a compreensão de fenômenos naturais, o desenvolvimento do pensamento crítico e a construção de uma visão científica de mundo. Historicamente, a Astronomia contribuiu para a organização das sociedades humanas, auxiliando na elaboração de calendários, na agricultura e nas grandes navegações, sendo considerada uma das ciências mais antigas da humanidade (Boczko, 1984).

No contexto educacional brasileiro, o ensino de Astronomia esteve presente desde o século XIX, com destaque para o Colégio Pedro II, integrando disciplinas como Ciências, Geografia e Física. Contudo, estudos indicam que, apesar de sua relevância curricular, o Ensino de Astronomia ainda enfrenta dificuldades, especialmente relacionadas à formação inicial e continuada de professores, muitas vezes oriundos de áreas correlatas, como Matemática e Química (Langhi; Nardi 2009).

As metodologias ativas fundamentam-se em abordagens construtivistas e sociointeracionistas, nas quais o aluno assume papel ativo na construção do conhecimento, enquanto o professor atua como mediador do processo pedagógico (Souza; Morales, 2015). Nessa perspectiva, a aprendizagem ocorre de forma progressiva e integrada, conectando conhecimentos prévios a novos conceitos, em um movimento contínuo de ressignificação do saber (Ausubel, 2003).

No Ensino de Astronomia, tais metodologias apresentam especial relevância, pois permitem explorar conceitos abstratos e fenômenos complexos por meio de modelos, simulações, experimentações, debates e narrativas científicas. A Instrução por Pares (*Peer Instruction*), proposta por Mazur, destaca-se nesse contexto ao estimular a argumentação, a confrontação de concepções alternativas e a aprendizagem colaborativa, sendo amplamente utilizada no ensino de Ciências e Física (Beserra, 2021).

A integração entre metodologias ativas e Tecnologias Digitais da Informação e Comunicação (TDIC) amplia ainda mais as possibilidades pedagógicas, permitindo o uso de plataformas digitais, ambientes virtuais de aprendizagem, recursos multimídia e ferramentas adaptativas. Essa articulação contribui para aproximar o ensino da realidade sociocultural dos estudantes, aumentando o engajamento, a motivação e a personalização da aprendizagem (Silva; Voelzke, 2021).

Assim, a literatura evidencia que as metodologias ativas configuram-se como instrumentos pedagógicos promissores para o Ensino de Astronomia na Educação Básica, ao favorecerem práticas investigativas, reflexivas e contextualizadas. No entanto, o número de pesquisas nacionais que abordam diretamente a aplicação

dessas metodologias no Ensino de Astronomia ainda é reduzido, indicando a necessidade de ampliação e aprofundamento dos estudos nesse campo, conforme apontado pelos resultados do estado do conhecimento analisado neste trabalho.

METODOLOGIA

Este estudo caracteriza-se como uma pesquisa de natureza qualitativa, do tipo Estado do Conhecimento, cujo objetivo foi mapear e analisar a produção acadêmica nacional sobre o uso de metodologias ativas como instrumento pedagógico no Ensino de Astronomia na Educação Básica, no período de 2000 a 2021.

O procedimento metodológico consistiu em um levantamento bibliográfico sistemático de teses e dissertações, realizado em três bases de dados reconhecidas no cenário acadêmico brasileiro: a Biblioteca Digital Brasileira de Teses e Dissertações (BDTD), o Banco de Teses e Dissertações sobre Educação em Astronomia (BTDEA) e o Catálogo de Teses e Dissertações da CAPES. A escolha dessas bases deveu-se à sua abrangência, confiabilidade e relevância para a área de Ensino de Ciências e Astronomia.

A busca foi realizada por meio de descritores relacionados às temáticas Astronomia, Ensino de Astronomia e Metodologias Ativas, considerando exclusivamente trabalhos defendidos no período delimitado e vinculados a programas de pós-graduação *stricto sensu*. Após a identificação inicial dos estudos, aplicaram-se critérios de inclusão e exclusão, que contemplaram a pertinência temática, a disponibilidade do texto completo e a aderência ao foco da pesquisa.

Os trabalhos selecionados passaram por um processo de análise e categorização, no qual foram examinados aspectos como: tipo de metodologia ativa utilizada, nível de ensino contemplado, instituição de origem, ano de publicação, modalidade do curso (mestrado ou doutorado) e repercussões acadêmicas, incluindo dados de visualização e download quando disponíveis. A análise dos dados ocorreu de forma descritiva e interpretativa, permitindo identificar tendências, lacunas e recorrências na produção científica analisada.

Ao final do processo, foi constituído um portfólio bibliográfico composto por 12 estudos, os quais subsidiaram as discussões e conclusões da pesquisa. A metodologia adotada possibilitou uma visão panorâmica do cenário nacional de pesquisas sobre metodologias ativas no Ensino de Astronomia, evidenciando tanto o crescimento recente do tema quanto a ainda limitada produção acadêmica na área, especialmente antes de 2017.

ANÁLISE DOS DADOS E RESULTADOS

Os resultados da pesquisa evidenciam que a maior concentração das principais universidades brasileiras localiza-se na região Sudeste, o que contribui para o aprofundamento das desigualdades regionais no país. Para além dessa constatação, observa-se que as disparidades socioeconômicas impactam diretamente a produção científica, uma vez que regiões periféricas enfrentam limitações estruturais e escassez de recursos para o desenvolvimento de atividades que demandam o uso de tecnologias educacionais mais avançadas. Embora o Brasil se configure como uma República Federativa, a distribuição de recursos destinados à educação e à pesquisa não ocorre de forma equitativa, o que resulta



na consolidação de assimetrias históricas e na formação de barreiras significativas ao desenvolvimento acadêmico. Esse cenário pode, em parte, explicar a concentração dos trabalhos identificados, conforme evidenciado no gráfico da Figura 1.

