

INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE MINAS  
GERAIS – *CAMPUS* BAMBUÍ  
LICENCIATURA EM FÍSICA

Anderson da Silva de Sousa

**ESTUDO SOBRE ASTROFÍSICA ESTELAR NO ENSINO MÉDIO**

BambuÍ

2026

ÁNDERSON DA SILVA DE SOUSA

**ESTUDO SOBRE ASTROFÍSICA ESTELAR NO ENSINO MÉDIO**

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao  
Curso de Licenciatura em Física do Instituto  
Federal de Minas Gerais – *Campus* Bambuí  
para obtenção do grau de licenciado em Física.

Orientador: José Hilton Pereira da Silva  
Coorientador: Mayler Martins

Bambuí

2026

---

**Catálogo na Fonte Biblioteca IFMG - *Campus Bambuí***

---

- S725e Sousa, Anderson da Silva de.  
Estudo sobre astrofísica estelar no Ensino Médio [manuscrito] /  
Anderson da Silva de Sousa – 2026.  
40 f. : il. ; color.
- Orientador: José Hilton Pereira da Silva.  
Coorientador: Mayler Martins.  
Trabalho de Conclusão de Curso (Licenciatura em Física) – Instituto  
Federal de Minas Gerais. *Campus Bambuí*.
1. Estudo de astrofísica estelar. 2. Ensino Médio. 3. Proposta  
pedagógica. 4. Observatório astronômico. I. Silva, José Hilton Pereira  
da. II. Martins, Mayler. III. Instituto Federal de Minas Gerais – *Campus*  
Bambuí. IV. Título.

CDD 523.8

---

**Catálogo: João Batista Rodrigues - CRB-6/2022**



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO  
SECRETARIA DE EDUCAÇÃO PROFISSIONAL E TECNOLÓGICA  
INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE MINAS GERAIS  
Campus Bambuí  
Diretoria de Ensino  
Departamento de Ciências e Linguagens  
Faz. Varginha - Rodovia Bambuí/Medeiros - Km 05 - Caixa Postal 05 - CEP 38900-000 - Bambuí - MG  
37 3431 4900 - www.ifmg.edu.br

Ânderson da Silva de Sousa

### ESTUDO SOBRE ASTROFÍSICA ESTELAR NO ENSINO MÉDIO

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao curso de Licenciatura em Física do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Minas Gerais – *Campus* Bambuí para obtenção do grau de licenciado em Física.

Aprovado em 05/02/2026 pela banca examinadora:

Prof. Dr. José Hilton Pereira da Silva (Orientador)

IFMG - *Campus* Bambuí

Prof. Dr. Fabrício Vieira Andrade

IFMG - *Campus* Bambuí

Prof. Me. Gustavo Henrique Pereira Luz

IFMG - *Campus* Bambuí

Bambuí-MG, 05 de fevereiro de 2026.



Documento assinado eletronicamente por **Jose Hilton Pereira da Silva, Professor**, em 06/02/2026, às 11:20, conforme Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020.



Documento assinado eletronicamente por **Fabricio Vieira Andrade, Professor**, em 06/02/2026, às 11:21, conforme Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020.



Documento assinado eletronicamente por **Gustavo Henrique Pereira Luz, Professor**, em 06/02/2026, às 11:21, conforme Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020.



A autenticidade do documento pode ser conferida no site <https://sei.ifmg.edu.br/consultadocs> informando o código verificador **2610772** e o código CRC **7319BC6C**.

Dedico este trabalho à minha mãe, ao meu irmão, Wesley, à minha tia Cláudia e a toda a minha família; em especial, à minha amada esposa, Lorena, e à minha filha, Luísa.

Também não poderia deixar de dedicar ao meu padrinho, pelo apoio constante.

“Ensinar não é transferir conhecimento, mas  
criar as possibilidades para a sua própria  
produção ou a sua construção.”

Paulo Freire

## RESUMO

O ensino de Astronomia, em especial, o que envolve conteúdos de Astrofísica, pode auxiliar no entendimento de conceitos complexos que fazem parte do nosso cotidiano. Nesse contexto, este trabalho buscou analisar estudos sobre o ensino de astrofísica estelar no ensino médio, com o intuito de observar elementos que pudessem ajudar na construção de uma proposta didática vinculada ao Observatório Astronômico. A partir de buscas no *Google Acadêmico*, foram selecionadas 13 obras, das quais três foram analisadas, possibilitando, assim, ter uma ideia de como tais conceitos têm sido abordados no ensino. Em um dos trabalhos, foi possível perceber, a partir de uma *live* durante a pandemia de Covid-19, algumas informações acerca do interesse das pessoas pela Astronomia e por conteúdos de Astrofísica. Em outro estudo, puderam ser identificadas quais estratégias os professores de Física utilizam para implementar conteúdos de Astrofísica em suas rotinas pedagógicas. Por último, foi analisada uma proposta a ser aplicada no ensino médio, com o intuito de desenvolver a observação, a construção de hipóteses, a experimentação e a matematização de comparação do Sol com outras estrelas vistas no céu. Os resultados mostraram que, embora exista um respaldo legal na legislação vigente, o ensino de conteúdos que envolvem Astronomia e Astrofísica ainda é restrito, sendo que as pessoas se interessam por temas como: buracos negros e aplicações computacionais. Ressalta-se que algumas das limitações para o ensino são a falta de materiais didáticos específicos e as condições de trabalho, agravadas pela insegurança dos professores. Por outro lado, foi observado que também é possível abordar conteúdos de Astronomia e Astrofísica em sala de forma simples, utilizando materiais acessíveis. Por fim, construiu-se uma proposta didática, com a utilização do Observatório Astronômico de Bambuí, para fazer uma análise espectrográfica das estrelas Vega e Betelgeuse, ancorada nos três momentos pedagógicos de Delizoicov.

**Palavras-chave:** Ensino de Astrofísica Estelar. Ensino médio. Proposta Pedagógica. Observatório Astronômico.

## ABSTRACT

The teaching of Astronomy, especially that involving Astrophysics content, can aid in understanding complex concepts that are part of our daily lives. In this context, this work sought to analyze studies on the teaching of stellar astrophysics in high school, with the aim of observing elements that could help in the construction of a didactic proposal linked to the Astronomical Observatory. From searches on Google Scholar, 13 works were selected, of which three were analyzed, allowing us to get an idea of how such concepts have been approached in teaching. In one of the works, it was possible to perceive, from a live broadcast during the Covid-19 pandemic, some information about people's interest in Astronomy and Astrophysics content. In another work, it was possible to identify which strategies Physics teachers implement Astrophysics content in their pedagogical routines. Finally, a proposal to be applied in high school was analyzed, with the aim of developing observation, hypothesis building, experimentation, and mathematization of comparison of the Sun with other stars seen in the sky. The results showed that, although there is legal support in current legislation, the teaching of content involving Astronomy and Astrophysics is still restricted; people are interested in many topics such as black holes and computational applications; and a limitation to teaching is the lack of specific teaching materials and working conditions, aggravated by teacher insecurity. On the other hand, it was observed that it is also possible to address Astronomy and Astrophysics content in the classroom in a simple way, using accessible materials. Finally, we constructed a didactic proposal, using the Bambuí Astronomical Observatory, to perform a spectrographic analysis of the stars Vega and Betelgeuse, anchored in Delizoicov's three pedagogical moments.

**Keywords:** Teaching Stellar Astrophysics. High School. Pedagogical Proposal. Astronomical Observatory.

## SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	10
2	JUSTIFICATIVA/FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA.....	11
3	DELINEAMENTO METODOLÓGICO.....	14
3.1	Metodologia de seleção dos trabalhos.....	14
4	ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS.....	17
4.1	Análise do Trabalho T02 .....	17
4.2	Análise do Trabalho T03 .....	20
4.3	Análise do Trabalho T12 .....	21
4.4	Considerações sobre Análise .....	25
5	CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	26
	REFERÊNCIAS.....	28
	APÊNDICE.....	31

## 1. INTRODUÇÃO

O estudo das estrelas é fundamental para a compreensão da estrutura e evolução do Universo. As estrelas, enquanto fontes de luz e energia, sempre foram astros que despertavam o fascínio dos pensadores ao longo do tempo. Hoje, além de serem objetos de estudo na Astrofísica, podem servir como elementos que ajudam na divulgação científica, justamente pelas suas peculiaridades.

Apesar da grande relevância da Astronomia e de sua aceitação no público em geral, alguns conceitos são de difícil compreensão, por serem muito abstratos, distantes do cotidiano das pessoas e até mesmo dos estudantes do ensino médio. Quando pensamos em um aspecto mais amplo, como no contexto da divulgação científica, esse problema se torna mais grave.

Observatórios astronômicos e alguns outros espaços de educação não formal desempenham um papel crucial na aproximação do público com este tipo de conhecimento científico, principalmente esclarecendo conceitos complexos.

Uma das formas de se trabalhar elementos da Astrofísica, seja no ambiente da educação formal ou no da educação não formal, é utilizando a estratégia da espectroscopia estelar, que é uma técnica de análise da luz vinda das estrelas. Essa técnica pode servir como elemento didático importante, pois, com ela, é possível determinar algumas características das estrelas, como a composição química e a temperatura, por exemplo.

No entanto, o conhecimento desta técnica e de sua fundamentação teórica fica, muitas vezes, restrito a ambientes acadêmicos. Como forma de introdução destas ações no âmbito do ensino de Astronomia, que, geralmente, é trabalhada dentro dos conteúdos de Física, delineamos a seguinte questão que norteou o presente trabalho: “De que maneira a astrofísica estelar tem sido aplicada no ensino médio e quais resultados são encontrados nos trabalhos acadêmicos?”.

Diante desse cenário, tivemos como objetivo geral analisar trabalhos na literatura com o intuito de verificar de que forma o ensino de astrofísica estelar é proposto ou realizado no ensino médio. Como objetivo específico, a partir das informações encontradas, elencou-se a construção de um aparato experimental, com uma sequência didática de duas aulas para o ensino médio, utilizando um telescópio, uma câmera e um *software*, disponíveis no Observatório Astronômico de Bambuí, de forma que pudesse permitir a inserção da astrofísica estelar.

Depois da busca e seleção, foram analisados três trabalhos acadêmicos que trabalham o ensino de astrofísica estelar.

