

## **A PRESENÇA DA MATEMÁTICA EM PESQUISAS SOBRE ESTRUTURA E EVOLUÇÃO ESTELAR: UM LEVANTAMENTO BIBLIOGRÁFICO (2018 – 2023)**

## **THE PRESENCE OF MATHEMATICS IN RESEARCH ON STELLAR STRUCTURE AND EVOLUTION: A BIBLIOGRAPHIC SURVEY (2018 – 2023)**

**Letícia Guimarães Silva<sup>1</sup>, Fernanda Cátia Bozelli<sup>2</sup>**

<sup>1</sup> Universidade Estadual Paulista - UNESP/Programa de Pós-graduação em Educação para a Ciência/Faculdade de Ciência, leticia.guimaraes-silva@unesp.br

<sup>2</sup> Universidade Estadual Paulista - UNESP/Departamento de Física e Química/Faculdade de Engenharia, Fernanda.bozelli@unesp.br

**Resumo:** *A compreensão dos processos de Estrutura e Evolução Estelar é fundamental para o Ensino de Astronomia, pois aborda questões centrais sobre a origem e o funcionamento do universo. Apesar da sua importância reconhecida nos documentos curriculares como a BNCC, esses temas ainda são pouco explorados na literatura nacional. Especialmente sob uma perspectiva matemática. O presente trabalho realiza um levantamento bibliográfico em quatro periódicos da área, com foco na identificação de métodos matemáticos aplicados aos conceitos de Estrutura e Evolução Estelar. Dos 1420 artigos publicados entre 2018 e 2023, apenas 19 foram selecionados por abordarem diretamente essa temática. A Análise de Conteúdo dos artigos evidenciou que os eixos estruturantes mais presentes são a Modelagem Matemática, Grandezas e Medidas, e Álgebra e Funções. Por outro lado, a ausência de conteúdos como Números e a limitação do uso de Cálculo Diferencial e Integral mostram uma preferência por abordagens qualitativas. Os dados indicam uma lacuna preocupante na produção de materiais que articulam Matemática e Astronomia, o que dificulta o acesso a recursos pedagógicos integradores para professores e estudantes. O estudo aponta caminhos para fortalecer a interdisciplinaridade e sugere a ampliação de práticas e pesquisas nessa interface.*

**Palavras-chave:** Ensino de Astronomia; Estrutura e Evolução Estelar; Levantamento bibliográfico; Matemática.

**Abstract:** *Understanding the processes of Stellar Structure and Evolution is essential for Astronomy Education, as it addresses central questions about the origin and functioning of the universe. Despite their recognized importance in curricular documents such as the BNCC (Brazil's National Common Curricular Base), these topics are still underexplored in the national literature—especially from a mathematical perspective. This study presents a bibliographic survey of four academic journals in the field, focusing on the identification of mathematical methods applied to the concepts of Stellar Structure and Evolution. Of the 1,420 articles published between 2018 and 2023, only 19 were selected for directly addressing this topic. Content analysis of the selected articles revealed that the most prominent mathematical strands were Mathematical Modeling, Quantities and Measurements, and Algebra and Functions. On the other hand, the absence of content related to Numbers and the limited use of Differential and Integral Calculus reflect a preference for qualitative approaches. The data highlight a concerning gap in the production of materials that integrate Mathematics and Astronomy, which hinders access to pedagogical resources for both teachers and students.*

*This study points to possible pathways for strengthening interdisciplinarity and suggests expanding practices and research within this interface.*

**Keywords:** Astronomy Education; Stellar Structure and Evolution; Bibliographic Survey; Mathematics.

## ESTRUTURA E EVOLUÇÃO ESTELAR: CONTEXTO E ABORDAGEM

Compreender como as Estrelas nascem, evoluem e morrem é de suma importância, uma vez que estes astros são os principais motores do universo. Elas produzem luz, calor e, por meio da fusão nuclear, criam elementos químicos – como carbono, oxigênio e ferro – essenciais para a formação de planetas e da vida. Por intermédio destes estudos, é possível entender a origem e a composição do próprio Sistema Solar e da Terra. Melhor dizendo, estudar Estrelas é estudar nossa origem e o funcionamento do cosmos.