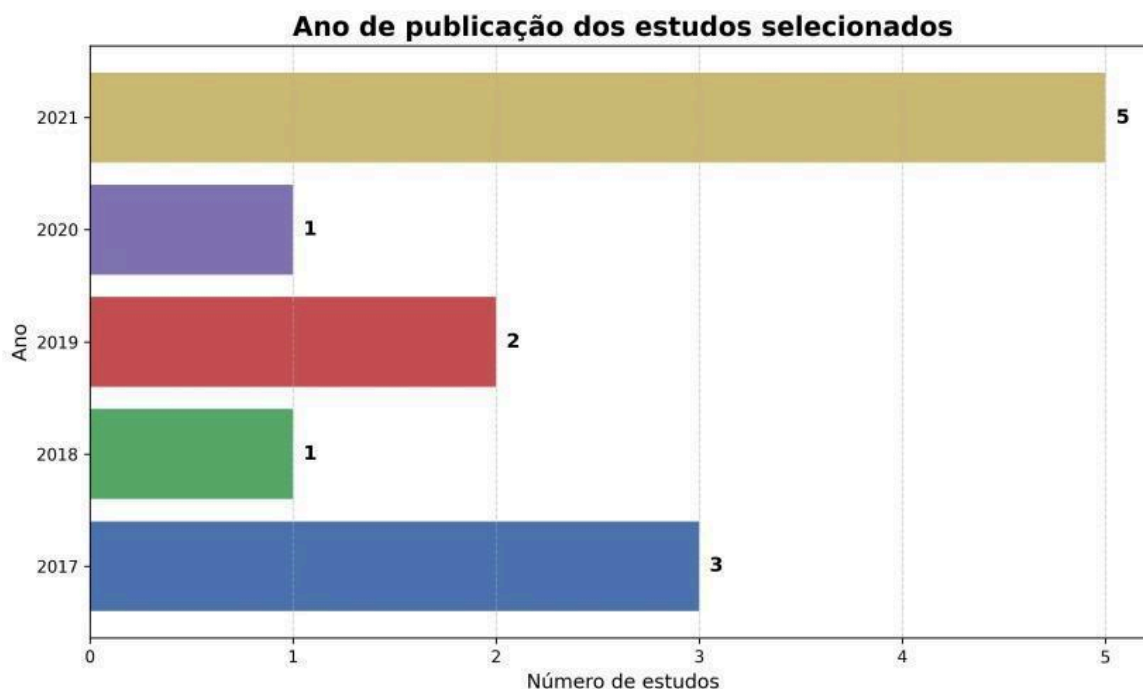


Figura 1: Gráfico com os dados da pesquisa (fonte: Silva, 2023).

Conforme evidenciado no gráfico, o ano de 2021 concentra o maior número de publicações analisadas. Esse aumento está associado ao contexto da pandemia de COVID-19, que demandou a rápida adaptação das práticas educacionais ao ensino remoto, promovendo a revisão do modelo tradicional de ensino e estimulando a adoção de estratégias pedagógicas centradas na autonomia e no protagonismo discente.

O Gráfico 2 apresenta as 18 principais cidades brasileiras responsáveis pelos *downloads* dos trabalhos analisados. Esses dados foram obtidos a partir das informações disponibilizadas nos próprios repositórios institucionais, bem como em plataformas acadêmicas como a Plataforma Lattes, o repositório Freire e o ResearchGate. Ressalta-se que a análise contempla exclusivamente os registros de localização disponibilizados por essas plataformas, de modo que a diferença entre o total de *downloads* identificados e os apresentados no gráfico decorre da ausência dessa informação em parte dos trabalhos analisados. Assim, são evidenciadas apenas as cidades com maior recorrência de registros, correspondentes às 18 mais citadas.

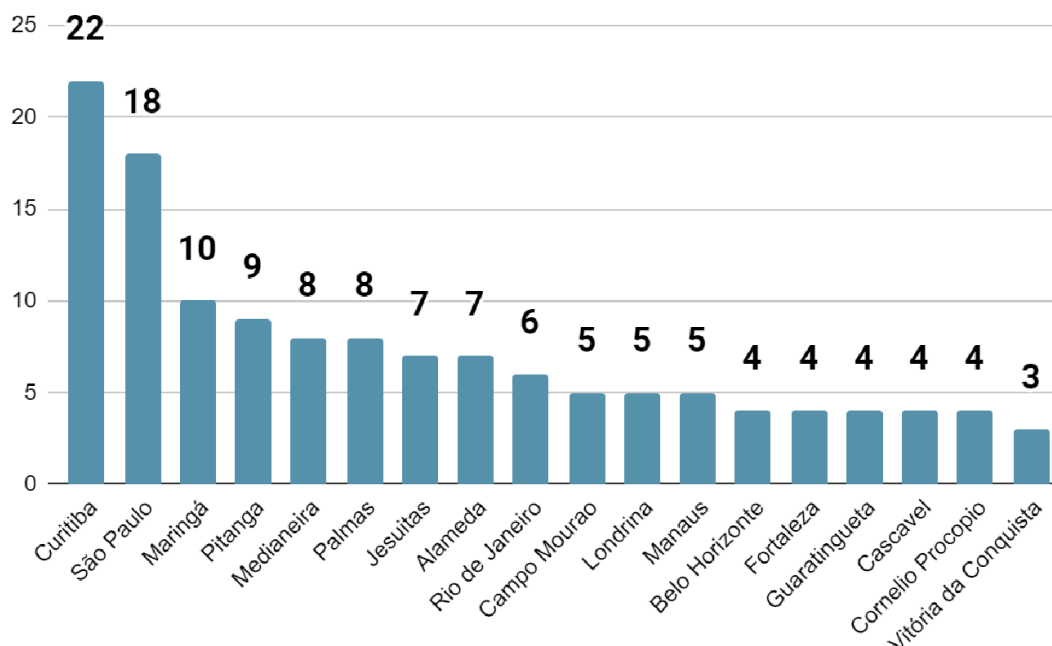


Figura 2: Dados da pesquisa (fonte: Silva, 2023).