## 2. JUSTIFICATIVA/FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

A motivação para este trabalho nasceu da necessidade de apresentar novas perspectivas para o ensino de Física na educação básica. Quando há possibilidade, devido ao pequeno espaço na matriz curricular, é comum que conteúdos de Física Moderna e Contemporânea sejam apresentados aos alunos de forma abstrata, estratégia que pode deixar o estudante distante da compreensão real dos fenômenos e desestimulado. Neste contexto, a Astronomia surge como um poderoso aliado, pois, pelo seu impacto visual e pelas perguntas fundamentais que levanta sobre o universo, ela possui a capacidade de tratar de assuntos, como a natureza da luz e a composição estelar, de uma forma muito diferente do ensino tradicional.

Neste contexto, a Base Nacional Comum Curricular (BNCC) (BRASIL, 2018), na Competência Específica 2 da área de Ciências da Natureza e suas Tecnologias (CNT), para o ensino médio, diz que é preciso “construir e utilizar interpretações sobre a dinâmica da Vida, da Terra e do Cosmos para elaborar argumentos, realizar previsões sobre o funcionamento e a evolução dos seres vivos e do Universo, e fundamentar decisões éticas e responsáveis” (BRASIL, 2018, p. 542). Ou seja, as pessoas precisam ter acesso às formas de interpretação que foram desenvolvidas pela Ciência para compreender como houve a evolução do Universo conhecido, que pode envolver a análise da evolução estelar, a origem e a distribuição dos elementos químicos no Cosmo, associando-as à formação de sistemas planetários e às condições para a vida, inclusive por meio de tecnologias e simulações. Uma das formas de se cumprir o que é determinado pela BNCC é por meio do ensino desses conteúdos no ensino médio formal.

Outra maneira de fazer com que as pessoas tenham acesso a conteúdos de Física Moderna e Contemporânea é por meio da divulgação científica. Com o rápido avanço tecnológico, o conhecimento científico torna-se uma necessidade na sociedade contemporânea, principalmente por causa da complexidade dos seus temas. Atualmente, a divulgação científica tem sido realizada principalmente em ambientes não formais, como observatórios, planetários, museus e centros de ciência, e, mais recentemente, pela internet, configurando-se como estratégias relevantes para aproximar o público dos saberes acadêmicos. O seu papel é fundamental na promoção da cultura científica e na formação de uma sociedade crítica. Os observatórios astronômicos destacam-se, nesse cenário, pela sua capacidade única de conectar o público com o universo (LANGHI; NARDI, 2009). Diferentemente das salas de aula

tradicionais, esses espaços permitem maior liberdade metodológica, valorizando a experiência direta, a observação do céu e o diálogo horizontal com o público.

Ao promoverem oficinas e exposições, esses observatórios funcionam como pontes entre o saber acadêmico e o senso comum. Eles podem ajudar na compreensão de conceitos abstratos, como a espectroscopia estelar, por exemplo, além de aproximarem a Ciência do cotidiano das pessoas.

Oliveira e Almeida (2019) apresentam, ancorados em alguns autores, as definições de educação formal, educação não formal e educação informal. De forma resumida, educação formal é aquela que ocorre em ambientes específicos e formalizados destinados à educação, como: escolas, universidades, centros de saber, entre outros. Já a educação não formal é sistematizada, com objetivos bem delineados, mas que ocorre sem os mesmos padrões da educação formal (normas, avaliações, seriação etc.), com uma abrangência maior, que envolve a comunidade, e não apenas um grupo de alunos de uma mesma escola. E a educação informal é aquela que acontece em ambientes totalmente informais, como um clube, uma igreja, na família, entre amigos, ou seja, sem um objetivo claro de aprendizagem ou finalidade educacional. Portanto, neste contexto, observatórios astronômicos podem servir tanto como ambientes de educação formal, por exemplo, quando estão disponíveis para o desenvolvimento de disciplinas, quanto como ambientes para a educação não formal, por meio de projetos abertos ao público.

Azevedo Filho (2025, p. 17) diz que

Apesar dos avanços científicos e tecnológicos, que permitiram o desenvolvimento de telescópios sofisticados, satélites e sondas espaciais para a exploração do universo, a observação e a contemplação do céu a olho nu têm sido cada vez menos incentivadas. Atualmente, são poucas as atividades voltadas para essa prática, especialmente à noite, o que reduz a conexão direta das pessoas com o cosmos. Esse afastamento contrasta com a importância histórica da astronomia observacional, que por séculos despertou curiosidade, inspirou descobertas e serviu como base para o desenvolvimento do conhecimento astronômico (AZEVEDO FILHO, 2025, p. 17).

Essa diminuição da observação, conforme descrita por Azevedo Filho (2025), acima, demonstra a importância de ações que envolvam a utilização de espaços formais e não formais, como o observatório astronômico, seja na observação ou no desenvolvimento de atividades científicas, como na determinação da temperatura e composição das estrelas, por exemplo.

Uma das formas de organização dessas atividades é por meio de uma sequência didática, que é um plano de unidade didática que pode ser interpretada como um conjunto de atividades ordenadas, as quais estão, ao mesmo tempo, articuladas e estruturadas, para que

certos objetivos educacionais possam ser realizados (ZABALA, 1998). De acordo com Mazeti (2017, p. 37),

[...] em uma sequência didática bem estruturada pode-se organizar temas de conteúdos mais simples e fundamentais antes de temas mais complexos para que haja realmente uma sucessão lógica dos conteúdos para facilitar o entendimento do aluno. Além disso, essa sequência estruturada pode fornecer um encadeamento de grandes temas correlatos evidenciando a ligação que existe entre as grandes áreas de uma disciplina ou até mesmo, numa perspectiva mais ampla, de disciplinas diferentes (MAZETI, 2017, p. 37).

Portanto, quando analisamos as propostas feitas pelos autores, tentamos identificar essas estruturas, esses encadeamentos lógicos e suas correlações.

### 3. DELINEAMENTO METODOLÓGICO

#### 3.1 Metodologia de seleção dos trabalhos

O levantamento bibliográfico foi realizado durante o mês de agosto de 2025, utilizando-se como principal base de buscas o Google Acadêmico<sup>1</sup>.

A pesquisa no Google Acadêmico foi realizada por meio dos seguintes descritores: “Astrofísica estelar para o ensino médio”, e os seguintes filtros: publicações desde 2021, por ordem de relevância, em páginas em Português e de qualquer tipo. Nesta busca, retornou-se um total de 336 resultados. Ainda assim, um dos trabalhos filtrados foi do ano de 2013, que foi incorporado à pesquisa devido à sua relevância para o tema.

De forma complementar, efetuou-se, no mesmo período, uma busca no Portal de Periódicos da CAPES<sup>2</sup>, utilizando-se os mesmos descritores mencionados anteriormente. Nesta base, foram encontrados apenas dois resultados. Vale ressaltar que, sem a aplicação de filtros, as obras retornadas datavam de 2013 a 2020.

A seleção dos trabalhos foi feita da seguinte forma: inicialmente, realizou-se a leitura dos títulos, a fim de separar trabalhos que tinham algo relacionado ao tema proposto. Após essa seleção, buscamos ler os resumos dos trabalhos, com o intuito de identificar pesquisas que trouxessem propostas reais de intervenção, relatos de experiência ou produtos educacionais para a educação básica, ou mesmo propostas para serem aplicadas neste nível de ensino.

Ao final desse processo de seleção, reuniram-se 13 trabalhos para análise, abrangendo artigos, teses, dissertações e trabalhos de conclusão de curso. A relação completa das obras selecionadas encontra-se detalhada no Quadro 1. Para facilitar a análise, empregou-se a letra “T” para representar o “Trabalho”, seguida do número ordinal, conforme pode ser observado na coluna 1. Na coluna 2, há o título dos trabalhos, seguido do ano de publicação (coluna 3), nomes dos autores (coluna 4) e dos links dos trabalhos (coluna 5).

Quadro 1 – Relação dos trabalhos selecionados para análise

Cód.	Título do Trabalho	Ano	Autores	Links dos Trabalhos
T01	Levantamento de recursos e uma avaliação atual do Ensino de Astrofísica Estelar	2024	Paulucci, L; Fornazari, J. F.; Brasil Neves, K.; Horvath, J. E.	<a href="https://www.scielo.br/j/rbef/a/dTTJhWkx9Rj5CDn5vgVYLcb/?lang=pt">https://www.scielo.br/j/rbef/a/dTTJhWkx9Rj5CDn5vgVYLcb/?lang=pt</a>

<sup>1</sup> <https://scholar.google.com/>

<sup>2</sup> Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior.