A Base Nacional Comum Curricular (BNCC) propõe, dentro da unidade temática *Terra e Universo*, a habilidade (EF09CI17) para os estudantes do 9º ano do Ensino Fundamental (EF), que orienta a análise do ciclo evolutivo do Sol — incluindo seu nascimento, vida e morte — com base no conhecimento das etapas da evolução de Estrelas de diferentes dimensões e os efeitos desse processo no nosso planeta. Essa diretriz busca promover a compreensão dos fenômenos astronômicos de forma contextualizada, relacionando a ciência à vida cotidiana e ao entendimento do funcionamento do universo (Brasil, 2018).

Não obstante, para o Ensino Médio (EM), por meio da unidade temática *Vida, Terra e Cosmos*, o mesmo documento sugere:

(EM13CNT209) Analisar a evolução estelar associando-a aos modelos de origem e distribuição dos elementos químicos no Universo, compreendendo suas relações com as condições necessárias ao surgimento de sistemas solares e planetários, suas estruturas e composições e as possibilidades de existência de vida, utilizando representações e simulações, com ou sem o uso de dispositivos e aplicativos digitais (como softwares de simulação e de realidade virtual, entre outros). (Brasil, 2018, p.327)

A Evolução Estelar, por vezes, utiliza da linguagem matemática para expressar seus conceitos, seja por meio de equações, modelos ou representações gráficas. A BNCC recomenda a interdisciplinaridade como princípio formativo, incentivando a articulação entre os componentes curriculares, especialmente entre as áreas de Ciências da Natureza e Matemática.

Somando-se a isso, Dias e Santa Rita (2008), consideram o elevado caráter interdisciplinar dos conteúdos astronômicos com as diversas áreas do conhecimento, como Física, Matemática, Química, História entre outros. A Astronomia apresenta-se como um campo propício para promover uma visão menos fragmentada da Ciência, podendo atuar como integradora de saberes, favorecendo a construção de aprendizagens significativas e contextualizadas.

Nesse sentido, para investigar a relação da Matemática com os conteúdos de Estrutura e Evolução Estelar, realizou-se uma análise de artigos que englobam essa temática, com o objetivo de identificar os métodos matemáticos utilizados e sua correspondência com os conteúdos propostos para os EF e EM. A proposta busca refletir sobre o uso da Matemática na construção do conhecimento astronômico. Os periódicos analisados e o recorte temporal serão detalhados no próximo tópico.

### **Aspectos metodológicos**

A presente pesquisa, de cunho bibliográfico, nas palavras de Marconi e Lakatos (2014), pode se desenvolver por meio da análise em jornais, livros, periódicos, entre outros. Posto isto, a inferência realizada manteve contato direto com o objeto escrito sobre determinada temática, ou seja, Estrutura e Evolução Estelar.

Nesse sentido, buscou-se analisar quais eixos matemáticos estão presentes nos artigos que contemplam os conteúdos de Estrutura e Evolução Estelar, presentes nos periódicos *Revista Brasileira de Ensino de Física* (RBEF); *Revista Latino-Americana de Educação em Astronomia* (RELEA); *Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências* (RBPEC) e *A Física na Escola* (FnE), entre o período de 2018 e 2023.

A natureza da metodologia a ser utilizada é qualitativa (Bogdan; Biklen, 1994), contemplando uma investigação que evidencia a descrição, a indução, a teoria fundamentada e o estudo das percepções pessoais.

Em se tratando dos dados angariados, estes serão analisados com base na Análise de Conteúdo (AC) de Bardin (2011). A AC é composta pelas etapas: Pré-análise; Exploração do material e Tratamento dos resultados; Inferência e Interpretação.