Em sequência, é possível verificar que Curitiba lidera, seguida por São Paulo, as principais cidades onde as metodologias ativas foram pesquisadas, situação essa que se justifica, não apenas por serem as regiões que mais publicaram sobre o tema, mas também pela concentração de universidades no Sudeste e Sul do País já o Gráfico 3 apresenta o percentual de trabalhos publicados por modalidade de pesquisa.

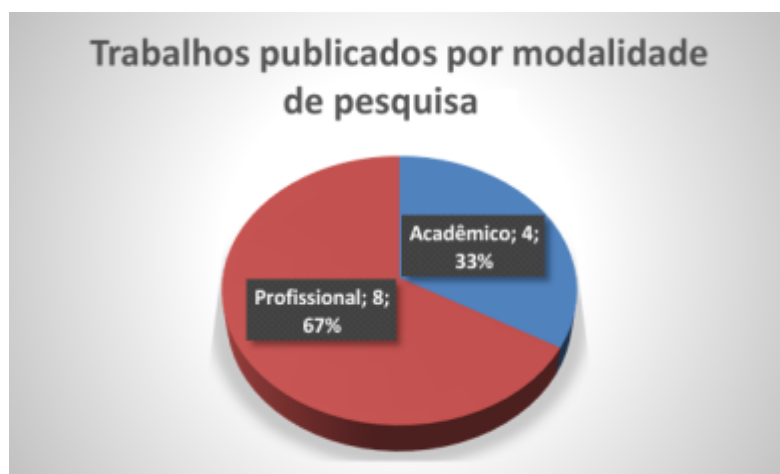


Figura 3: Dados da pesquisa (fonte: Silva, 2023).

Nesse Gráfico, vê-se uma leve vantagem das pesquisas de Mestrado profissional, fato que se justifica em razão que as metodologias ativas serem bastante trabalhadas nas escolas, facilitando o desenvolvimento de produtos educacionais voltados ao protagonismo do aluno e de métodos que possibilitem sua aprendizagem de modo mais autônomo.

O estudo constatou que apenas a partir de 2017 surgiram publicações relevantes sobre o tema, o que evidencia o caráter recente e ainda incipiente dessas práticas na área. As pesquisas identificadas concentram-se principalmente na Região Sudeste, especialmente em São Paulo, refletindo a desigualdade regional na produção científica e na formação docente, a seguir no Gráfico 4 temos as principais metodologias estudadas.

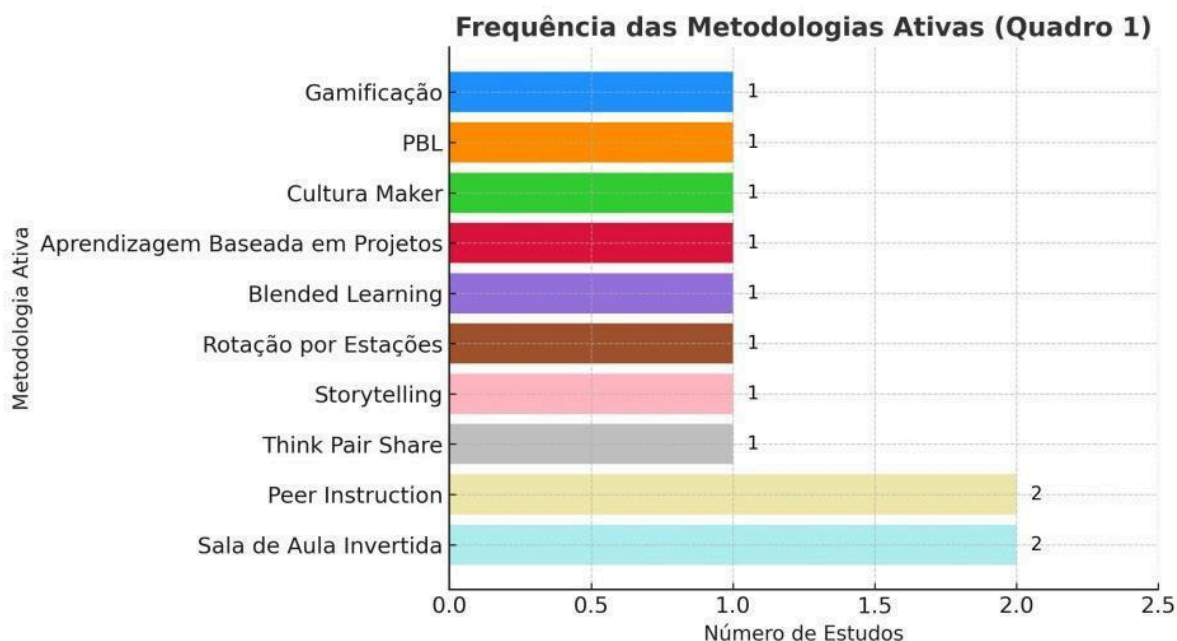


Figura 4: Dados da pesquisa (fonte: Silva, 2023).

Foi observado que há poucos estudos voltados especificamente ao Ensino de Astronomia com metodologias ativas, revelando uma lacuna importante na pesquisa educacional brasileira. A dissertação destaca a “Peer Instruction” e “Sala de Aula Invertida”, como as metodologias mais utilizadas, todas voltadas ao protagonismo do aluno e à aprendizagem significativa. Silva e Voelzke (2021), afirmam que essa proposta de ensino vai ao encontro das necessidades atuais dos alunos, visto que vive-se em uma era em que a sociedade tem a tecnologia e a *internet* como pontos geradores de informação.