<b>Cód.</b>	<b>Título do Trabalho</b>	<b>Ano</b>	<b>Autores</b>	<b>Links dos Trabalhos</b>
T02	Astrofísica estelar: concepção de participantes de uma atividade de divulgação	2021	Rodrigues, Maria C. C.; Teixeira, Ricardo R. P.	<a href="https://seer.faccat.br/index.php/redin/article/view/2235/1433">https://seer.faccat.br/index.php/redin/article/view/2235/1433</a>
T03	A evolução estelar e seus aspectos físicos: uma abordagem para a educação básica	2023	Lima, Joseri P.	<a href="https://memoria.ifrn.edu.br/bitstream/handle/1044/2341/JOSERI%20PEDRO%20DE%20LIMA.pdf?sequence=1&amp;isAllowed=y">https://memoria.ifrn.edu.br/bitstream/handle/1044/2341/JOSERI%20PEDRO%20DE%20LIMA.pdf?sequence=1&amp;isAllowed=y</a>
T04	Perspectiva sobre o estudo das estrelas no ensino de física moderna	2023	Lima, Alessandro S.; Costa, Nagylla D. J.; Souza, Danielle L.	<a href="https://editorarealize.com.br/editora/ais/conedu/2023/TRABALHO_COMPLETO_EV185_MD1_ID15667_TB7393_31102023204808.pdf">https://editorarealize.com.br/editora/ais/conedu/2023/TRABALHO_COMPLETO_EV185_MD1_ID15667_TB7393_31102023204808.pdf</a>
T05	Star's rescuers: um jogo de tabuleiro colaborativo para o ensino da evolução estelar	2021	Guizzo, Marcos A.	<a href="https://riut.utfpr.edu.br/jspui/bitstream/1/28526/2/starsrescuersjogotabuleiro.pdf">https://riut.utfpr.edu.br/jspui/bitstream/1/28526/2/starsrescuersjogotabuleiro.pdf</a>
T06	O ensino de Astronomia no componente curricular de Física para alunos de nível médio: uma abordagem significativa	2024	Miranda, Felipe G. S.	<a href="https://repositorio.ifg.edu.br/bitstream/prefix/2099/1/TCC_Felipe_Miranda.pdf">https://repositorio.ifg.edu.br/bitstream/prefix/2099/1/TCC_Felipe_Miranda.pdf</a>
T07	Ensino de evolução estelar para o 9º ano a partir dos três momentos pedagógicos	2024	Oliveira, Maria A.	<a href="https://repositorio.utfpr.edu.br/jspui/bitstream/1/34008/1/evolucaoestelatresmomentos_produto.pdf">https://repositorio.utfpr.edu.br/jspui/bitstream/1/34008/1/evolucaoestelatresmomentos_produto.pdf</a>
T08	A astronomia e evolução estelar: uma proposta didática para o ensino de cor e temperatura de estrelas	2024	Barros, Gabriel M.	<a href="https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/14/14134/tde-11122024-194609/publico/GABRIEL_MOREIRA_BARROS.pdf">https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/14/14134/tde-11122024-194609/publico/GABRIEL_MOREIRA_BARROS.pdf</a>
T09	A astronomia observacional no ensino médio integral: uma proposta para o ensino	2025	Azevedo Filho, Janilson S.	<a href="https://repositorio.ufm.br/server/api/core/bitstreams/5ca75a56-747b-4bcb-8a05-33efe768adf5/content">https://repositorio.ufm.br/server/api/core/bitstreams/5ca75a56-747b-4bcb-8a05-33efe768adf5/content</a>
T10	Observação astronômica e astrofotografia como uma ferramenta lúdica para o ensino de óptica: uma proposta de sequência didática - UEPS	2023	Freitas, N. C.; Romeu, M. C.; Barroso, M. C. S.	<a href="https://www.researchgate.net/profile/Nairys-Costa-De-Freitas/publication/374322004_Observacao_Astronomica_e_Astrofotografia_como_uma_Ferramenta_Ludica_para_o_Ensino_de_Optica_uma_Proposta_de_Sequencia_Didatica_-_UEPS/links/694af4300c98040d4820b42d/Observacao-Astronomica-e-Astrofotografia-como-uma-Ferramenta-Ludica-para-o-Ensino-de-Optica-uma-Proposta-de-Sequencia-Didatica-UEPS.pdf?_tp=eyJjb250ZXh0Ijp7ImZpcnN0UGFnZSI6InB1YmtpY2F0aW9uIiwicGFnZSI6InB1YmtpY2F0aW9uIiwiaWF0Ijoi19">https://www.researchgate.net/profile/Nairys-Costa-De-Freitas/publication/374322004_Observacao_Astronomica_e_Astrofotografia_como_uma_Ferramenta_Ludica_para_o_Ensino_de_Optica_uma_Proposta_de_Sequencia_Didatica_-_UEPS/links/694af4300c98040d4820b42d/Observacao-Astronomica-e-Astrofotografia-como-uma-Ferramenta-Ludica-para-o-Ensino-de-Optica-uma-Proposta-de-Sequencia-Didatica-UEPS.pdf?_tp=eyJjb250ZXh0Ijp7ImZpcnN0UGFnZSI6InB1YmtpY2F0aW9uIiwicGFnZSI6InB1YmtpY2F0aW9uIiwiaWF0Ijoi19</a>
T11	Astronomia no ensino médio: uma abordagem simplificada a partir da relatividade geral	2020	Couto, Roberto V. L.	<a href="https://repositorio.unb.br/bitstream/10482/40040/1/2020_RobertoViniciosLessadoCouto.pdf">https://repositorio.unb.br/bitstream/10482/40040/1/2020_RobertoViniciosLessadoCouto.pdf</a>
T12	Uma proposta para o ensino da astronomia e	2013	Horvath, J. E.	<a href="https://www.scielo.br/j/rbef/a/cQ7WG Xc3QJvJYFLvRk6fTvd/?format=pdf&amp;lang=pt">https://www.scielo.br/j/rbef/a/cQ7WG Xc3QJvJYFLvRk6fTvd/?format=pdf&amp;lang=pt</a>

Cód.	Título do Trabalho	Ano	Autores	Links dos Trabalhos
	astrofísica estelares no ensino médio			
T13	A utilização do software <i>Maxima</i> no ensino por investigação da evolução estelar utilizando simulação gráfica da fusão nuclear	2019	Sabino, Ana C.; Campos, Alysson M.; Morais, Donizete T.; Kaled, João P.; Gozzi, Maria E.; Viscovini, Ronaldo.	<a href="https://www.scielo.br/j/rbef/a/hjSGx8TdVJXTmRnWqBDmxSt/?format=pdf&amp;lang=pt">https://www.scielo.br/j/rbef/a/hjSGx8TdVJXTmRnWqBDmxSt/?format=pdf&amp;lang=pt</a>

**Fonte:** Elaborado pelo autor (2025).

Devido a algumas limitações para análise, por questões de ordem pessoal, adotando-se como critério diferentes abordagens pedagógicas, foram selecionados e analisados apenas os seguintes trabalhos: T02, T03 e T12.

O trabalho T02 foi selecionado por explorar o ensino de astrofísica estelar com caráter de divulgação científica (na qual foi utilizada a plataforma *YouTube*), permitindo compreender o interesse dos participantes por temas relacionados à Astronomia e ao seu alcance. Já o trabalho T03 foi escolhido por trazer a perspectiva do professor, investigando as dificuldades, se e como trabalha a astrofísica estelar no ensino médio, bem como a sua formação para lidar com o tema. Por fim, o trabalho T12 foi selecionado por apresentar uma proposta para a astrofísica estelar em sala de aula, sem recorrer a tecnologias sofisticadas nem mesmo a fórmulas avançadas.

## 4. ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

Abaixo, estão as análises dos trabalhos: T02, T03 e T12.

### 4.1. Análise do Trabalho T02

**Título:** *Astrofísica estelar: concepção de participantes de uma atividade de divulgação científica*

**Autores:** Maria Carolina Carvalho Rodrigues; Ricardo Roberto Plaza Teixeira

**Publicação:** Revista Educacional Interdisciplinar

**Ano:** 2021

Na Introdução, os autores descreveram que o trabalho tinha como objetivo investigar o uso de tópicos de astrofísica estelar em atividade de divulgação científica e no ensino de Física. De forma mais específica, queriam investigar o conhecimento e o desenvolvimento que os participantes teriam sobre astrofísica estelar a partir de uma atividade de divulgação científica de modo remoto.

Na pesquisa bibliográfica, buscaram obras que tinham um caráter didático no contexto da divulgação científica que trabalhava a astrofísica, de forma mais específica, sobre nascimento e evolução estelar, fusão nuclear nas estrelas, ou seja, aplicação da Física nas estrelas.

Para cumprir os seus objetivos, o trabalho foi dividido em três etapas: revisão literária; análise de uma atividade de divulgação científica de modo remoto, aplicada remotamente; conclusão acerca da atividade de divulgação científica.

No que diz respeito aos procedimentos metodológicos, a pesquisa foi tanto quantitativa quanto qualitativa, levando em conta até mesmo o senso comum das pessoas ao interpretar o Universo. Os autores escreveram que o processo de investigação ocorreu em três áreas do conhecimento: astrofísica estelar, divulgação científica e educação científica. Relataram ainda que, para o processo de seleção, foram utilizados fichamentos, resenhas, sínteses e relatórios.

Os autores elaboraram uma atividade de educação científica sobre física estelar com caráter educacional, utilizando um formulário eletrônico construído no Google Formulários, com a finalidade de avaliar os impactos da atividade de educação científica. A realização da atividade ocorreu na plataforma *YouTube*, com o título: “Sextou com Astronomia”.

Contudo, antes da atividade no *YouTube*, no dia 11 de novembro de 2020, os autores transmitiram um vídeo de aproximadamente 14 minutos para um evento que acontecia anualmente, cujo nome era “Noite com as Estrelas”. Eles não disponibilizaram nenhum link

para poder acessar este vídeo; porém, nos relataram que o vídeo serviu como um “piloto” para testar os recursos, formatos e conteúdos, e que seria utilizado futuramente na atividade proposta de seu artigo. Além disso, o vídeo que elaboraram era voltado para astrofísica estelar, como ciclo da vida das estrelas.

Entendemos que foi importante este “vídeo-piloto”, pois os autores estariam preparados e seguros durante a aplicação da atividade de divulgação científica e não cometeriam possíveis erros ou dúvidas durante a aplicação. Seria interessante citar o “vídeo-piloto” na metodologia como sendo um teste de recursos.

A aplicação da atividade no *YouTube*, proposta pelos autores, aconteceu no dia 4 de dezembro de 2020 (durante a pandemia causada pelo vírus SARS-COV-2, popularmente conhecido como Covid-19), de forma remota. No artigo, não foi disponibilizado o link de acesso do vídeo/atividade. Entendemos que os autores deveriam colocar, pois, além de enriquecer o trabalho, poderia contribuir com o leitor que estivesse com interesse de assistir ao vídeo (Sextou com Astronomia).

Os autores gostariam que o público-alvo fosse principalmente de alunos da educação básica, das escolas do litoral norte de São Paulo, sobretudo, de escolas estaduais vinculadas ao PIBID do curso de Licenciatura em Física do IFSP-Caraguatatuba. Como estava sendo transmitido pela internet, foram alcançadas outras pessoas além dos alunos do ensino médio, inclusive de outras cidades. Segundo os autores, o evento “Sextou com Astronomia” teve duração de mais de duas horas, participando professores e estudantes do IFSP-Caraguatatuba, com várias palestras relacionadas à Astronomia.

Ainda, durante a atividade, houve uma abordagem sobre astrofísica estelar, com duração média de 25 minutos, abrangendo assuntos sobre o ciclo de vida estelar, características das estrelas e sobre as propriedades do sol. Assim como descreveram os autores, foi transmitido um vídeo de cinco minutos sobre o processo de evolução das estrelas, que vai desde a sua formação, morte ou término em buraco negro estelar. Este vídeo, intitulado “As estrelas nascem e morrem?” teve o seu *link* disponibilizado pelos autores. Eles também disponibilizaram, no *chat*, o questionário no formato de formulário (Google Formulários) para que os participantes presentes pudessem responder. Os autores não anexaram o questionário ao artigo, para ser avaliado, mas, na seção de resultados e análise, puderam ser vistas as questões levantadas. No total, o evento teve duração de 2h18min.

Apesar do contexto de isolamento causado pelo vírus da Covid-19, no qual muitas pessoas estavam em casa devido às medidas protetivas, se levarmos em consideração que o público-alvo principal eram alunos do ensino médio, é desafiador deixar o telespectador

engajado por mais de duas horas.

Em relação aos Resultados e Discussões, segundo os autores, a atividade teve tanto a intenção de promover a divulgação científica a respeito da astrofísica estelar quanto fazer um levantamento do perfil e do entendimento sobre Astronomia dos participantes que responderam ao questionário, que totalizaram 27 pessoas.

