



## EXPERIMENTO SOBRE TRÂNSITO DE EXOPLANETAS PARA USO NO ENSINO DE FÍSICA E ASTRONOMIA NA EDUCAÇÃO BÁSICA E SUPERIOR

### EXPERIMENT ON TRANSIT OF EXOPLANETS FOR USE IN THE TEACHING OF PHYSICS AND ASTRONOMY IN BASIC AND HIGHER EDUCATION

Ícaro Meidem Silva<sup>1</sup>, Thiago Costa Caetano<sup>2</sup>, Agenor Pina da Silva<sup>3</sup>,  
Wagner J. B. Corradi<sup>4</sup>

<sup>1</sup> Universidade Federal de Itajubá, Instituto de Física e Química, icaro-meidem@hotmail.com

<sup>2</sup> Universidade Federal de Itajubá, Instituto de Física e Química, tocaetano@unifei.edu.br

<sup>3</sup> Universidade Federal de Itajubá, Instituto de Física e Química, agenor@unifei.edu.br

<sup>4</sup> Laboratório Nacional de Astrofísica, wbcorradi@lna.br

**Resumo:** *Nas últimas décadas tem-se notado um aumento considerável nos trabalhos acadêmicos sobre o ensino de Astronomia. Entretanto, esse aumento não significou que o ensino tenha se tornado melhor ou mais eficiente, mas demonstra apenas que ganhou espaço na pesquisa no campo do Ensino de Ciências. Essa realidade é comprovada por diversos trabalhos que indicam que a Astronomia, na realidade, está fora de nossas escolas da Educação Básica. A partir desse resultado o objetivo foi desenvolver uma atividade experimental que permita uma abordagem diferenciada para trabalhar com o ensino de astronomia com a temática de trânsitos de exoplanetas. Acredita-se que essa temática possa despertar o interesse dos alunos para a aprendizagem de alguns conceitos físicos e de astronomia de forma correta, além de contribuir para o entendimento de como ocorrem os trânsitos dos planetas, sendo este tema abordado frequentemente nas redes sociais e outros meios de comunicação. Neste trabalho é descrito como será desenvolvida uma sequência didática utilizando um aparato experimental para o ensino de física e astronomia tanto na educação básica quanto nos anos iniciais da graduação. Assim, espera-se que os alunos tenham melhor compreensão de como são detectados e caracterizados esses objetos tão longínquos.*

**Palavras-chave:** Ensino de física; Ensino de astronomia, Sequência Didática; Exoplanetas; Experimento didático.

**Abstract:** *In the last decades there has been a considerable increase in the amount of academic works about Astronomy Teaching. However, this increase does not mean that teaching has become better or more efficient, but only suggests that it has gained space in the research field. This reality is confirmed by several works that Astronomy, in fact, is outside our Basic Education practice. From this result, the goal was to develop an experimental activity that would allow a differentiated approach to help teaching the theme of exoplanet transits. It is believed that this theme can arise the interest of students to learn some physical and astronomy concepts correctly, in addition to contributing to the understanding of how the transits of the planets occur, a topic being frequently addressed in social networks and other media. In this work, it is described how a didactic sequence has been developed using an experimental apparatus for the teaching of physics and astronomy in the basic education and initial years of undergraduation. Thus, it is expected that students acquire a better understanding on how these distant objects are detected and characterized.*

**Keywords:** Physics teaching; Astronomy Teaching; Exoplanets; Didactic Experiment.



## INTRODUÇÃO

No campo da formação planetária têm sido estudados sistemas planetários em diversas configurações e diferentes estágios de evolução. Com a crescente quantidade de exoplanetas sendo descobertos foi notado que existe uma grande possibilidade de eles serem objetos tão comuns quanto as estrelas no nosso universo, além de uma diversidade inesperada que conta com exoplanetas de várias morfologias diferentes.