CONSIDERAÇÕES

Este estudo analisou a produção científica nacional relacionada ao uso de metodologias ativas no Ensino de Astronomia, a partir de um levantamento bibliográfico realizado em teses e dissertações defendidas entre os anos de 2000 e 2021. Os resultados evidenciaram que, embora as metodologias ativas não sejam recentes no campo educacional, sua aplicação no Ensino de Astronomia ainda é incipiente, com maior concentração de publicações a partir de 2017, indicando tratar-se de uma área em processo de consolidação no contexto da Educação Básica.

Observou-se, ainda, uma concentração significativa das pesquisas na Região Sudeste, especialmente no Estado de São Paulo, o que revela desigualdades regionais no acesso a recursos tecnológicos, na formação docente e no

desenvolvimento de práticas pedagógicas inovadoras em Física e Astronomia. Tal cenário evidencia que a baixa disseminação das metodologias ativas não se deve apenas a fatores pedagógicos, mas também a questões estruturais e institucionais que impactam diretamente a pesquisa e a prática docente no país.

No que se refere às abordagens pedagógicas identificadas, destacaram-se metodologias como Peer Instruction, sala de aula invertida, as quais demonstram potencial para promover o protagonismo discente, a aprendizagem significativa e a articulação entre teoria e prática, em consonância com as diretrizes da Base Nacional Comum Curricular. Essas metodologias se apresentam como alternativas viáveis à superação do modelo tradicional de ensino, ainda predominante nas escolas brasileiras.

Dessa forma, conclui-se que o uso de metodologias ativas no Ensino de Astronomia constitui um campo promissor, porém ainda pouco explorado pela produção acadêmica nacional. A escassez de estudos identificada reforça a necessidade de novas pesquisas que aprofundem a investigação sobre a eficácia dessas práticas, bem como de investimentos na formação inicial e continuada de professores, visando ao fortalecimento do Ensino de Astronomia e à melhoria da qualidade da educação científica na Educação Básica.

REFERÊNCIAS

- AUSUBEL, D. P. **Aquisição e retenção de conhecimentos:** Uma perspectiva cognitiva. Tradução: Lígia Teopisto. Lisboa/Portugal: Plátano Edições Técnicas, ISBN 978-9727073641, 2003.
- BESERRA, C.J.P. **Astronomia no ensino fundamental por meio do método Peer Instruction e o Uso de vídeos aulas:** em busca de uma aprendizagem. Dissertação (Mestrado) – Universidade Regional do Cariri-. Juazeiro do Norte, p.77, 2021.
- BOCZKO, R. **Conceitos de Astronomia.** São Paulo: Editora: Edgard Blücher, Ltda, 1984.
- LANGHI, R.; NARDI, R. Educação em Astronomia no Brasil: alguns recortes. **XVIII Simpósio Nacional de Ensino de Física** - Formação Continuada de Professores em Serviço: Educação de Qualidade para uma Sociedade da Aprendizagem, Vitória/ES, 2009.
- MOURÃO, R. R. F. **Dicionário enciclopédico de astronomia e astronáutica.** Rio de Janeiro: Nova Fronteira, p.325, 1995.
- SILVA, A.M.M. VOELZKE, M. R. Aprendizagem Adaptativa o uso da plataforma Khan Academy No ensino de Matemática. **III Fórum de Metodologias Ativas**, São Paulo, SP, v.3 n.1, ISSN 2763-5333, p.46-49, jul. 2021.
- SILVA, A. M. M. **O estado do conhecimento entre 2000 a 2021: as metodologias ativas como instrumentos pedagógicos no processo de ensino de Astronomia.** 2023. 74 f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências) – Universidade Cruzeiro do Sul, São Paulo, 2023.



SOUZA, C. A. de; MORALES, O. E. T. (org.). **Convergências Midiáticas, Educação e Cidadania: aproximações jovens**: Coleção Mídias Contemporâneas. v.2 Ponta Grossa/PR: UEPG/PROEX, 2015.

SOUZA, G. O.; TINTI, D. S. Metodologias ativas no Ensino de Matemática: panorama de pesquisas desenvolvidas em Mestrados profissionais. **Tangram – Revista de Educação Matemática**, Dourados/MS, v. 3, n. 1, ISSN 2763-5333, p. 74-97, 2020.

Como citar este artigo (ABNT):

SILVA, A. M. M.; VOELZKE, M. R. As principais metodologias ativas como instrumento pedagógico no processo de ensino de astronomia. **Informativo do Observatório Didático de Astronomia (IODA)**, v. 6, n.1, p. 124-132, jun 2026.



PRODUÇÃO DE MATERIAIS DIDÁTICOS ACESSÍVEIS PARA ALUNOS SURDOS NA EJA: CONTRIBUIÇÕES DE UM PROJETO DE EXTENSÃO PARA O DESENVOLVIMENTO DO CONTEÚDO DE ASTRONOMIA

PRODUCTION OF ACCESSIBLE DIDACTIC MATERIALS FOR DEAF STUDENTS IN EJA: CONTRIBUTIONS FROM AN EXTENSION PROJECT TO THE DEVELOPMENT OF ASTRONOMY CONTENT

Jhonny Silva¹, Thayná Dias²

¹ Universidade Federal do Amazonas, Instituto de Ciências Exatas, jhonnyvianadasilva@gmail.com

² UNESP Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho", Faculdade de Ciências, Programa de Pós-Graduação em Educação para a Ciência, thayna.dias@unesp.br

Resumo: *Este trabalho investiga o desenvolvimento de um modelo didático acessível para o ensino das fases da Lua, voltado para estudantes surdos no contexto da Educação de Jovens e Adultos (EJA). Fundamentado na pedagogia freireana e na perspectiva da educação inclusiva (LBI), o projeto buscou superar a "educação bancária" e a carência de materiais pedagógicos específicos que considerem as particularidades visuais e linguísticas do aluno surdo. A metodologia, de natureza qualitativa e aplicada, consistiu na construção de recursos táteis com materiais de baixo custo no âmbito do projeto de extensão PACE/UFAM. Os resultados, registrados via diário de campo e relatos docentes, indicam que a utilização de modelos tridimensionais aliados à Libras promove a curiosidade epistemológica e uma alfabetização científica significativa.*

Palavras-chave: Educação Inclusiva; Ensino de Astronomia; Libras; Materiais Didáticos; EJA.