De forma geral, os participantes eram majoritariamente homens (52%), com cerca de 30% entre 13 e 17 anos, 40% entre 18 e 29 anos e 30% entre 30 e 59 anos. Apenas aproximadamente 30% dos participantes eram alunos do ensino médio, sendo que por volta de 2/3 dos participantes declararam ter muito grande ou grande interesse em Astronomia.

Das diversas perguntas realizadas, vale ressaltar três. Uma delas diz respeito à diferença entre Astronomia e Astrologia, sendo um erro muito comum confundi-las, ou, ainda, achar que Astrologia é uma Ciência, cabendo reforçar a necessidade de divulgação científica. A outra pergunta é sobre se, ao olhar para uma estrela, estariam olhando para o passado, presente ou futuro, em que cerca de 89% dos participantes afirmaram corretamente que olham para o passado. Esta pergunta se relaciona com a Física, pois a pessoa deve ter a noção de velocidade e de que a velocidade da luz não é infinita. A terceira questão está relacionada com a energia proveniente das estrelas, sendo que 69% dos presentes acertaram a questão.

Os autores ainda montaram um gráfico sobre quais assuntos os participantes tinham interesse, sendo que poderia ser marcada mais de uma opção. Ao todo, foram 17 temas disponíveis para serem assinalados. Neste mesmo gráfico apresentado no trabalho, foi possível observar que “Buracos Negros” e “Aplicações de computação”, em áreas da Astrofísica, foram os mais votados, com cerca 74% de indicação, enquanto “Buraco de minhocas” e “Possibilidade de vida em outra Galáxia” foram os menos votados, ambos com 4% das indicações.

Analisando todo o artigo, o qual tinha os objetivos de investigar o uso de tópicos de Astrofísica estelar na divulgação científica e no ensino de Física e compreender as concepções dos participantes, pode-se concluir que foram alcançados parcialmente, pois obteve-se êxito na realização da atividade remota. Porém, houve um desvio no público-alvo, sendo que a intenção era de alcançar os alunos da educação básica, mas a grande maioria dos participantes alcançados já estava no ensino superior. Outro ponto de destaque diz respeito aos guias de recurso, que ficaram prejudicados, pois grande parte dos links estava inacessível. No momento da criação do artigo analisado, os links poderiam estar funcionando corretamente, mas, atualmente, não. Apesar de tudo, o trabalho confirmou que a curiosidade sobre o Universo é real e deve ser aproveitada. Fica evidente que a divulgação científica é fundamental não só para ensinar, mas para combater a desinformação e as *fake news*, como a da Terra Plana,

reforçando a necessidade de levar o conhecimento correto para a sociedade.

## 4.2. Análise do Trabalho T03

**Título:** *A evolução estelar e seus aspectos físicos: uma abordagem para a educação básica*

**Autor:** Joseri Pedro de Lima

**Publicação:** Trabalho de Conclusão de Curso, Licenciatura em Física, Caicó-RN

**Ano:** 2023

O objetivo do trabalho foi criar um material didático voltado à Astronomia, especificamente um que relacionasse a Astronomia com as leis da Física.

Tanto na introdução quanto nos objetivos e no método de pesquisa, o autor foi claro e detalhista em sua abordagem.

Na introdução, o autor destacou que, para ensinar Astronomia ou trabalhar em sua divulgação, é importante manter a curiosidade, pois, historicamente, o ser humano sempre olhou para o céu e se questionou sobre a sua origem e quis saber para onde estava indo. Ele disse: “os átomos do qual somos feitos foram formados há muito tempo no interior das estrelas, conhecidas como supernovas, responsáveis pela construção ou formação da vida”. Um leitor atento poderia questionar: o que havia antes do Sol? Existiu alguma estrela antes dele? A formação do Sol e do sistema solar vem ou está relacionada a uma supernova?

Ainda na introdução, o autor fez uma defesa da importância de estudar tais conteúdos no ensino de Física. Contudo, destacou que a falta de matérias de temas relacionados à Astronomia durante a sua graduação foi o motivador para a escolha deste tema.

No referencial teórico, o autor apresentou o sentido de estudar as estrelas e destacou a sua complexidade. Também relacionou o estudo das estrelas com as áreas da Física, que foram a termodinâmica, energia nuclear e gravitação. No decorrer do texto, ele apresentou os conceitos de evolução estelar, desde o seu nascimento até a sua morte, que, de forma geral, podem permitir que o leitor compreenda o que está descrito.

O autor frisou sobre a importância da Astronomia no ensino médio, pois os temas relacionados a esta área no contexto brasileiro estão com déficit e, mesmo quando são abordados, por vezes, são trabalhados superficialmente ou de forma equivocada. O autor ainda disse que apenas alguns cursos voltados à formação de professores em Ciências possuem alguma disciplina relacionada à Astronomia.

Na seção “Apresentação e Análise dos Resultados”, o autor apresentou os resultados do questionário aplicado a 10 professores de 5 escolas distintas da região de Seridó-

RN, também pelo Google Formulários, com perguntas discursivas e objetivas, cuja finalidade era investigar o conhecimento dos professores em relação à Astronomia, com ênfase na evolução estelar, e analisar as dificuldades que eles têm para ensinar Astronomia, com foco na evolução estelar. Tanto os nomes dos professores quanto os das instituições não foram expostos, por questões de privacidade.

Analisando o questionário do autor, 80% dos professores (somando 50% de mestres com 30% de doutores) tinham pós-graduação *stricto sensu*, enquanto 20% tinham apenas a licenciatura. Dos dez professores, três não chegaram a estudar, em alguma etapa de sua formação (graduação, pós-graduação ou curso de extensão), temas relacionados à Astronomia com ênfase em evolução estelar. Em uma das questões, foi perguntado aos professores se utilizam ou utilizaram a Astronomia com ênfase em evolução estelar no ensino de Física; destes, 60% utilizam (somando 40% que utilizam ou utilizaram de vez em quando nas aulas de Física com os 20% que utilizam ou utilizaram em feira de ciências, em aulas específicas ou em outras circunstâncias), e 40% dos professores responderam que nunca utilizaram o assunto nas aulas de Física.

Dentre as perguntas respondidas pelos professores, a maioria (85,7% dos professores) respondeu que tanto utilizaria o material quanto abordaria o tema em suas aulas, caso houvesse um material adequado para se trabalhar em sala.

Analisando todo o trabalho, concluiu-se que a falta de abordagem do tema não se deve à falta de vontade dos professores, mas sim à carência de infraestrutura pedagógica. Portanto, a criação de um material específico e de qualidade poderia ser uma solução para ajudar a preencher a lacuna entre o que é exigido pelas diretrizes educacionais e o que é possível praticar em sala de aula, superando os obstáculos de tempo e recursos.

### **4.3. Análise do Trabalho T12**

**Título:** *Uma proposta para o ensino da Astronomia e Astrofísica estelares no ensino médio*

**Autor:** J. E. Horvath

**Publicação:** Revista Brasileira de Ensino de Física

**Ano:** 2023

O trabalho buscou apresentar uma proposta para a Astrofísica estelar no ensino médio, mas sem abordar conceitos avançados, como fusão nuclear, favorecendo o ensino conforme a sugestão dos Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN).

Na introdução, o autor ressaltou que, hoje, as Ciências Naturais deixaram de ser naturais devido ao fato de que a evolução da Ciência tem a necessidade de recorrer a tecnologias para explicação e interpretação, como na Astronomia. Ou seja, antes ela era interpretada apenas com o que se via, mas, com o passar dos anos, necessitou-se de recursos tecnológicos para compreender cada vez mais o funcionamento do Universo.

Outro ponto de destaque que o autor apresenta é que, com o avanço da tecnologia, a interpretação dos dados (como funciona isso ou aquilo) e a divulgação ficaram sob a responsabilidade dos cientistas. É neste contexto que entra o professor na educação básica, tornando-se dependente dos cientistas ou dos recursos tecnológicos para explicação dos fenômenos.

Na sua proposta didática, o autor sugeriu iniciar adotando a hipótese da semelhança entre as estrelas, na qual todas seriam exatamente iguais ao Sol, para se fazer um estudo sobre a sua magnitude (brilho). Considerando essa padronização, a diferença de magnitude que observaríamos estaria relacionada apenas com a distância; assim, estrelas mais distantes brilhariam menos.

Ainda tomando por base a hipótese da semelhança, seria possível calcular o fluxo (F) da luz emitida de uma estrela qualquer, uma vez que o fluxo (F) da luz decai com o inverso do quadrado da distância, sendo possível determinar a distância hipotética de uma estrela distante de nós, assim como podemos calcular a distância a partir do fluxo luminoso de uma lâmpada de intensidade e potência conhecida.

Na proposta, o autor tentou facilitar a compreensão do aluno por meio de abordagens conhecidas, tomando como medida a própria observação do céu a olho nu.

Além de mostrar como determinar a distância por meio do fluxo, o autor deduziu uma equação simples para calcular a magnitude aparente da estrela através do fluxo e com base no fluxo de referência, a partir da qual ele deduziu outra para calcular a distância entre nós e as estrelas.

Outra ideia foi apresentada pelo autor para os alunos terem uma dimensão da escala cósmica. Utilizando apenas bolinhas de gude e uma trena, ele propôs a criação de uma escala de distância, ainda tendo um padrão de estrelas semelhantes ao Sol.

Sobre a distribuição espacial das estrelas, o autor sugeriu que se trabalhasse questões do tipo: “Estão isoladas? Estão em grupos? Como é possível determinar se estão fisicamente juntas, embora pareçam estar no plano do céu?”. Este seria, de acordo com o autor, o momento ideal para se falar sobre as constelações, história, cultura e suas aplicações, podendo, ainda, trabalhar a interdisciplinaridade juntamente com disciplinas de História e

Geografia. Além disso, no que se refere ao estudo das constelações, o autor também sugeriu que os alunos pudessem calcular a distância relativa entre as estrelas de uma constelação utilizando a fórmula da magnitude e ainda se apoiando na hipótese de semelhança. Então, eles poderiam estudar a Via Láctea, tanto do ponto de vista histórico, social e cultural quanto da sua observação. Por fim, ao trabalhar com os alunos sobre sistemas e aglomerados de estrelas, como a Caixinha de Joias, além de abordar a sua localização, poder-se-ia explicar que sistemas isolados, como o Sol, são os que menos ocorrem no Universo.

O autor também sugeriu estudar sobre a variação de brilho das estrelas utilizando catálogos, como o de Hiparco, feito há mais de 2000 anos, uma vez que praticamente não houve alteração com as estrelas, e discutir sobre o brilho aparente delas, inclusive, com o auxílio de lunetas e binóculos.