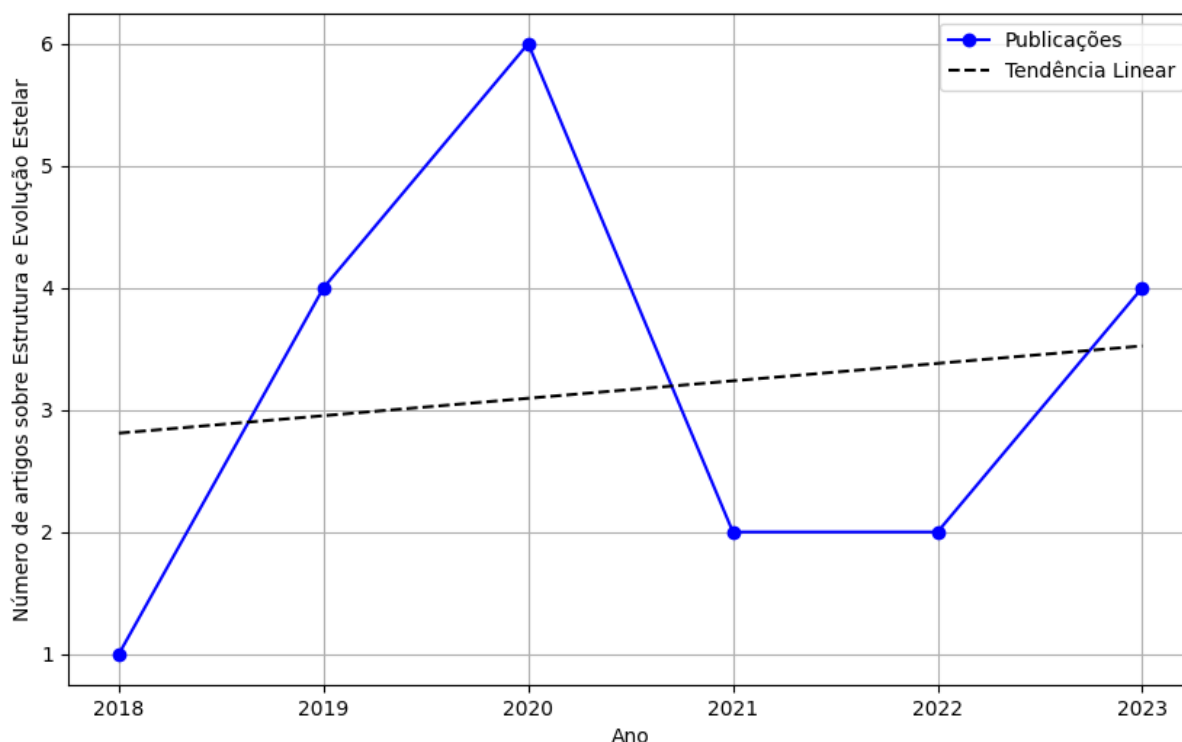
Na primeira etapa, foi realizada a seleção dos artigos publicados nos periódicos mencionados, a fim de selecionar àqueles que envolviam Estrutura e Evolução Estelar, foco desta pesquisa. A tabela 01, descreve o percentual de artigos selecionados para o *Corpus* da análise ao longo de 2018 e 2023.

**Tabela 01:** Percentual de artigos referentes a Estrutura e Evolução Estelar nos periódicos analisados

Periódico	Período	Artigos publicados	Artigos selecionados	Percentual
RBEF	2018 – 2023	896	14	1,562%
RELEA	2018 – 2023	66	3	4,545%
RBPEC	2018 – 2023	268	1	0,373%
FnE	2018 – 2023	190	1	0,526%
Total	-	1420	19	1,338%

Pode-se notar que entre os anos em que a análise foi realizada, somente 1,338% das publicações destinaram-se à Estrutura e Evolução Estelar. O percentual apresentado demonstra o baixo número de publicações acerca dos conceitos que envolvem Estrelas, o que evidencia a defasagem de publicações sobre esta temática. Faz-se necessário um olhar atento a essa carência, uma vez que Horvath (2021), evidencia que os assuntos que envolvem Estrelas aguçam a curiosidade dos discentes, além de possuir caráter interessante do ponto de vista educacional, uma vez que se inicia pela abordagem empírica, através da observação dos astros no céu.