Abstract: *This paper investigates the development of an accessible didactic model for teaching the phases of the Moon, aimed at deaf students in the context of Youth and Adult Education (EJA). Based on Freire's pedagogy and the perspective of inclusive education (LBI), the project sought to overcome "banking education" and the lack of specific pedagogical materials that consider the visual and linguistic particularities of deaf students. The methodology, of a qualitative and applied nature, consisted of building tactile resources with low-cost materials within the scope of the PACE/UFAM extension project. The results, recorded via field diaries and teacher reports, indicate that the use of three-dimensional models combined with Libras promotes epistemological curiosity and meaningful scientific literacy.*

Keywords: Inclusive Education; Astronomy Teaching; Libras; Didactic Materials; EJA.

INTRODUÇÃO

A educação inclusiva, amparada pela Lei Brasileira de Inclusão da Pessoa com Deficiência (LBI), busca assegurar a todos os estudantes o acesso a uma educação de qualidade e oportunidades de aprendizagem significativas. Essa legislação representa um marco ao deslocar o foco da deficiência como uma limitação clínica para uma perspectiva social, onde as barreiras do ambiente é que impedem a participação plena do sujeito (Ataide et al., 2020).



No entanto, no cotidiano escolar, um dos maiores desafios encontrados no ensino de pessoas surdas reside nas limitações das abordagens metodológicas tradicionais. Atualmente, materiais didáticos específicos para estudantes com deficiência auditiva são escassos e, em sua maioria, elaborados sem considerar as especificidades linguísticas e visuais desses alunos, servindo frequentemente mais à dinâmica do professor do que ao efetivo aprendizado do estudante.

Essa carência reflete uma visão arcaica e capacitista que tende a homogeneizar as pessoas com deficiência, ignorando as subjetividades e as necessidades únicas de cada indivíduo. Historicamente, a educação de surdos foi marcada por métodos impositivos, como o Oralismo — que priorizava a fala e a leitura labial em detrimento da língua de sinais — e a Comunicação Total.

Tais práticas mostraram-se ineficazes e deixaram lacunas profundas no desenvolvimento cognitivo e educacional da comunidade surda, resultando em um processo de marginalização que persiste até os dias atuais. Diante da precarização do ensino público, especialmente em regiões como o Norte do país, torna-se urgente o investimento em políticas de formação docente e na criação de recursos pedagógicos que valorizem a Língua Brasileira de Sinais (Libras) não apenas como ferramenta de apoio, mas como língua de instrução e acesso ao conhecimento.

No campo das Ciências Naturais, e especificamente na Astronomia, a inclusão exige estratégias que superem o ensino puramente abstrato e verbalista. A Astronomia lida com escalas e fenômenos espaciais que, se não mediados por recursos concretos, tornam-se inacessíveis para alunos que dependem da experiência visual. Autores como Quadros e Perlin (2007) ressaltam que o uso da Libras, aliado a recursos visuais de alta carga informativa e modelos tridimensionais, é fundamental para facilitar a compreensão de conceitos complexos. A pedagogia visual para o surdo não é um "auxílio", mas a base de sua construção de mundo.

Nesse contexto, este trabalho investiga a criação de um modelo didático acessível para o ensino das fases da Lua, desenvolvido no âmbito do projeto de extensão PACE (Programa Atividade Curricular de Extensão), da Universidade Federal do Amazonas (UFAM). A pesquisa foi realizada em uma escola municipal de Educação de Jovens e Adultos (EJA), público que frequentemente carrega um histórico de abandono escolar e falta de materiais adaptados ao longo de sua trajetória.

Ao utilizar materiais de baixo custo e reciclados, o projeto busca não apenas a viabilidade econômica, mas também a promoção de uma aprendizagem ativa e tátil. O objetivo central é analisar como a utilização desses materiais concretos e estratégias visuais pode romper barreiras históricas, proporcionando uma alfabetização científica que seja, de fato, inclusiva e significativa para o aluno surdo.

FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Entende-se que a Base Nacional Comum Curricular (BNCC) é um documento norteador dos currículos das redes de ensino, estabelecendo competências que devem ser desenvolvidas por todos os estudantes da Educação Básica. No entanto, a BNCC também enfatiza a autonomia das instituições para contextualizarem essas diretrizes às necessidades específicas de suas regiões e sujeitos.

No caso da educação de surdos na Amazônia, observa-se que os currículos escolares ainda priorizam conteúdos que não refletem a identidade visual e



linguística desses alunos, mantendo metodologias que ignoram a cultura surda e o uso da Língua Brasileira de Sinais (Libras). Na sala de aula, geralmente, a instrução de Ciências é orientada por perspectivas tradicionais em que prevalecem as repetições de conceitos abstratos e memorizações (Libâneo, 1992).

O currículo para o aluno surdo tende a ser engessado, o que, conseqüentemente, proporciona um desinteresse pelo aprendizado, especialmente em temas complexos como a Astronomia (Bini; Pabis, 2008). Segundo a Lei Brasileira de Inclusão (LBI), a deficiência deve ser entendida a partir das barreiras impostas pelo meio, e não como uma limitação do indivíduo (Brasil, 2015). Assim, a falta de recursos acessíveis configura uma barreira pedagógica que impede o exercício do direito à educação de qualidade.