Outra abordagem apresentada pelo autor está no tópico “O problema da energia, a luminosidade, a idade do Sol e as estrelas”, em que ele questiona: “embora o Sol seja a fonte de energia que sustenta a vida na Terra, como seria possível calcular a sua luminosidade ou potência?”. Para isso, o autor descreveu um experimento com um fotômetro, construído com materiais de baixo custo, consistindo no uso de uma folha de papel A4 branca, um pouco de óleo de cozinha e uma lâmpada incandescente de 100 W. Apesar de o autor detalhar o procedimento, seria interessante colocar uma figura de como fazer o experimento, para ficar mais visível. A ideia é que, quando o brilho da lâmpada for igual ao do Sol na gota de óleo no papel, é possível fazer a medida de distância até a lâmpada e, com isso, determinar o fluxo luminoso tanto da lâmpada quanto do Sol, que terão valores próximos.

Apesar do experimento ser simples de reproduzir e de ser possível fazer os cálculos com os alunos sem muitas complicações, essa abordagem ainda permite comparar os valores de potência que o Sol emite em relação à potência que as usinas produzem energia elétrica, segundo o autor.

Como limitações do experimento, o autor citou dois erros que podem interferir nos resultados: a diferença de temperatura entre o Sol e a lâmpada, e a interferência da atmosfera. Mesmo assim, para fins didáticos, o experimento parece poder funcionar.

Com a experimentação proposta anteriormente, é possível (nem que seja de forma didática) estimar a luminosidade. Neste momento, o autor buscou relacionar essa estimativa com algumas das propriedades solares. Para isso, ele remeteu a algumas leis, como a Lei de Wien, ao mencionar sobre temperatura e cor de um material qualquer, dando o exemplo de uma esfera na qual, à medida que a temperatura é aumentada, a sua cor vai alterando, até chegar a um ponto em que, independentemente do material, a sua cor estará relacionada com a sua

temperatura. O autor também cita a Lei de Stefan-Boltzmann, que relaciona a quantidade de energia emitida por unidade-área com base na temperatura, mas não revela a energia total emitida, ou seja, essa lei indica o quão quente a superfície da estrela é. O autor ainda sugeriu que uma das questões que podem ser respondidas é, por exemplo, calcular o raio do Sol conhecendo a sua luminosidade e temperatura (aproximadamente 5800 K).

Na seção “Questionando a hipótese inicial: as estrelas e suas semelhanças”, o autor revelou que, até aquele momento do artigo, a hipótese de semelhança havia funcionado, mencionando que: “Nas ciências, todas as hipóteses empíricas são provisionais, somente o experimento pode dizer se resultam verdadeiras, e nada mais natural que corrigi-las”. Ou seja, a Ciência é um processo de investigação e aperfeiçoamento em que é necessário testar as hipóteses para garantir a validade.

Visando questionar a hipótese de semelhança, o autor propôs observar o céu, dando como exemplo observar as Três Marias e ver, a olho nu, a coloração das estrelas próximas a elas. É possível perceber que há estrelas de cores diferentes do Sol, tanto azuis quanto avermelhadas. Isso se explica pela Lei de Wien, que relaciona a cor (comprimento de onda) com a temperatura: estrelas mais azuis são mais quentes, enquanto as avermelhadas são mais frias. Além disso, o autor acrescentou que, se for utilizada a expressão de Stefan-Boltzmann, as estrelas de menor temperatura (frias e vermelhas) apresentarão uma luminosidade menor do que as de maior temperatura (quentes e azuis). Para que uma estrela fria emita uma maior luminosidade, seu raio deverá ser muito maior, a fim de compensar a temperatura menor, ou seja, as estrelas frias devem ter raios muito maiores que os das estrelas mais quentes.

O trabalho abordou, de forma hipotética, assuntos relacionados com a Astronomia e a Astrofísica. O modo como o autor descreveu o conteúdo de seu artigo sugere que é possível trabalhar no ensino médio assuntos de Astronomia e Astrofísica de forma simples, mas não precária, sem recorrer à tecnologia sofisticada nem mesmo a cálculos extremamente difíceis de serem aplicados no ensino médio, utilizando apenas a observação.

Ainda que o trabalho proponha algo que não é cientificamente correto, pois toma como partida a ideia de que as estrelas têm o mesmo tamanho do Sol, parece ser possível trabalhar com ela até certo ponto, pois há o desenvolvimento de várias habilidades científicas, como: observação, construção de hipóteses, construção de aparatos experimentais para testar as hipóteses, construção de equações a partir das hipóteses, e assim por diante. Além das possibilidades levantadas, também há a perspectiva de se trabalhar a interdisciplinaridade com as disciplinas de História, Geografia, Física, Matemática e Química.

#### 4.4 Considerações sobre a análise

Analisando os três trabalhos, percebe-se que os autores afirmaram que o ensino dos conteúdos sobre Astronomia e Astrofísica está com déficit no ensino médio brasileiro, mesmo com o respaldo legal dos Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN) e da Base Nacional Comum Curricular (BNCC).

Em dois dos trabalhos analisados, foi possível notar que há dificuldades estruturais para que os professores possam trabalhar os conteúdos em sala de aula. Nos três estudos, há a tentativa dos autores de apresentar alguma proposta para facilitar o ensino dos conteúdos sobre Astronomia ou Astrofísica. No último artigo analisado (T12), por exemplo, o autor propôs uma forma de trabalhar em sala de aula assuntos complexos de forma simples, permitindo até mesmo a interdisciplinaridade da Física com outras disciplinas, como História e Química.

Nos trabalhos T02 e T03, identificamos que a curiosidade pode ser um grande aliado para o ensino dos conteúdos de Astronomia e Astrofísica, uma vez que permite que as pessoas estejam abertas a receber informações, principalmente de conteúdos considerados de difícil entendimento.

Na perspectiva dos autores e das análises na literatura, parece haver um déficit no ensino desses temas na educação básica brasileira. Mesmo com a obrigatoriedade legal, o conteúdo é frequentemente negligenciado ou tratado de forma muito superficial; às vezes, devido à insegurança dos educadores; em outras, devido à falta de recursos, podendo gerar um distanciamento da Ciência.

## 5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente trabalho partiu da premissa de que o ensino de Física, em especial, o ensino de Astronomia, enfrenta desafios significativos na educação básica, por diversos motivos e contextos. O objetivo principal foi analisar trabalhos na literatura para saber se, e como, o ensino de astrofísica estelar tem sido realizado ou proposto no ensino médio.

Encontramos e selecionamos, após a busca no Google Acadêmico, 13 trabalhos que nos permitiram analisar alguns aspectos do ensino de Astronomia, mais especificamente, do ensino de Astrofísica Estelar, dos quais apenas três foram analisados: uma proposta de divulgação científica por meio de uma *live* no *YouTube* durante a pandemia de Covid-19, em que 27 pessoas responderam ao questionário no Google Formulários; uma análise das respostas de 10 professores de Física, no interior do Rio Grande do Norte, acerca de suas atividades pedagógicas com relação ao uso de conteúdos de Astrofísica; e uma proposta de ação pedagógica no ensino médio utilizando a observação, a construção de aparatos experimentais e deduções hipotéticas sobre as estrelas, a fim de descobrir relações de tamanho, distância, magnitude, temperatura, aglomeração, dentre outros aspectos.

Em resumo, as análises feitas nos três trabalhos mostraram que o ensino de Astronomia e Astrofísica precisa de melhorias. O interesse, tanto dos alunos quanto dos professores, em relação ao tema é um ponto importante a ser explorado, principalmente por permitir uma abertura para aprender outros tipos de conteúdo. A formação inicial docente precisa conter espaços para tratar do tema, e as escolas precisam oferecer condições para que o ensino aconteça (espaço no currículo, materiais didáticos, equipamentos etc.). Dessa forma, talvez seja possível aproveitar o potencial que o ensino dessa área pode trazer para o ensino de Física e para a Ciência.

Outro destaque é a possibilidade de melhorar o ensino de Astronomia e Astrofísica utilizando ferramentas gratuitas disponíveis na internet, como o aplicativo *Stellarium*, que faz a simulação real do céu baseando-se na localização do usuário, além de outros recursos, como canais da plataforma *YouTube* que abordam seriamente o tema proposto.

Por fim, o uso de experimentos de baixo custo, aliado com a observação direta do céu, pode fazer com que as pessoas vivenciem as etapas de construção do conhecimento científico, ou seja, com um pouco de criatividade e preparação, é possível desenvolver estratégias significativas que mobilizam a atenção dos alunos, distanciando-se do jeito tradicional em que se trabalham conteúdos científicos.

Como forma de contribuir com um elemento a mais, apresentamos, no apêndice, uma proposta didática, de caráter experimental, utilizando o Observatório Astronômico de Bambuí (O Astro), e seu telescópio, para o desenvolvimento de uma análise espectrográfica de duas estrelas (Vega e Betelgeuse), ancorada nos três momentos pedagógicos (3MP) de Delizoicov.

A construção e os testes preliminares executados com o conjunto óptico, formado pelo telescópio Schmidt-Cassegrain e a grade de difração, demonstraram que é plenamente possível obter dados espectrais de qualidade suficiente para fins didáticos. A identificação das linhas da Série de Balmer e a determinação da temperatura efetiva de estrelas como Vega e Betelgeuse, com margens de erro aceitáveis para o contexto escolar, validam o equipamento como uma ferramenta poderosa de mediação. Mais do que apenas observar pontinhos brilhantes, o sistema permitiu decompor a luz e extrair informações físicas reais, materializando conceitos abstratos de Física Moderna, como a radiação de corpo negro e a quantização de energia.

Além do aspecto técnico, a elaboração da proposta didática baseada nos 3MP oferece um caminho seguro para a transposição didática desses conteúdos. Ao integrar a problematização inicial sobre a natureza das estrelas com a prática investigativa, a proposta afasta-se do ensino tradicional expositivo e aproxima-se de uma aprendizagem mais efetiva, na qual o estudante atua como investigador.

É importante ressaltar, contudo, que não foi possível fazer a verificação da proposta pedagógica. A aplicação efetiva com turmas de ensino médio constitui um passo futuro indispensável para avaliar o impacto real na aprendizagem dos estudantes e refinar a metodologia proposta. Sugere-se, assim, que trabalhos futuros a apliquem em sala de aula, analisando qualitativamente o engajamento dos alunos e quantitativamente o ganho conceitual sobre o tema proposto.