A contagem dos artigos selecionados ao longo dos anos revela uma variação considerável no número de trabalhos voltados a temática de Estrelas. Entre 2018 e 2023, foram identificados um artigo em 2018, quatro em 2019, seis em 2020, dois em 2021, dois em 2022 e quatro em 2023. Embora haja um pico em 2020, os dados não mostram uma tendência clara de crescimento sustentado, sugerindo oscilações ao longo do período analisado. Esses dados, apresentam-se na Figura 01.



**Figura 01:** Número de publicações sobre Estrutura e Evolução Estelar entre 2018 e 2023

A inclusão de uma linha de tendência linear indica uma variação modesta, com tendência geral levemente positiva, mas sem evidências de consolidação ou expansão consistente da produção nesse tema, reforçando a percepção de uma lacuna persistente na literatura nacional voltada ao Ensino de Astronomia com enfoque em Estrutura e Evolução Estelar. O Quadro 01 traz a codificação dos 19 artigos selecionados para o *Corpus* da pesquisa.

**Quadro 01:** Síntese dos artigos constituintes da pesquisa

Codificação	Referência
A1	BANDECCHI, M.; HORVATH, J. E.; BRETONES, P. S. O equilíbrio estelar e a existência de uma massa máxima para as estrelas. <i>Revista Brasileira de Ensino de Física</i> , São Paulo, v. 41, n. 3, e20180250, jan. 2019.
A2	SOUZA, A. A. de; VALIO, A. Estudo da atividade estelar da Kepler-289 a partir da modelagem de trânsitos planetários. <i>Revista Brasileira de Ensino de Física</i> , São Paulo, v. 41, n. 4, e20180323, jul. 2019.
A3	BANDECCHI, M.; BRETONES, P. S.; HORVATH, J. E. O equilíbrio e a estrutura estelar em uma abordagem simples: a Sequência Principal. <i>Revista Brasileira de Ensino de Física</i> , São Paulo, v. 41, n. 4, p. e20190031–e20190031-6, jun. 2019.
A4	GONÇALVES, V. P.; LAZZARI, L. S. Uma introdução às estrelas estranhas. <i>Revista Brasileira de Ensino de Física</i> , São Paulo, v. 42, e0032, 17 jun. 2020.
A5	ACEÑA, A. Uma estrela bem simples. <i>Revista Brasileira de Ensino de Física</i> , São Paulo, v. 42, e0332, 11 nov. 2020.
A6	PAULUCCI, L.; FORNAZARI, J. F.; NEVES, K. B.; HORVATH, J. E. Levantamento de recursos e uma avaliação atual do ensino de