Segundo Quadros e Perlin (2007), uma das características fundamentais do aprendizado do surdo é a experiência visual. Essa característica permite que eles fiquem mais atentos a atividades que utilizem recursos concretos, sendo essenciais estratégias que cativem o interesse dos alunos e os incorporem ao processo de ensino, tornando o ambiente mais dinâmico. Entretanto, quando não estimulada de maneira correta — seja pela falta de materiais táteis ou pela dependência exclusiva da oralidade — a pessoa surda acaba por ser marginalizada no processo de construção do conhecimento.

Dessa forma, tem-se a necessidade de abordagens educacionais flexíveis e diversificadas que adotem tecnologias assistivas para que possa haver prosperidade na sala de aula (Gardner, 1983). Sendo assim, o uso de modelos didáticos tridimensionais no projeto PACE mostra-se como uma alternativa aos modelos de ensino tradicionais, que desconsideram o papel do aluno na construção do saber. O foco apenas no professor como transmissor caracteriza a famosa educação bancária (Freire, 1987), onde o conhecimento sobre o universo é "depositado" sem diálogo.

No contexto da EJA, o uso de materiais de baixo custo e reciclados permite que o aluno saia da posição de receptor e passe a interagir com o objeto, transformando a aprendizagem das fases da Lua em um ato de emancipação e leitura de mundo. Infelizmente, ainda é comum ver o ensino de Astronomia ser limitado a livros didáticos ilustrativos, desconsiderando a importância de uma experiência sensorial diversificada, tal como propõe a BNCC e as diretrizes de inclusão (Bernardino; Souza, 2011).

METODOLOGIA

Este estudo adotou uma abordagem qualitativa e aplicada, ancorada no relato de experiência e na observação participante, sob a inspiração da pedagogia freiriana. Mais do que descrever a produção de recursos acessíveis para o ensino de Astronomia, buscamos compreender como esses instrumentos podem promover uma educação verdadeiramente libertadora e dialógica.

O percurso metodológico foi organizado em etapas integradas, com o claro propósito de superar o capacitismo estrutural e a “educação bancária” denunciada por Freire (1987), aquela em que o aluno é visto apenas como recipiente de informações prontas. Alinhamo-nos à abordagem qualitativa do projeto de extensão PACE, valorizando a exploração de dados descritivos construídos no contexto vivo das interações entre as professoras participantes.



Dirigimos o olhar para uma perspectiva sócio-histórica, conforme Freitas (2002, p. 26): “os estudos qualitativos [...] devem focalizar o particular como instância da totalidade social”. Essa escolha dialoga diretamente com o mapeamento realizado por Dias e Dias e Langhi (2025), que revelou a escassez de produções acadêmicas sobre o Ensino de Astronomia na formação de pedagogos/as — mesmo com a presença desses conteúdos na BNCC.

Por isso, reforçamos a importância de intervenções práticas e inclusivas como a que aqui relatamos. Na primeira fase, realizamos um estudo de caso para identificar lacunas nos materiais didáticos convencionais. Percebeu-se que os recursos tradicionais costumam ignorar a “leitura de mundo” e as especificidades linguísticas dos estudantes surdos. Como apontam Quadros e Perlin (2007), o ensino para esse público exige estratégias que superem o modelo puramente verbalista.

Sob a ótica freiriana, a ausência de materiais adequados representa uma forma de silenciamento. Assim, a valorização da Libras deixou de ser apenas uma ferramenta comunicacional e passou a ser um ato político de afirmação da identidade e da autonomia do sujeito. Essa etapa correspondeu à ação 2 do projeto PACE: a coleta de demandas de materiais didáticos para promover aulas inclusivas com alunos com deficiência auditiva.

A segunda etapa foi dedicada ao desenvolvimento de um modelo didático tático sobre as fases da Lua, dentro do projeto de extensão PACE da Universidade Federal do Amazonas (UFAM) — código PACE-00006/2023/01. Utilizamos materiais de baixo custo e reciclados, como papelão e esferas de isopor, sempre na perspectiva do Desenho Universal da Aprendizagem. Essa escolha dialoga com o conceito freiriano de “inédito viável”, buscando soluções criativas e sustentáveis para a precarização do ensino público na Amazônia.

O protótipo foi validado pelas professoras de Ciências e incorporou tecnologias assistivas, como QR Codes com vídeos em Libras. Assim, conceitos astronômicos abstratos puderam ser problematizados e compreendidos a partir da experiência sensorial e visual. Os materiais foram entregues à Escola Municipal Yeda Henriques de Souza Auzier, parceira do projeto, para serem usados no 3º bimestre de 2024, atendendo dois alunos surdos e mais 38 alunos sem deficiência.

A terceira etapa consistiu na intervenção prática na própria escola, em Itacoatiara/AM, com os alunos surdos da EJA e suas professoras (ações 4 e 5 do projeto). Não adotamos um roteiro de transmissão unilateral. Ao contrário, criamos um processo de “circularidade de saberes”, em que a manipulação direta do objeto e a mediação visual com focos de luz despertaram a curiosidade epistemológica.

Como resultado que superou nossas expectativas, os alunos com deficiência auditiva visitaram o Instituto de Ciências Exatas e Tecnologia (ICET) da UFAM, vivenciando “o acesso da população que foi historicamente impedida de acessá-los”. A coleta de dados ocorreu por meio de diário de campo e relatos das professoras, buscando captar o engajamento e a participação ativa dos estudantes. Essa sistematização seguiu a ação 6 do projeto.