Como foi possível perceber, a espectroscopia estelar não precisa ser um tema restrito aos grandes centros de pesquisa ou ao ensino superior. Com o uso criativo de tecnologias disponíveis e um planejamento didático estruturado, ela se torna uma janela acessível para o universo, capaz de despertar vocações científicas e promover uma compreensão mais profunda e crítica sobre o funcionamento do cosmos.

## REFERÊNCIAS

- AZEVEDO FILHO, Janilson Simões de. **A astronomia observacional no ensino médio integral**: uma proposta para o ensino de física. 2025. Dissertação (Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física) – Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2025. Disponível em: <https://repositorio.ufrn.br/server/api/core/bitstreams/5ca75a56-747b-4bcb-8a05-33efe768adf5/content>. Acesso em: 05 jan. 2026.
- BARROS, Gabriel Moreira. **A astronomia e evolução estelar**: uma proposta didática para o ensino de cor e temperatura de estrelas. 2024. Dissertação (Mestrado Nacional Profissional em Ensino Astronomia, Geofísica e Ciências Atmosféricas) – Universidade de São Paulo, São Paulo, 2024. Disponível em: [https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/14/14134/tde-11122024-194609/publico/GABRIEL\\_MOREIRA\\_BARROS.pdf](https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/14/14134/tde-11122024-194609/publico/GABRIEL_MOREIRA_BARROS.pdf). Acesso em: 05 jan. 2026.
- BARROS, Lucas Guimarães; ASSIS, Alice; LANGHI, Rodolfo. Proposta de construção de espectroscópio como alternativa para o ensino de Astronomia. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, Florianópolis, v. 33, n. 3, p. 1026-1046, dez. 2016. Disponível em: <https://periodicos.ufsc.br/index.php/fisica/article/view/2175-7941.2016v33n3p1026>. Acesso em: 13 fev. 2026.
- BERNARDES, Tamara O.; BARBOSA, Rafael R.; IACHEL, Gustavo; BATAGIN NETO, Augusto; PINHEIRO, Marco A. L.; SCALVI, Rosa M. Fernandes. Abordando o ensino de óptica através da construção de telescópios. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, São Paulo, v. 28, n. 3, p. 391-396, 2006. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S1806-11172006000300016>. Acesso em: 13 fev. 2026.
- BRASIL. Ministério da Educação. **Base Nacional Comum Curricular**: educação é a base. Brasília, DF: MEC, 2018. Disponível em: [https://basenacionalcomum.mec.gov.br/images/BNCC\\_EI\\_EF\\_110518\\_-versaofinal\\_site.pdf](https://basenacionalcomum.mec.gov.br/images/BNCC_EI_EF_110518_-versaofinal_site.pdf). Acesso em: 11 fev. 2026.
- COUTO, Roberto Vinícios Lessa do. **Astronomia no ensino médio**: uma abordagem simplificada a partir da teoria da relatividade geral. 2020. Dissertação (Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física) – Universidade de Brasília, Brasília, 2020. Disponível em: [https://repositorio.unb.br/bitstream/10482/40040/1/2020\\_RobertoViniciosLessadoCouto.pdf](https://repositorio.unb.br/bitstream/10482/40040/1/2020_RobertoViniciosLessadoCouto.pdf). Acesso em: 05 jan. 2026.
- FREITAS, N. C.; ROMEU, M. C.; BARROSO, M. C. S. Observação astronômica e astrofotografia como uma ferramenta lúdica para o ensino de óptica: uma proposta de sequência didática – UEPS. **Jornal Mato-Grossense de Física**, v. 3, p. 156-166, 2023. Disponível em: [https://www.researchgate.net/profile/Nairys-Costa-De-Freitas/publication/374322004\\_Observacao\\_Astronomica\\_e\\_Astrofotografia\\_como\\_uma\\_Ferramenta\\_Ludica\\_para\\_o\\_Ensino\\_de\\_Optica\\_uma\\_Proposta\\_de\\_Sequencia\\_Didatica\\_-\\_UEPS/links/694af4300c98040d4820b42d/Observacao-Astronomica-e-Astrofotografia-como-uma-Ferramenta-Ludica-para-o-Ensino-de-Optica-uma-Proposta-de-Sequencia-Didatica-UEPS.pdf?\\_tp=eyJjb250ZXh0Ijp7ImZpcnN0UGFnZSI6InB1YmXPY2F0aW9uIn9uIn19](https://www.researchgate.net/profile/Nairys-Costa-De-Freitas/publication/374322004_Observacao_Astronomica_e_Astrofotografia_como_uma_Ferramenta_Ludica_para_o_Ensino_de_Optica_uma_Proposta_de_Sequencia_Didatica_-_UEPS/links/694af4300c98040d4820b42d/Observacao-Astronomica-e-Astrofotografia-como-uma-Ferramenta-Ludica-para-o-Ensino-de-Optica-uma-Proposta-de-Sequencia-Didatica-UEPS.pdf?_tp=eyJjb250ZXh0Ijp7ImZpcnN0UGFnZSI6InB1YmXPY2F0aW9uIn9uIn19). Acesso em: 05 jan. 2026.
- GUIZZO, Marcos Antônio. **Star's rescuers**: um jogo de tabuleiro colaborativo para o ensino da evolução estelar. 2021. Dissertação (Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física)

– Programa de Pós-Graduação em Ensino de Física – Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Medianeira, 2021. Disponível em:  
<https://riut.utfpr.edu.br/jspui/bitstream/1/28526/2/starsrescuersjogotabuleiro.pdf>. Acesso em: 05 jan. 2026.

HORVATH, J. E. Uma proposta para o ensino da astronomia e astrofísica estelares no ensino médio. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 35, n. 4, dez. 2013. Disponível em:  
<https://www.scielo.br/j/rbef/a/cQ7WGXc3QJvJYFLvRk6fTvd/?format=pdf&lang=pt>. Acesso em: 05 jan. 2026.

LANGHI, Rodolfo. **Aprendendo a ler o céu: o pequeno guia prático para a astronomia observacional**. 2. ed. São Paulo: Editora Livraria da Física, 2016.

LANGHI, R.; NARDI, R. Ensino da astronomia no Brasil: educação formal, informal, não formal e divulgação científica. **Rev. Bras. Ensino Fís.** v. 31, n. 4, p. 4402-4412. 2009.

LIMA, Alessandro S.; COSTA, Nagylla D. J.; SOUZA, Danielle L. Perspectiva sobre o estudo das estrelas no ensino de física moderna. CONGRESSO NACIONAL DE EDUCAÇÃO, 9., 2023. João Pessoa – PB. **Anais [...]**. João Pessoa: Educação para a sociedade: Ciência, Tecnologia e Sustentabilidade, 2023. Disponível em:  
[https://editorarealize.com.br/editora/anais/conedu/2023/TRABALHO\\_COMPLETO\\_EV185\\_MD1\\_ID15667\\_TB7393\\_31102023204808.pdf](https://editorarealize.com.br/editora/anais/conedu/2023/TRABALHO_COMPLETO_EV185_MD1_ID15667_TB7393_31102023204808.pdf). Acesso em: 05 jan. 2026.

LIMA, Joseri Pedro de. **A evolução estelar e seus aspectos físicos: uma abordagem para a educação básica**. 2023. Monografia (Trabalho de Conclusão de Curso) – Licenciatura em Física – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte, Caicó, 2023. Disponível em:  
<https://memoria.ifrn.edu.br/bitstream/handle/1044/2341/JOSERI%20PEDRO%20DE%20LIMA.pdf?sequence=1&isAllowed=y>. Acesso em: 05 jan. 2026.

MAZETI, L. J. B. **Sequência didática: uma alternativa para o ensino de acústica no ensino médio**. Orientadora: Ana Lúcia Brandl; Coorientadora: Fernanda Keila Marinho da Silva. 2017. 146 f. Dissertação (Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física) – Programa de Pós-Graduação de Mestrado Profissional em Ensino de Física, Universidade Federal de São Carlos, Sorocaba, 2017.

MIRANDA, Felipe Gustavo Silva de. **O ensino de Astronomia no componente curricular de Física para alunos de nível médio: uma abordagem significativa**. 2024. Monografia (Trabalho de Conclusão de Curso) – Licenciatura em Física – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás, Goiânia, 2024. Disponível em:  
[https://repositorio.ifg.edu.br/bitstream/prefix/2099/1/TCC\\_Felipe\\_Miranda.pdf](https://repositorio.ifg.edu.br/bitstream/prefix/2099/1/TCC_Felipe_Miranda.pdf). Acesso em: 05 jan. 2026.

MUENCHEN, Cristiane; DELIZOICOV, Demétrio. Os três momentos pedagógicos e o contexto de produção do livro “Física”. **Ciência e Educação**. Bauru, v. 20, n. 3, p. 617-638, 2014.

OLIVEIRA, Maria A. **Ensino de evolução estelar para o 9º ano a partir dos três momentos pedagógicos**. Orientador: Gilson Junior Schiavon; Coorientador: Michel Corci Batista. 2024. 45 f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Física) – Programa de Pós-

Graduação em Ensino de Física, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Campo Mourão, 2024.

OLIVEIRA, Endell M.; ALMEIDA, Ana C. P. C. O espaço não formal e o ensino de ciências: um estudo de caso no centro de ciências e planetário do Pará. **Investigações em Ensino de Ciências**. v. 24, n. 3, p. 345-364, 2019.

OLIVEIRA FILHO, K. S. de; SARAIVA, M. F. O. **Astronomia e astrofísica**. 3. ed. São Paulo: Livraria da Física, 2014.

PAULUCCI, L; FORNAZARI, J. F.; BRASIL NEVES, K.; HORVATH, J. E. Levantamento de recursos e uma avaliação atual do Ensino de Astrofísica Estelar. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, n. 44, 2022. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rbef/a/dTTJhWkx9Rj5CDn5vgVYLcb/?format=pdf&lang=pt>. Acesso em: 06 jan. 2026.

RODRIGUES, Maria C. C.; TEIXEIRA, Ricardo R. P. Astrofísica estelar: concepção de participantes de uma atividade de divulgação científica. **Revista Educacional Interdisciplinar**, v. 10, n. 2, p. 91-119, 2021. Disponível em: <https://seer.faccat.br/index.php/redin/article/view/2235/1433>. Acesso em: 06 jan. 2026.

SABINO, Ana C.; CAMPOS, Alysson M.; MORAIS, Donizete T.; KALED, João P.; GOZZI, Maria E.; VISCOVINI, Ronaldo. A utilização do software Maxima no ensino por investigação da evolução estelar utilizando simulação gráfica da fusão nuclear. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, São Paulo, v. 41, n. 3, 2019. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rbef/a/hjSGx8TdVJXTmRnWqBDmxSt/?format=pdf&lang=pt>. Acesso em: 05 jan. 2026.

