

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

ESPECTROSCOPIA PLANETÁRIA E ESTELAR COM CELULARES: POTENCIALIDADES DA ASTROFOTOGRAFIA NO ENSINO DE FÍSICA E ASTRONOMIA

STEPHANY M. DOS SANTOS¹; ANDRÉ B. NORONHA².

1 Estudante do curso técnico integrado ao ensino médio em Informática para Internet campus avançado São Paulo/São Miguel Paulista. s.stephany@aluno.ifsp.edu.br

2 Doutor em ciências, professor EBTT do IFSP campus avançado São Paulo/São Miguel Paulista. noronha@ifsp.edu.br

Área do conhecimento (Tabela CNPq): 1.01.00.00-3 Ciências Exatas e da Terra

RESUMO: A astrofotografia, ou fotografia de objetos celestes, tem sido cada vez mais considerada em atividades educacionais e no âmbito da pesquisa educacional. O presente trabalho tem como objetivo registrar e estudar diferentes espectros estelares, utilizando celulares acoplados a telescópios, com o intuito de estimular a adoção dessa técnica no ensino médio e em pesquisas no ambiente escolar. Os registros são feitos com o auxílio de um filtro de linhas de difração, que separa os diferentes comprimentos de onda da luz incidente das estrelas. A análise dos resultados é feita com a ajuda de softwares especializados em espectroscopia, como o Vspec. Em termos de resultados alcançados, foi possível obter um espectro da estrela Sirius no qual foi possível identificar as linhas características, mesmo com as limitações de registro fotográfico do celular utilizado e da poluição luminosa local. Com isso, o estudo considerou possíveis melhores práticas para a obtenção de fotos espectrais. Por meio de abordagens como esta, espera-se um impacto positivo e um aumento no engajamento educacional em Astronomia e a potencial ampliação da aplicação de técnicas observacionais simples, entretanto eficazes.

PALAVRAS-CHAVE: espectroscopia; astrofotografia; telescópio; celular; astroquímica.

PLANETARY AND STELLAR SPECTROSCOPY WITH CELL PHONES: POTENTIAL OF ASTROPHOTOGRAPHY IN TEACHING PHYSICS AND ASTRONOMY

ABSTRACT: Astrophotography, or the photography of celestial objects, has increasingly been considered in educational activities and research contexts. This study aims to record and analyze different stellar spectra using smartphones attached to telescopes, with the goal of encouraging the adoption of this technique in high school education and research environments. The recordings are made with the help of a diffraction line filter, which separates the different wavelengths of light from the incident stars. The analysis of the results is conducted using specialized spectroscopy software, such as Vspec. In terms of results achieved, it was possible to obtain a spectrum of the star Sirius, where characteristic lines were identified, despite the limitations of the smartphone's photographic capabilities and local light pollution. Consequently, the study considered possible best practices for obtaining spectral photos. Through approaches like this, a positive impact is anticipated, along with an increase in educational engagement in Astronomy and the potential expansion of the application of simple yet effective observational techniques.

KEYWORDS: spectroscopy; astrophotography; telescope; smartphone; astrochemistry.

INTRODUÇÃO

A espectroscopia é uma técnica essencial para a análise de corpos celestes em busca de informações sobre suas composições e histórias, fundamentada na decomposição da luz gerada por redes de difração. Atualmente ela é importante para diversas áreas da ciência. Com as leis propostas de absorção e emissão, pode-se distinguir um padrão único que cada elemento químico possui, sendo que esta ocorre por conta das transições eletrônicas. Ao transitar de uma camada para outra, os elétrons acabam emitindo ou absorvendo fótons, e isso gera o que pode ser chamado de ‘espectro’. Assim, ao analisar este espectro, identificamos quais elementos estão presentes e, conseqüentemente, determinamos sua concentração. Com a análise dos deslocamentos de frequência, largura de linha e intensidade das linhas espectrais, podemos obter informações sobre sua estrutura molecular e as interações entre os átomos (Napoleão 2018). Embora seja um tópico que atraia bastante interessado do público estudantil, a utilização desse conhecimento no ambiente escolar, de forma prática, ainda enfrenta desafios gerados principalmente pela limitação de recursos.