Ressaltamos que toda a pesquisa respeitou os preceitos éticos, garantindo o anonimato dos participantes e o compromisso com uma prática educativa que, nas palavras de Freire, visa à transformação da realidade social. No fim das contas, essa trajetória não produziu apenas um recurso acessível. Ela contribuiu para a



formação continuada das professoras de Ciências e ajudou a preencher lacunas apontadas na literatura sobre o ensino de Astronomia na formação de pedagogos/as (Dias e Dias & Langhi, 2025).

RESULTADOS E DISCUSSÕES

Os resultados alcançados pelo projeto superaram, e muito, os objetivos iniciais. Além de elaborarmos e entregarmos o material didático tátil sobre as “fases da Lua” — construído na perspectiva do Desenho Universal da Aprendizagem⁴, com materiais simples e QR Codes com vídeos em Libras —, conseguimos realizar algo ainda mais especial: levar os dois alunos surdos para conhecer as instalações do Instituto de Ciências Exatas e Tecnologia (ICET) da UFAM. Essa visita fez com que eles se sentissem realmente pertencentes à universidade pública. A seguir, são apresentadas algumas imagens de todo o processo do PACE.



Figura 1: *Processo de construção colaborativa utilizando materiais de baixo custo e reciclados. Fonte: acervo PACE (2024).*

⁴ Pautada nos conhecimentos a respeito do cérebro humano, o DUA (UDL em inglês) visa o desenvolvimento de estratégias que contribuam com o ensino e aprendizagem de forma inclusiva, respeitando a diversidade dos estudantes e tornando o aprendizado significativo (CAST, 2026; Rosalin, 2022).



Figura 2: Protótipo inicial e validação pedagógica do modelo de fases da Lua. Fonte: acervo PACE (2024).



Figura 3: Modelo didático finalizado integrando esferas táteis e contrastes visuais. Fonte: acervo PACE (2024).



Figura 4: Entrega do material didático na escola. Fonte: acervo PACE (2024).

Foi um momento que rompeu barreiras históricas de exclusão e colocou em prática o que Paulo Freire chamou de “inédito viável”: a capacidade de criar caminhos que antes não existiam (Freire, 2019, p. 102). A formação continuada de professores que trabalham com alunos surdos e com outras deficiências é, sem dúvida, um dos pilares de uma educação verdadeiramente inclusiva, equitativa e de qualidade. Esse processo vai muito além de aprender técnicas novas. Ele exige o desenvolvimento de práticas sensíveis às singularidades de cada estudante, respeitando seus modos próprios de aprender e ajudando a construir um ambiente escolar acolhedor, democrático e justo.

A Base Nacional Comum Curricular (BNCC) reforça isso ao colocar a inclusão e a equidade como princípios centrais da Educação brasileira. Ela lembra que os docentes precisam estar preparados para lidar com a diversidade em sala de aula, vendo as diferenças não como obstáculos, mas como elementos que enriquecem o processo de ensino e aprendizagem (BRASIL, 2017). No entanto, a realidade ainda está longe do ideal. Muitos professores, principalmente da rede pública, não recebem o apoio necessário para enfrentar esses desafios.

A falta de políticas públicas consistentes, de investimentos em formação continuada e de estrutura adequada nas escolas acaba comprometendo o dia a dia. Por isso, é comum ver educadores buscando, por conta própria, cursos, oficinas e as chamadas “capacitações”. Essa iniciativa é louvável, mas revela uma falha grave do sistema, que deveria oferecer esse suporte de forma sistemática e contínua.

É importante deixar claro: este trabalho não tem nenhuma intenção de julgar ou criticar os profissionais que atuam nas escolas públicas. O projeto foi desenvolvido em pouco tempo, com vivências limitadas — algumas visitas e conversas pontuais com professores e alunos. Não fizemos uma análise profunda das práticas pedagógicas, nem tivemos acesso à complexidade da rotina escolar, que inclui desde questões administrativas até sobrecarga de trabalho, falta de

profissionais e ausência de materiais adaptados. Todos esses fatores precisam ser considerados com muito cuidado antes de qualquer julgamento.

Nosso foco foi bem concreto: atender a uma demanda real dos alunos surdos da escola. Criamos um material didático acessível para o ensino de Ciências, com ênfase em Astronomia, pensado desde o início para respeitar os aspectos visuais e linguísticos da comunidade surda — com vídeos em Libras e ilustrações claras. Depois de pronto, entregamos à escola para que fosse usado em sala de aula. Reforçamos: nunca quisemos avaliar ou interferir no trabalho que os professores já realizavam.

Ao contrário, buscamos apenas oferecer um recurso que pudesse somar aos esforços diários da equipe. É exatamente aqui que o pensamento de Freire ganha força. O material tátil e os vídeos em Libras rompem com a “educação bancária”, em que o aluno é apenas um recipiente de conteúdo. Em seu lugar, surge uma educação problematizadora, onde o conhecimento nasce do diálogo entre educando, educador e mundo (Freire, 1987, p. 68).

Ao manipular o modelo da Lua e assistir aos vídeos, os alunos surdos não recebem informação pronta: eles constroem significado a partir da própria experiência sensorial e linguística, despertando a curiosidade e a “leitura de mundo”. Por tudo isso, este trabalho tem um caráter propositivo. Ele nos convida a refletir sobre a urgência de políticas públicas que garantam formação continuada de qualidade, valorização dos professores e investimentos reais em infraestrutura escolar.