SILVA JUNIOR, Edinaldo Batista da; BIGANSOLLI, Antônio Renato; ARAÚJO, Moisés Augusto da Silva Monteiro de. Radiação de corpo negro: bases experimentais para o ensino de física moderna no ensino médio. *In*: REUNIÃO ANUAL DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA DA UFRRJ, 4., 2016, Seropédica. **Anais [...]**. Seropédica: UFRRJ, 2016. Disponível em: <https://eventos.ufrrj.br/raic/files/2016/06/2651-9747-1-SM.pdf>. Acesso em: 13 fev. 2026.

ZABALA, A. **A prática educativa: como ensinar**. Porto Alegre: Editora Artes Médicas, 1998.

## APÊNDICE

### DESENVOLVIMENTO DA PROPOSTA EXPERIMENTAL E DIDÁTICA

Como apresentamos anteriormente, a barreira da Física Moderna no ensino médio pode ser superada por meio da Astronomia, desde que mediada por propostas didáticas bem estruturadas e pelo uso inteligente de tecnologias acessíveis. Nesse cenário, o desenvolvimento de aparatos experimentais pode ser uma estratégia que auxiliaria os professores a aproximar os alunos de um ensino mais atraente, além de ser factível e próximo da realidade material da maioria das escolas brasileiras.

Nesse sentido, este capítulo descreve o desenvolvimento da proposta prática de trabalho. A metodologia experimental foi concebida utilizando-se a infraestrutura disponível no Observatório Astronômico do Instituto Federal de Minas Gerais (IFMG), no *Campus Bambuí*. A escolha deste equipamento justifica-se pela sua disponibilidade para fins didáticos e pela sua capacidade técnica de realizar espectroscopia de baixa resolução, adequada ao nível de ensino proposto.

#### 1.1 O Aparato Experimental

O arranjo experimental proposto para a coleta e análise de espectros estelares é composto por três elementos principais: o sistema óptico de captura, o elemento dispersor de luz e o *software* de processamento.

O sistema óptico consiste em um telescópio *Schmidt-Cassegrain*, modelo CPC 1100, conforme exposto na Figura 1, abaixo, que possui uma abertura de 280 mm e uma distância focal de 2800 mm. Este modelo catadióptrico é ideal para observações educacionais devido à sua estabilidade e capacidade de rastreamento automatizado, conhecido como sistema GoTo.

Figura 1 – Telescópio Schmidt-Cassegrain CPC 1100.



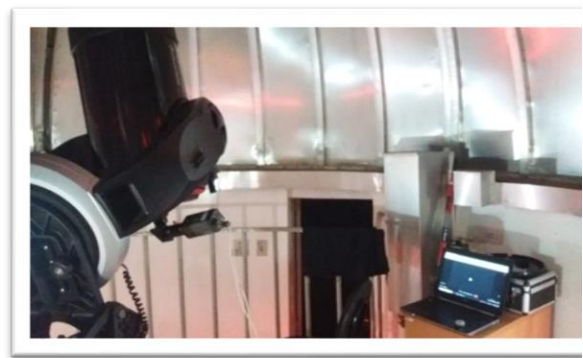
Fonte: Celestron (2025).

Acoplada ao telescópio, utiliza-se uma câmera SCB-2000, equipada com um sensor CMOS (*Complementary Metal-Oxide-Semiconductor*) de alta sensibilidade, capaz de registrar a baixa luminosidade dos espectros estelares com resolução adequada. A montagem prática do sistema de captura, evidenciando as conexões de vídeo e o acoplamento ao foco primário do instrumento, é apresentada nas Figuras 2 e 3:

Figura 2 – Sistema de captura de imagem: (A) Câmera SCB-2000; (B) Acoplamento no telescópio



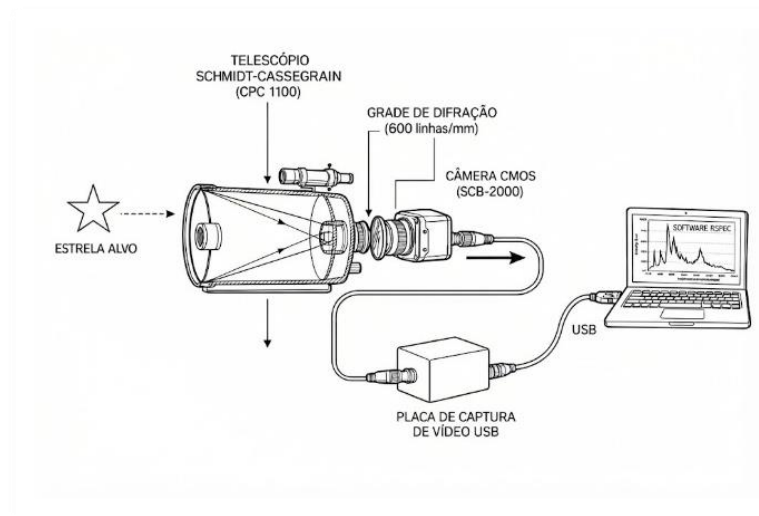
(A)



(B)

Fonte: (A) Samsung (2012); (B) O Autor (2025).

Figura 3 – Esquema da montagem experimental



Fonte: O Autor (2025).

Para promover a dispersão da luz, etapa que constitui o ponto central do experimento de espectroscopia, utiliza-se uma grade de difração de 600 linhas/mm. Este componente é acoplado ao sistema óptico, geralmente na rosca do filtro da câmera ou ocular, ou até mesmo próximo ao sensor, permitindo que a luz da estrela seja decomposta em seus comprimentos de onda constituintes antes de atingir o sensor da câmera.

Para ligar a câmera Samsung SBC-2000 ao computador, é necessário usar uma placa de captura de vídeo USB. Como a câmera utiliza um sinal analógico, esta placa funciona convertendo a imagem ou vídeo em digital, permitindo que o computador a reconheça através da porta USB.

Por fim, o tratamento dos dados é realizado por meio do *software* RSpec (*Real-time Spectroscopy*). Esta ferramenta foi selecionada por ser didática, gratuita por 30 dias no período de avaliação e permitir a captura, calibração e análise dos perfis espectrais em tempo real, facilitando a visualização das curvas de intensidade *versus* comprimento de onda.

## 1.2 Procedimentos de coleta de dados

A metodologia de coleta de dados estrutura-se em duas etapas fundamentais: a seleção do alvo e a captura das imagens.

Para a seleção do alvo astronômico, privilegiam-se estrelas de alta magnitude aparente, ou seja, de alto brilho, o que compensa a perda de luminosidade causada pela

dispersão na grade de difração. Alvos ideais para esta proposta incluem estrelas como Vega, localizada na constelação de Lira; Sirius, na constelação de Cão Maior; ou Betelgeuse, na constelação de Orion, dependendo da visibilidade do céu noturno no período da observação.

Durante a captura do espectro, o telescópio é apontado para o alvo, e o sistema de rastreamento é ativado para manter a estrela centralizada. A luz incidente, ao passar pela grade de difração, projeta no sensor da câmera a imagem da estrela, chamada de ordem zero, e o seu espectro disperso, a primeira ordem. Para garantir a integridade dos dados e minimizar a influência da turbulência atmosférica, sugere-se a realização de múltiplas exposições, como o empilhamento de quadros ou a média de três capturas de 30 segundos, visando aumentar a relação sinal-ruído.

### 1.3 Metodologia de análise e tratamento espectral

A etapa de análise é aquela em que os dados brutos (imagens) são convertidos em informações físicas quantitativas. Este processo é realizado no ambiente do *software* RSpec e se divide em três fases críticas: a calibração do espectro, a determinação da temperatura e a identificação da composição química.

#### 1.3.1 Calibração e pré-processamento

Antes de qualquer medição física, é necessário converter o eixo horizontal do gráfico, que originalmente está em pixels, para uma unidade de comprimento de onda, como angstroms (Å), definido como  $10^{-10}$  metros, ou em nanômetros (nm), que equivale a  $10^{-9}$  metros. Essa calibração é realizada utilizando-se a dispersão linear conhecida da grade de difração, ou, de forma mais precisa, utilizando estrelas de referência do tipo A (como Vega), que possuem linhas de absorção de Hidrogênio muito bem definidas em comprimentos de onda conhecidos.

Além da calibração, efetuam-se, no *software*, a rotação e o alinhamento da imagem para garantir que o espectro esteja horizontal. Em seguida, executa-se o pré-processamento para remover ruídos indesejados.

Isso envolve a subtração do fundo do céu (*background subtraction*), procedimento essencial para eliminar a poluição luminosa e o brilho atmosférico que poderiam distorcer a curva de intensidade da estrela.

### 1.3.2 Determinação da Temperatura Efetiva

Com o espectro calibrado e limpo, prossegue-se para a determinação da temperatura. O procedimento consiste em analisar a curva de distribuição de energia espectral da estrela, conhecida como curva de corpo negro. No *software*, aplica-se uma suavização da curva para ignorar picos de ruído momentâneos e identifica-se o comprimento de onda de máxima intensidade ( $\lambda_{max}$ ).

De posse desse valor experimental, aplica-se a Lei de Wien, a qual permite determinar a temperatura superficial das estrelas por meio da análise do pico máximo do comprimento de onda. Ela estabelece que o comprimento de onda de máxima intensidade é inversamente proporcional à sua temperatura. O cálculo consiste em dividir a constante de deslocamento ( $b \approx 2,898 \times 10^{-3} \text{ m} \cdot \text{K}$ ) pelo valor do pico do comprimento de onda. Ressalta-se que é necessário tomar o devido cuidado de converter as unidades de medida fornecidas pelo *software* para metros. Dessa forma, a temperatura efetiva ( $T$ ) em Kelvin (K) será obtida pela relação direta:

$$T = \frac{(2,898 \times 10^{-3})}{(\lambda_{max})}, \quad (1)$$

Este resultado fornecerá a estimativa da temperatura superficial da estrela. Assim, a análise espectral possibilita não só a determinação da temperatura, mas também a classificação das estrelas. A classificação espectral é um sistema utilizado para categorizar estrelas com base na temperatura superficial e nas características de seus espectros de luz. Atualmente, as estrelas são classificadas em função decrescente de sua temperatura (considere a seguir que a notação  $T_{ef}$  refere-se à temperatura efetiva ( $T$ )), segundo descrevem Oliveira Filho e Saraiva (2014, p. 228-229):

- O - estrelas azuis, com  $T_{ef} \approx a 40.000 \text{ K}$ , apresentam linhas de HeII (hélio uma vez ionizado), ultravioleta forte e linhas do HI fracas. Exemplo: Mintaka;
- B - estrelas branco-azuladas, com  $T_{ef} \approx 15.000 \text{ K}$ , com linhas de HeI em absorção e as linhas do HI visíveis. Exemplos: Rigel e Spica;
- A - estrelas brancas, com  $T_{ef} \approx 9.000 \text{ K}$ , com linhas de HI muito fortes. Exemplos: Sirius e Vega;

- F - estrelas branco-amareladas, com  $T_{\text{ef}} \approx 7.000 \text{ K}$ , com linhas de *metais*. As linhas do HI ficam mais fracas, mas ainda são bem visíveis. As linhas do CaII ficam fortes. Exemplos: Canopus e Procyon;
- G - estrelas amarelas, com  $T_{\text{ef}} \approx 5.500 \text{ K}$ , como o Sol, com fortes linhas de metais e HI fraco. CaII (H e K) dominantes. Exemplos: Sol e Capela;
- K - estrelas alaranjadas, com  $T_{\text{ef}} \approx 4.000 \text{ K}$ , com linhas metálicas dominantes. A banda G é muito forte. Contínuo azul fraco. Exemplos: Aldebarã e Arcturus;
- M - estrelas vermelhas, com  $T_{\text{ef}} \approx 3.000 \text{ K}$ , com bandas moleculares (TiO) muito fortes. A linha dominante é CaI 4226 Å. Exemplos: Betelgeuse e Antares.