Com o avanço tecnológico, entretanto, surge a possibilidade de se contornar parte destes problemas com o uso de celulares acoplados a telescópios, fomentando novas técnicas de Astrofotografia, tornando a espectroscopia mais acessível e dinâmica para a rede de ensino. Isso oferece uma oportunidade única para que os estudantes possam registrar e compartilhar suas próprias imagens, ao mesmo tempo em que aprendem sobre Astronomia. Diversos estudos destacam as potencialidades da astrofotografia no ensino de Astronomia e Física. Slater e colaboradores (2019), por exemplo, propõem a utilização de telescópios acoplados a celulares como ferramenta de ensino para estudantes de nível médio e superior. Walker e Reynolds (2008) destacam a importância da astrofotografia no ensino de conceitos fundamentais de Astronomia, tais como a posição relativa dos objetos celestes e a medida de suas distâncias. Johnson e colaboradores (2017) destacam a relevância da astrofotografia para o desenvolvimento de habilidades científicas, tais como a observação atenta, a análise crítica e a comunicação efetiva dos resultados obtidos. Em suma, no âmbito do ensino de Física e Astronomia, defende-se que a astrofotografia pode promover uma compreensão mais profunda e significativa (Mazur & Pescovitz, 2005). Um dos problemas centrais abordados neste trabalho se trata da dificuldade em integrar conceitos complexos de espectroscopia ao aprendizado prático no contexto do ensino básico. Assim, a hipótese é quem unida à astrofotografia, a compreensão dos estudantes sobre a composição química, características e temperaturas de corpos celestes se torna mais viável.

O objetivo deste projeto é construir medidas razoáveis de espectros ópticos planetários e estelares por meio de fotos tiradas com um celular acoplado a um telescópio. A princípio, estabeleceu-se como meta a obtenção e análise dos espectros de pelo cinco das estrelas de maior magnitude relativa (Sirius, Canopus, Alpha Centauri, Arcturus, Vega, Rigel, Procyon, Achernar e Betelgeuse) e dos planetas Saturno e Júpiter. Neste trabalho, apresentamos a análise para o caso de Sirius.

MATERIAL E MÉTODOS

Com o propósito de alcançar o objetivo central, algumas outras atividades se mostram essenciais, como a avaliação de métodos de melhor obtenção das fotos do espectro e as limitações da astrofotografia com celulares, a organização das melhores datas para obtenção das fotos, entre outros. Os materiais utilizados para a obtenção dos espectros estelares foram: (i) um telescópio do tipo newtoniano (abertura 150 mm, distância focal 750 mm, f/5) com montagem azimutal eletrônica, filtro de difração (100 linhas/mm) rosqueado a uma ocular, itens da própria instituição dos proponentes; (ii) um celular com função ‘PRO’ na câmera, para seleção de exposição e ISO, e; (iii) programas específicos de espectroscopia (VSpec, Theminio e RSpec).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Nas sessões de fotos realizadas entre maio e junho de 2024, os proponentes obtiveram alguns conjuntos de registros, utilizando os materiais citados anteriormente. Na figura 1 abaixo, segue o registro de Sirius, no qual nota-se o efeito do filtro de difração com seu espectro:



FIGURA 1. Foto de Sirius, registro em 17/05

A seguir apresentamos a análise do espectro de Sirius (figura 1) no programa gratuito Visual Spectrography (V-Spec). Na figura 2, ilustra-se o espectro não calibrado, sendo o eixo horizontal o comprimento de onda e o eixo vertical a intensidade luminosa.