	astrofísica estelar. <i>Revista Brasileira de Ensino de Física</i> , São Paulo, v. 44, e0226, 2022.
A7	HORVATH, J. E. Como se formaram as galáxias? <i>Revista Brasileira de Ensino de Física</i> , São Paulo, v. 45, e0237, 11 dez. 2023.
A8	SOBRINHO, J. B.; LEÃO, J. R. S. O céu noturno é realmente escuro? <i>Revista Brasileira de Ensino de Física</i> , São Paulo, v. 45, e0144, 17 jul. 2023.
A9	MACHADO, D. I. Estrelas variáveis no contexto educacional: uma proposta envolvendo a observação de cefeidas clássicas no Ensino Médio. <i>Revista Latino-Americana de Educação em Astronomia</i> , São Carlos, n. 28, p. 7–25, jan. 2020.
A10	CESTARI, T. N.; SANTOS, M. G. D.; AMARAL, R. A. Uma proposta de ensino de fundamentos de Astronomia e Astrofísica via ensino sob medida. <i>Revista Latino-Americana de Educação em Astronomia</i> , São Carlos, n. 29, p. 7–25, jan. 2020.
A11	CATELLI, F.; GIOVANNINI, O.; HOFFMANN, P. Um problema didático: como determinar ângulos de paralaxe trigonométrica. <i>Revista Brasileira de Ensino de Física</i> , São Paulo, v. 40, n. 1, e1306, 2019.
A12	HORVATH, J. E. Subsídios para uma discussão da formação das estrelas na sala de aula. <i>Revista Brasileira de Ensino de Física</i> , São Paulo, v. 43, e0237, 2021.
A13	ALVES-BRITO, A.; CORTESI, A. Complexidade em Astronomia e Astrofísica. <i>Revista Brasileira de Ensino de Física</i> , São Paulo, v. 43, supl. 1, e20200418, 2021.
A14	XIMENES, S. J. C.; AGUIAR, C. E. Matéria escura no ensino médio. <i>Revista Brasileira de Ensino de Física</i> , São Paulo, v. 45, e0334, 2023.
A15	SILVA, T. P. D.; BISCH, S. M. Nossa posição no Universo: uma proposta de sequência didática para o ensino médio. <i>Revista Latino-Americana de Educação em Astronomia</i> , São Carlos, n. 29, p. 27–49, jan. 2020.
A16	ALMEIDA, C. R. A pré-história dos buracos negros. <i>Revista Brasileira de Ensino de Física</i> , São Paulo, v. 42, p. 2, ago. 2020.
A17	SILVA-OLIVEIRA, W.; SALES, D. A.; LAZO, M. J. Astronomia como ferramenta lúdica para o ensino de física: teoria cinética dos gases através de aglomerados de estrelas. <i>Revista Brasileira de Ensino de Física</i> , São Paulo, v. 42, e20190054, 2020.
A18	PIRES, L. O. N.; PEDUZZI, L. O. Q. Pulsating Stars: o contexto histórico de pós-detecção dos pulsares no campo da física e da astronomia. <i>Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências</i> , v. 22, e37498, 2022.
A19	SITKO, C. M.; BATISTA, M. C.; SANTOS, O. D. Constelações 3D: proposta didática na formação continuada de professores. <i>A Física na Escola</i> , [S.l.], v. 21, n. 1, p. 230042–1, 2023.

O Quadro 01 é fruto da etapa de exploração do material. Nele, constam os artigos codificados, a fim de transformar os dados brutos em algo maleável e passível de análise. Neste momento, o intuito é observar o que há de conteúdo matemático nesses artigos, para quais séries os conteúdos são recomendados e se existe matematização comum entre os escritos. Esta análise será apresentada a seguir.

### **Análise e resultados**

Durante a AC realizada nos artigos que constituem o *corpus* da pesquisa, foi possível identificar quais métodos matemáticos se relacionam com os conceitos de Estrutura e Evolução Estelar. Outrossim, para a classificação do nível escolar de acordo com os conteúdos matemáticos, utilizou-se a configuração das Diretrizes Curriculares Nacionais (DCNs) e das Unidades Temáticas da BNCC<sup>1</sup>.

Em se tratando do nível escolar adequado aos conteúdos matemáticos, estes poderão se classificar como: EF, EM e Ensino Superior (ES), ademais, vale ressaltar que um mesmo artigo pode abordar vários eixos estruturantes, bem como, transitar por mais de um nível escolar. A Tabela 02 apresenta uma síntese desta análise.

**Tabela 02:** Distribuição dos Eixos Matemáticos por nível Escolar nos Artigos Analisados

<b>Eixo Estruturante</b>	<b>EF</b>	<b>EM</b>	<b>ES</b>	<b>Total</b>
Números	-	-	-	0
Álgebra e Funções	A17	A4, A5, A7, A9, A10, A12, A14, A16, A17, A18	A2, A3, A4, A5, A6, A8, A12, A13, A16, A17, A18	11
Geometria e Medidas	A11, A19.	A11, A15, A19	-	3
Probabilidade e Estatística	-	A9	A1, A2, A6, A13	4
Grandezas e Medidas	A11, A17, A19	A5, A7, A10, A11, A12, A14, A15, A17, A18, A19	A5, A8, A12, A17, A18	10
Cálculo Diferencial e Integral	-	-	A1, A3	2
Modelagem Matemática	A17, A19	A4, A5, A7, A9, A10, A12, A14, A15, A16, A17, A18, A19	A1, A2, A3, A4, A5, A6, A8, A12, A13, A16, A17, A18	12