Fortalecer a educação inclusiva exige ações integradas, com visão ampla e coletiva. Significa reconhecer o professor como mediador essencial da aprendizagem e oferecer a ele condições dignas de trabalho. No final das contas, só com a união entre governo, escolas, universidades e comunidades vamos conseguir construir uma educação pública, gratuita, inclusiva e transformadora. Valorizar a diversidade e garantir que todos os estudantes aprendam — com ou sem deficiência — não pode ser apenas uma obrigação legal, tem que ser, acima de tudo, um compromisso ético e humano com o futuro. Como bem disse Freire, “a educação é um ato de amor, de coragem, de prática da liberdade” (Freire, 2019, p. 97). O material que entregamos e a visita à universidade são passos pequenos, mas reais, nessa direção: atos de amor que abrem portas para a conscientização e a transformação.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A análise da aplicação do modelo didático tátil revela que a inclusão efetiva de alunos surdos nas Ciências Naturais depende diretamente da superação de barreiras pedagógicas e metodológicas historicamente consolidadas no sistema educacional.

Ao deslocar o ensino da Astronomia do campo puramente abstrato e visualmente distante — característico das abordagens tradicionais — para uma experiência sensorial, tátil e visual mediada pela Libras (Língua Brasileira de Sinais), o projeto PACE/UFAM demonstrou que é possível promover não apenas o engajamento, mas também a autonomia e a construção ativa do conhecimento por parte de estudantes da Educação de Jovens e Adultos (EJA). A utilização criativa de materiais reciclados e de baixo custo revelou-se um “inédito viável”, capaz de



enfrentar a precarização crônica do ensino público na região amazônica, onde recursos escassos e desigualdades estruturais frequentemente limitam as práticas inclusivas.

Essa estratégia não apenas contornou obstáculos materiais, mas transformou a sala de aula em um espaço vivo de circularidade de saberes, no qual o conhecimento científico dialoga com as experiências cotidianas, a cultura local e a identidade surda dos educandos, rompendo com a hierarquia tradicional entre saber acadêmico e saberes populares. que a educação libertadora, tal como proposta por Paulo Freire, ganha concretude e potência transformadora quando os recursos pedagógicos são intencionalmente desenhados para respeitar a identidade linguística, cultural e sensorial do sujeito aprendente.

Nesse contexto, o conhecimento científico deixa de ser um corpus abstrato imposto de fora para dentro e torna-se, de fato, um instrumento genuíno de emancipação social. Ao valorizar a Libras como mediadora principal e ao priorizar experiências táteis que tornam o cosmos “tocável” e compreensível, o projeto não só democratiza o acesso à Astronomia, mas também contribui para a desconstrução de práticas excludentes que historicamente marginalizaram os surdos no campo científico.

Mais do que uma proposta metodológica isolada, o modelo testado no PACE/UFAM aponta caminhos para uma educação inclusiva que seja, ao mesmo tempo, contextualizada à realidade amazônica e universal em seus princípios de respeito à diversidade humana. Ele reforça que a inclusão não se resume à mera presença do aluno surdo na sala de aula, mas exige a transformação radical dos processos de ensino-aprendizagem, de modo a garantir que todos os sujeitos possam exercer plenamente sua cidadania epistêmica — o direito de conhecer, questionar e produzir ciência a partir de suas próprias perspectivas e linguagens.

Assim, ao articular acessibilidade linguística, criatividade material e compromisso ético-político, iniciativas como essa não apenas iluminam o céu para os alunos surdos da EJA, mas também sinalizam uma direção possível e necessária para toda a educação pública brasileira: a de que o conhecimento científico, quando mediado por práticas dialógicas e libertadoras, pode se constituir em ferramenta poderosa de superação das opressões e de construção de uma sociedade mais justa e humana.

REFERÊNCIAS

- ATAIDE, C. R. et al. Demandas e formação de professores de ciências e matemática para o desenvolvimento de práticas inclusivas. In: FINELLI, L. A. C.; PEREIRA, W. F. (org.). **Formação e prática docente**. Belo Horizonte: Poisson, 2020. v. 46, p. 39-45.
- BERNARDINO, E. L.; SOUZA, R. F. de. A educação de surdos e a Língua Brasileira de Sinais. In: **GUIA de orientação pedagógica**: coordenação de ensino de educação especial. Belo Horizonte: SEE/MG, 2011.
- BINI, A. de F.; PABIS, N. A. O ensino de astronomia para alunos surdos. **Revista Visualidades**, 2008.



BRASIL. **Política Nacional de Educação Especial na perspectiva da Educação Inclusiva**. Brasília: MEC/SEESP, 2008

BRASIL. Lei nº 13.146, de 6 de julho de 2015. Institui a Lei Brasileira de Inclusão da Pessoa com Deficiência (Estatuto da Pessoa com Deficiência). **Diário Oficial da União**. Brasília, DF: 07 jul. 2015. p. 02-02.

BRASIL. **Base Nacional Comum Curricular**. Brasília: MEC, 2017.

CAST. **Universal Design for Learning**. c2026. Disponível em: <https://www.cast.org/what-we-do/universal-design-for-learning/>. Acesso em: 10 jun. 2026.

DIAS E DIAS, T. C. **Relatório final de ação de extensão universitária**. UFAM, 2024.

FREIRE, P. **Pedagogia do oprimido**. 17. ed. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1987.

FREIRE, P. **Educação como prática da liberdade**. 34. ed. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 2019.

GARDNER, H. **Estruturas da mente: a teoria das inteligências múltiplas**. Porto Alegre: Artes Médicas, 1983.

LIBÂNEO, J. C. **Didática**. São Paulo: Cortez, 1992.

QUADROS, R. M. de; PERLIN, G. **Estudos Surdos II**. Petrópolis: Arara Azul, 2007

ROSALIN, M. C. **Desenho Universal para a Aprendizagem: contribuições à prática pedagógica**. E-book. Paranaguá, 2022. 55 p.

Como citar este artigo (ABNT):

SILVA, J.; DIAS, T. Produção de materiais didáticos acessíveis para alunos surdos na EJA: contribuições de um projeto de extensão para o desenvolvimento do conteúdo de Astronomia. **Informativo do Observatório Didático de Astronomia (IODA)**, v. 6, n.1, p. 133-142, jun 2026.