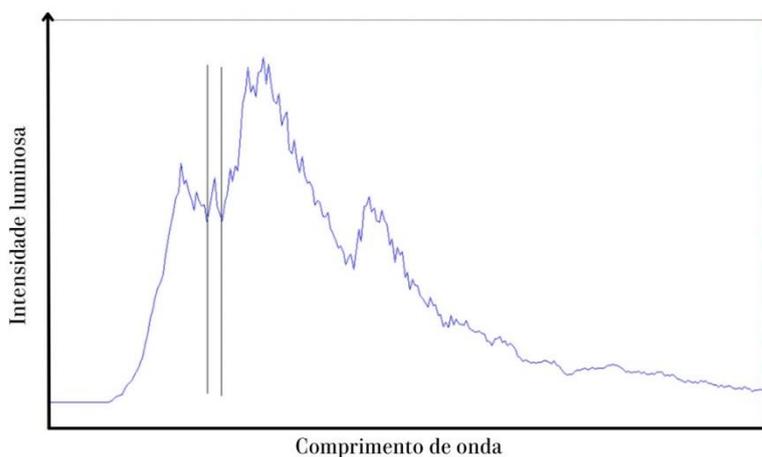


FIGURA 2. Espectro não calibrado da estrela Sirius, com identificação de duas linhas características. A escala horizontal é de comprimento de onda, e a escala vertical de intensidade luminosa fotométrica.

Para calibração do espectro, foi necessário identificar na curva representada na figura 5 ‘vales’ características do espectro de Sirius. Nesse caso específico, identificou-se as linhas referentes ao hidrogênio-gama (4340 Å) e hidrogênio-delta (4101 Å). Como parâmetro, utilizamos a base de dados do espectrógrafo ELODIE, no qual encontra-se o espectro de precisão para Sirius (figura 3).

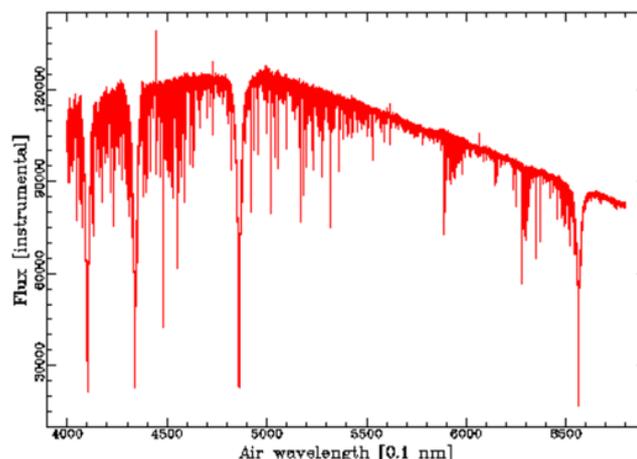


FIGURA 3. Espectro de precisão da estrela Sirius, disponível na base de dados do espectrógrafo ELODIE.

Em seguida à calibragem do espectro, utilizamos a base de dados do próprio V-Spec para estrelas do tipo A0v (figura 4), com o intuito de se determinar a curva de resposta do sensor fotográfico do celular. Dividiu-se então o espectro calibrado por aquele referente a estrelas do tipo de Sirius. A curva resultante desta divisão refere-se então à curva de resposta, com a qual se faz posteriormente a subtração do espectro original. A curva de resposta precisa ser ajustada no sentido da retirada do seus ‘picos característico’, resultando num espectro como na figura 5.