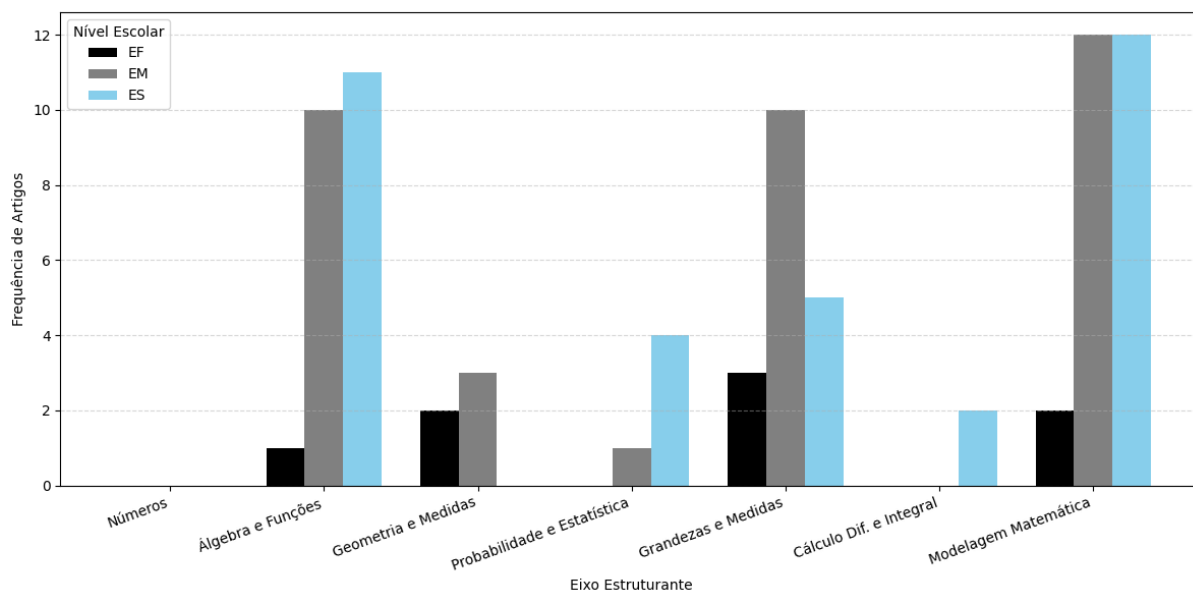
Por meio da Tabela 02, pode-se notar que os conteúdos de Modelagem Matemática aparecem como o eixo mais recorrente, ao passo em que engloba 12 dos 19 artigos analisados. Isso indica que a resolução de problemas reais, interpretação de fenômenos físicos e representações matemáticas são práticas comuns em trabalhos que envolvem Estrutura e Evolução Estelar – e podem ser explorados, principalmente, no EM e ES.

Sequentemente, o eixo estruturante de Grandezas e Medidas aparece com grande abrangência, distribuído em todos os níveis escolares. Em outras palavras, trabalhar com unidades físicas, escalas astronômicas e conversões de medida é um conteúdo transversal, com excelente potencial de articulação interdisciplinar – Física, Matemática e Astronomia. A presença do eixo temático de Álgebra e Funções também esteve presente em 11 artigos analisados, com ênfase no EM e ES.