Vale ressaltar que a precisão deste método depende da resposta espectral da câmera utilizada, sendo que correções na curva de resposta do instrumento podem ser aplicadas no *software* para aumentar a acurácia do resultado.

### 1.3.3 Análise química e determinação da classe espectral

A fase final da análise dedica-se à espectroscopia qualitativa, ou seja, à identificação dos elementos químicos presentes na atmosfera estelar. No gráfico de intensidade gerado pelo RSpec, buscam-se as "linhas de absorção", que se manifestam como vales profundos ou quedas abruptas na curva de luz.

Essas linhas de absorção no gráfico são comparadas com bibliotecas de referência padronizadas, como a base de dados de Linhas Espectrais do NIST (*National Institute of Standards and Technology*). Nesta proposta, o foco recai sobre a identificação das linhas da **Série de Balmer** do Hidrogênio ( $H\alpha, H\beta, H\gamma$ ) e do Hélio, que são proeminentes em estrelas quentes, além de linhas metálicas como as do Hélio, Cálcio Ionizado (Ca II) e Ferro (Fe I e Fe II), mais comuns em estrelas frias.

A combinação da temperatura calculada (Seção 1.3.2 do Apêndice) com os elementos químicos identificados permite, por fim, determinar a **Classe Espectral** da estrela (O, B, A, F, G, K, M), completando o ciclo de análise astrofísica proposta para o ensino médio.

## 1.4 Validação e limitações técnicas

É fundamental reconhecer que, por se tratar de um arranjo com fins didáticos, existem limitações instrumentais. A resolução espectral da grade de 600 linhas/mm, embora suficiente para distinguir as principais características, não oferece a precisão de espectrógrafos profissionais. Além disso, fatores como o ruído eletrônico do sensor CMOS, a poluição luminosa urbana e a turbulência atmosférica podem introduzir incertezas nas medições.

Dessa forma, a validação dos resultados dá-se pela comparação com a literatura. Espera-se encontrar divergências aceitáveis, calculadas via erro percentual, entre a temperatura obtida experimentalmente e o valor tabelado de estrelas-padrão. Tais discrepâncias, longe de invalidarem o experimento, servem como excelente oportunidade pedagógica para discutir com os alunos conceitos de incerteza experimental, diferenciando erros sistemáticos (relacionados ao aparato experimental) de erros aleatórios (relacionados com a turbulência atmosférica); discutir a calibração, demonstrando como os dados (espectro eletromagnético) coletados, no *software*, convertem pixels em comprimentos de onda, mostrando a importância tanto de padrões quanto de referências na ciência; e, por fim, discutir a física instrumental, diferenciando o aparato experimental de um espectrógrafo profissional. Neste contexto, contribui-se para a compreensão crítica do aluno sobre a ciência e a atuação da tecnologia.

### **1.5 Proposta de Sequência Didática**

A fim de operacionalizar o uso do aparato experimental em sala de aula, desenvolveu-se uma sugestão de Sequência Didática (SD) estruturada em duas aulas de 50 minutos. A proposta fundamenta-se na metodologia dos Três Momentos Pedagógicos de Delizoicov, Angotti e Pernambuco, que organiza o ensino em Problematização Inicial, Organização do Conhecimento e Aplicação do Conhecimento.

Essa abordagem é amplamente respaldada pela literatura nacional. Trabalhos como o de Barros, Assis e Langhi (2016) demonstra que a inserção de tópicos de Física Moderna no ensino médio, quando mediada por atividades investigativas e experimentais, potencializa o engajamento dos estudantes e favorece a Alfabetização Científica.

O planejamento, detalhado no Quadro 2, busca conectar a teoria da radiação de corpo negro com a prática observacional, permitindo que o aluno transite do conceito abstrato para a verificação empírica.

Quadro 2 – Estrutura da Sequência Didática baseada nos Três Momentos Pedagógicos

Aula	Etapa / Momento Pedagógico	Objetivos e Atividades
1	Problematização e Organização	Discutir a natureza da luz estelar e introduzir os conceitos de espectro contínuo e temperatura (Lei de Wien).
2	Experimentação e Aplicação	Demonstrar o funcionamento do aparato construído, realizar a coleta de dados (real ou simulada) e analisar os espectros no <i>software</i> .

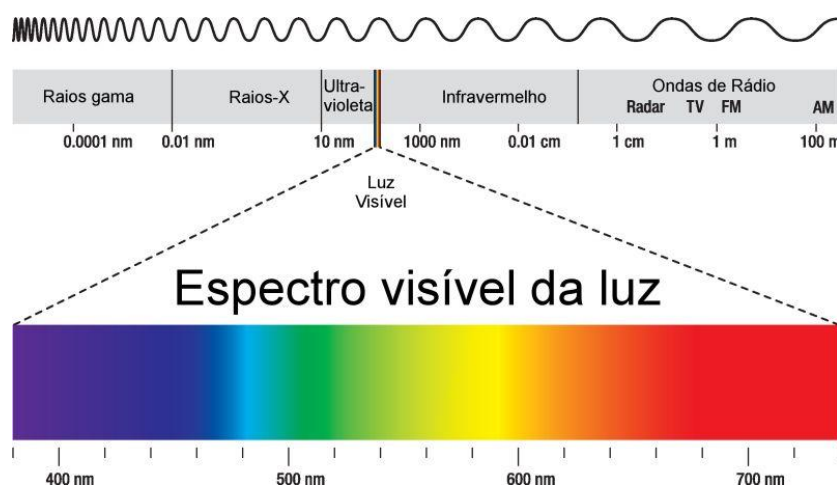
Fonte: Elaborado pelo autor (2025).

### 1.5.1 Detalhe da Aula 1: A luz como fonte de informação das estrelas

O primeiro encontro tem como foco a **Problematização Inicial**. Sugere-se iniciar a aula com uma questão que desafie o senso comum dos estudantes, tal como proposto por Silva Junior, Bigansolli e Araújo (2016) em abordagens sobre corpo negro: "*Como conseguimos medir a temperatura do sol sem ao menos o alcançarmos*".

A partir das respostas dos alunos, o professor deve conduzir o momento de Organização do Conhecimento. Utilizando recursos visuais ou um prisma simples, introduz-se o conceito de dispersão da luz e a natureza da radiação. É fundamental mostrar aos estudantes que a luz visível é apenas uma pequena fração de todo o espectro magnético, estando situada entre o infravermelho e o ultravioleta, conforme ilustrado na Figura 4, abaixo.

Figura 4 – Espectro eletromagnético. A região da luz visível encontra-se entre o infravermelho e o ultravioleta.



Fonte: InfoEscola (s.d.). Disponível em: <https://www.infoescola.com/fisica/espectro-eletromagnetico/>.

Nesta etapa, é essencial abordar os seguintes tópicos teóricos:

- O espectro eletromagnético: a diferença entre luz visível, infravermelho e ultravioleta, utilizando a Figura 4, para demonstrar que cores mais próximas do violeta possuem maior energia;

- Corpo negro e temperatura: relacionar a cor da chama de um fogão (onde o azul é mais quente que o amarelo) com a cor das estrelas, introduzindo qualitativamente a Lei de Wien;
- A assinatura dos elementos: explicar que cada elemento químico absorve luz de uma maneira única, criando linhas escuras no espectro, o que será verificado na prática na aula seguinte.

### ***1.5.2 Detalhe da Aula 2: Investigação espectral na prática***

A segunda aula dedica-se à **Aplicação do Conhecimento** por meio da experimentação. Apresenta-se o aparato construído (telescópio e grade de difração) não apenas como um instrumento de observação, mas como uma ferramenta de medição física.

Caso as condições impeçam uma observação noturna presencial com a turma, recomenda-se a utilização de dados previamente coletados pelo professor, caracterizando uma atividade de "observação remota simulada". Esta estratégia é validada por pesquisadores como Barbosa *et al.* (2006), que destacam que a análise de dados reais, mesmo que não coletados no momento, mantém o caráter investigativo da atividade.

A dinâmica da aula segue quatro passos práticos:

1. **Demonstração Instrumental:** explica-se que a grade de difração atua separando as "cores" da estrela, revelando sua "assinatura" química;
2. **Análise via Software:** projeta-se o *software* RSpec (ou similar) para a turma. O professor demonstra como a imagem da estrela é convertida em um gráfico de intensidade *versus* comprimento de onda;
3. **Identificação da Composição Química:** identificam-se os "vales" (linhas de absorção) no gráfico do *software* RSpec (ou similar), comparando a sua posição com padrões conhecidos de elementos químicos, como a Série de Balmer do Hidrogênio. Discute-se como essa "impressão digital" permite saber quais elementos químicos estão presentes na atmosfera da estrela;
4. **Cálculo e Conclusão:** coletivamente, identifica-se o pico de emissão ( $\lambda_{max}$ ) de uma estrela-alvo, como Vega ou Betelgeuse. Os alunos devem, então, aplicar a Lei de Wien para calcular a temperatura e

comparar o resultado com a cor aparente da estrela, validando as hipóteses levantadas na primeira aula.

Ao final da sequência, espera-se que os estudantes compreendam que a luz transporta informações físicas codificadas e que a espectroscopia é a chave para decifrá-las, superando a visão da Astronomia como ciência puramente contemplativa.