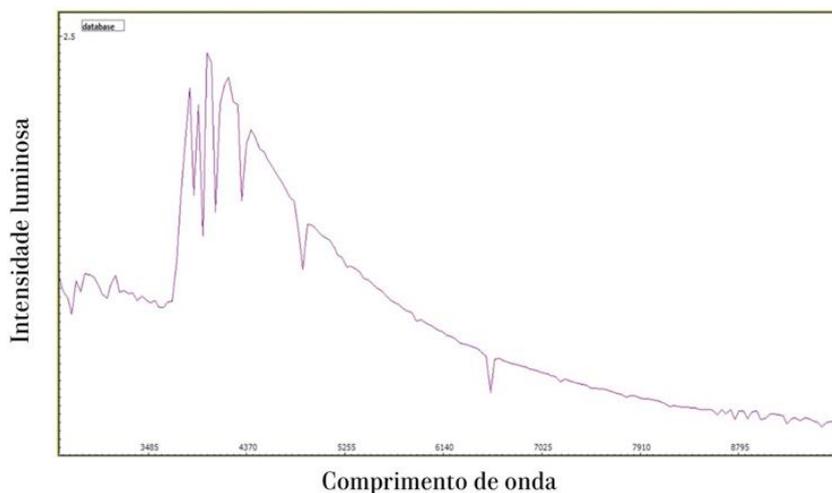


FIGURA 4. Espectro de referência para estrelas tipo A0v, da base de dados do próprio programa V-Spec. A escala horizontal, de comprimento de onda, está em Å.

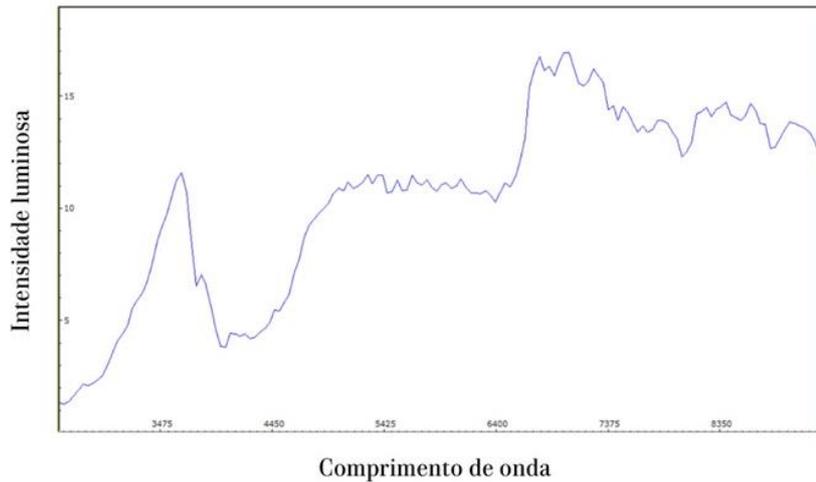


FIGURA 5. Curva da sensibilidade do sensor fotográfico do celular utilizado nas seções. A escala horizontal, de comprimento de onda, está em Å.

Com a curva de resposta do sensor, realiza-se então a última etapa de subtração do espectro original calibrado por esta última, obtendo a curva representada na figura 9. Representamos na figura algumas das linhas características do espectro de Sirius que ficam relativamente evidentes na figura, como o hidrogênio-alfa (6551 Å) e aquelas usadas para calibração (hidrogênio-gama e hidrogênio-delta).

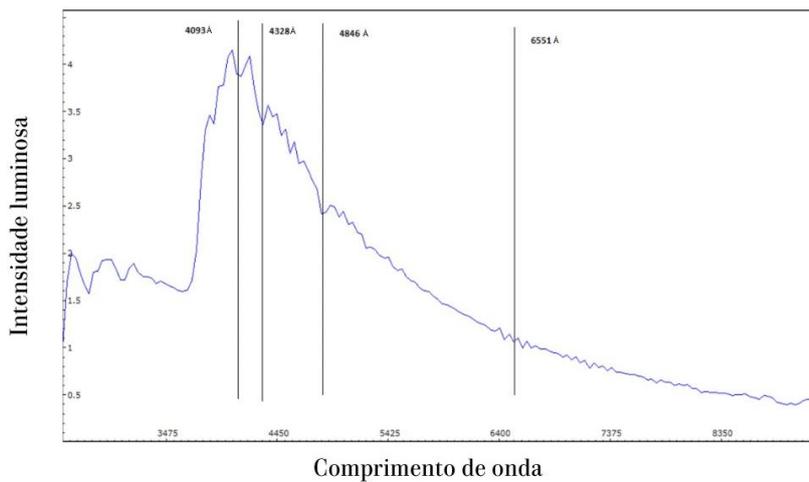


FIGURA 6. Espectro calibrado e subtraído da curva de sensibilidade do sensor fotográfico para a estrela Sirius, com identificação das linhas características. A escala horizontal, de comprimento de onda, está em Å.