Em contrapartida, alguns eixos matemáticos apresentaram baixa recorrência nos artigos analisados, como é o caso de Números, ausente em todos os níveis escolares, e de Cálculo Diferencial e Integral, restrito apenas ao ES. Essa ausência

<sup>1</sup> Para a organização dos conteúdos matemáticos por séries e unidades temáticas, foram seguidas as diretrizes da Base Nacional Comum Curricular, e Diretrizes Curriculares Nacionais, disponíveis em: <https://basenacionalcomum.mec.gov.br> e <https://portal.mec.gov.br>

sugere que os artigos priorizam conteúdos com maior aplicabilidade em contextos de modelagem e análise qualitativa, enquanto eixos como operações numéricas básicas ou técnicas avançadas de cálculo aparecem de forma limitada, possivelmente por exigirem conhecimentos prévios específicos. A Figura 02 apresenta estas relações visualmente.



**Figura 02:** Distribuição Visual dos Eixos Estruturantes da Matemática por Nível Escolar nos Artigos Analisados

Mesmo diante da reconhecida relevância tanto da Astrofísica quanto da Matemática no entendimento de fenômenos fundamentais do universo, o número reduzido de publicações sobre Estrutura e Evolução Estelar é preocupante. Essa escassez não apenas evidencia uma lacuna na produção científica nacional, como também limita o acesso a materiais de referência para pesquisadores da área e para professores que buscam fundamentar suas aulas em conteúdos atualizados e aprofundados.

Bandecchi, Horvath e Bretones (2019), por meio de trabalhos anteriores declararam a necessidade de mais pesquisas que se destinam à evolução das Estrelas, uma vez que existe extrema defasagem destes conteúdos em materiais voltados ao Ensino de Astronomia.

Essa carência compromete não apenas a formação científica inicial dos estudantes, mas o fortalecimento de práticas pedagógicas interdisciplinares, especialmente àquelas que articulam conceitos matemáticos e astronômicos de forma contextualizada. A ausência de produções voltadas à Estrutura e Evolução Estelar sob uma abordagem didática reforça o desafio enfrentado por docentes que desejam explorar esses temas em sala de aula, conforme previsto pela BNCC.

### Conclusão

A análise realizada evidenciou uma baixa representatividade da temática de Estrutura e Evolução Estelar nos periódicos voltados à educação em Ciências e Astronomia. Ainda que esses conteúdos estejam previstos nos documentos curriculares, como a BNCC, a escassez de publicações sinaliza uma lacuna importante tanto na pesquisa quanto na produção de materiais didáticos. A



Matemática aparece como um componente essencial para o entendimento dos fenômenos estelares, principalmente por meio dos eixos como Modelagem Matemática, Grandezas e Medidas e Álgebra e Funções.

No entanto, a fragmentação dos saberes e a falta de materiais integradores limitam as possibilidades de exploração pedagógica desse conteúdo. Diante disso, faz-se necessário incentivar pesquisas que articulam Matemática e Astronomia, com foco no desenvolvimento de propostas didáticas inovadoras e interdisciplinares. O fortalecimento dessa interface poderá contribuir efetivamente para o ensino contextualizado e significativo, oferecendo aos docentes recursos mais robustos para abordar temas de grande potencial formativo e científico.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BANDECCHI, M.; HORVATH, J. E.; BRETONES, P. S. O equilíbrio estelar e a existência de uma massa máxima para as estrelas. *Revista Brasileira de Ensino de Física*, v. 41, n. 3, p. e20180250, 2019.

BARDIN, Laurence. *Análise de conteúdo*. Lisboa: Edições 70, 2011.

BOGDAN, R.; BIKLEN, S. *Investigação qualitativa em educação*. Porto: Porto Editora, 1994.

BRASIL. *Base Nacional Comum Curricular*. Brasília, DF: Ministério da Educação, 2018. Disponível em: <https://www.gov.br/mec/pt-br/assuntos/noticias/bncc-base-nacional-comum-curricular>. Acesso em: 15 jun. 2025.

DIAS, C. A. C. M.; SANTA RITA, J. R. Inserção da astronomia como disciplina curricular do ensino médio. *Revista Latino-Americana de Educação em Astronomia*, n.6, p. 55–65, 2008.

HORVATH, J. E. Subsídios para uma discussão da formação das estrelas na sala de aula. *Revista Brasileira de Ensino de Física*, v. 43, p. e20210237, 2021.