Com base na análise dos dados, pode-se notar claramente as quatro primeiras linhas da série de Balmer, características no espectro de Sirius. A tabela a seguir compara os dados da literatura com os obtidos nesse trabalho:

TABELA 1. Comparação com as medidas das linhas de Balmer para Sirius com a literatura.

	Kramida <i>et al</i> (2023)	este trabalho (nm)	erro relativo (%)
Hidrogênio alfa	656,279	655,1	0,12
Hidrogênio beta	486,135	484,6	0,31
Hidrogênio gama	434,0472	432,8	0,29
Hidrogênio delta	410,1734	409,3	0,21

CONCLUSÕES

Apesar das limitações encontradas quanto à natureza dos equipamentos utilizados, o alto nível de poluição luminosa na cidade de São Paulo, e o caráter modesto dos aplicativos utilizados para análise, pode-se obter um resultado satisfatório como pode-se notar com o espectro de Sirius na figura 6. Isto é, a curva do espectro da estrela e suas linhas características se tornaram evidentes após os processos de calibração e subtração da curva de resposta do sensor. Ainda que a estrutura fina dos espectros não seja possível de resgatar devido à limitação dos sensores fotográficos de celulares, boa parte das linhas características, que permitem identificar parte da composição química da estrela (e portanto seu tipo e seu 'estágio de vida'), são passíveis de identificação e registro.

Os resultados obtidos nesse trabalho podem encorajar outros autores à realização de trabalhos semelhantes que explorem as possibilidades do uso do celular acoplado ao telescópio. Registro de estrelas variáveis, espectros planetários, e até mesmo o registro de astrotografias com o fim mais fotográfico/estético podem ser obtidas em diferentes condições. Como próximas etapas do projeto, os proponentes visam registrar e analisar outras estrelas com espectros bem característicos (como Altair, Vega e Rigil Kentaurus).

CONTRIBUIÇÕES DOS AUTORES

Autor 1 contribuiu no processo de aquisição de dados e fundamentação teórica. Autor 2 contribuiu com a análise de dados. Ambos os autores atuaram na redação do trabalho. Todos os autores contribuíram com a revisão do trabalho e aprovaram a versão submetida.

AGRADECIMENTOS

Agradecemos ao PIBIFSP pelo financiamento por meio de bolsas estudantis, e a instituição de origem dos proponentes pelo fornecimento dos materiais (telescópio) e espaço para realização das sessões de observação e fotografia.

REFERÊNCIAS

JOHNSON, J. T., HARSHAW, R. A., & HEDGES, M. C. Promoting scientific skills through smartphone astrophotography. *The Physics Teacher*, 55(3), 172-175, 2017.

KRAMIDA, A., RALCHENKO, Y., READER, J., e NISTASD Team (2023). NIST Atomic Spectra Database (ver. 5.11). Acesso online, outubro de 2024: https://physics.nist.gov/PhysRefData/ASD/lines_form.html

MAZUR, E., & PESCOVITZ, H. Reproducing historical physics experiments as a teaching and learning method. *American Journal of Physics*, 73(7), 621-625, 2005.

NAPOLEÃO, T.A.J. *Astrofísica Estelar para o Ensino Médio: Uma abordagem empírica baseada na observação visual das estrelas variáveis*. Dissertação de Mestrado defendida no Instituto de Astronomia, Geofísica e Ciências Atmosféricas da Universidade de São Paulo. 425p. 2018

SLATER, T. F., SLATER, S. J., & BAILEY, J. M. Smartphone astronomy: engaging students in the science of the cosmos. *Research in Science Education*, 49(1), 235-250, 2019

WALKER, D. F., & REYNOLDS, M. A. Bringing the sky down to earth: using astronomical images in the classroom. *The Physics Teacher*, 46(7), 427-433, 2008.