Em função desses resultados recentes e estimulantes, é fundamental criar materiais de estudo e temáticas estimulantes, tais como a temática experimental, para melhor compreensão desses objetos e suas técnicas de detecção. Nesse sentido, podemos incrementar e diversificar o ensino de astronomia nos anos iniciais dos cursos de graduação em física e o ensino de física na rede básica de ensino.

Os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCNs) destacam a importância da inserção da Astronomia nos currículos de Ciências, sendo empregada como um tema estruturante na Educação Básica (QUEIROZ, 2008). Apesar do esforço dos pesquisadores dessa temática em propor novas alternativas e possíveis soluções para os problemas do ensino de astronomia, além de apontar as principais causas dessas problemáticas, ainda existe um distanciamento significativo entre os resultados e indicadores obtidos nessas pesquisas, e a efetivação na sala de aula dessas propostas de melhoria (GONZATTI et al, 2013).

Dentre essas propostas que se encontra na literatura, tem-se a utilização de atividades práticas para trabalhar um determinado tema de astronomia, sendo necessário ressaltar que essa abordagem não é capaz de solucionar todos os problemas relacionados ao ensino de astronomia, mas contribui, por exemplo, com a questão da formação do professor e o domínio dos conteúdos envolvidos em determinada proposta (DE OLIVEIRA. et al, 2018). Geralmente, essas propostas são elaboradas visando o ensino de astronomia voltado para conceitos básicos, sendo que dessa forma, não é necessário que o professor seja um astrônomo com formação acadêmica nessa ciência, mas é importante que ele domine o conteúdo que as propostas abordam, sendo geralmente conceitos mais simples que podem ser encontrados em consultas à materiais didáticos e até mesmo nas próprias propostas (DE OLIVEIRA. et al, 2018).

O uso de experimentos, dependendo de como for empregado, torna-se uma estratégia que permite ao educador ensinar determinado conteúdo de forma mais dinâmica e prazerosa para os alunos. Com isso, as atividades experimentais empregadas no ensino de Física, de modo geral, também têm se tornado objeto de estudo de pesquisadores nas últimas décadas. Isso demonstra a existência de uma estreita relação entre o ensino de Física e as atividades ligadas ao laboratório (ALVES FILHO, 2000), o que torna evidente a importância de abordar esse assunto quando pretende-se discutir sobre a qualidade do ensino de astronomia. Assim, deve-se ter um olhar mais cuidadoso para as metodologias aplicadas no processo de formação dos estudantes quanto aos conteúdos relacionados com a astronomia através da prática experimental (DE OLIVEIRA. et al, 2018).

Nessa perspectiva, é importante ressaltar que existem diferentes abordagens e formas de se trabalhar com a prática experimental no ensino de ciências (ARAÚJO; ABIB, 2003), sendo possível encontrar abordagens que focam a verificação ou ilustração de um fenômeno, e outras que buscam trabalhar a



habilidade investigativa dos alunos. Desse modo, aparece a necessidade de conhecer os limites e potencialidades que determinada prática experimental pode oferecer no processo de ensino e aprendizagem (DE OLIVEIRA. et al, 2018).

Por fim, este trabalho tem como objetivo geral trazer uma proposta diferenciada para o ensino de astronomia por meio de uma atividade prática. A maioria das propostas encontradas na literatura apresentam uma metodologia voltada para a simples demonstração de um determinado conceito, onde havia pouca interação do aluno com a atividade experimental tornando-a menos cativante e entusiasta.

### ***Exoplanetas: O que são e um breve histórico***

Um exoplaneta ou planeta extrasolar é um planeta que orbita uma estrela que não seja o nosso Sol, sendo assim pertencente a um outro sistema planetário. Sua formação tem origem em grandes nuvens de gás e poeira a partir das quais se formam as novas estrelas e, em alguns casos, esses sistemas planetários.

Assim que a descoberta do primeiro exoplaneta foi confirmada despertou-se ainda maior interesse nessa área da astronomia. No campo da formação planetária têm sido estudados sistemas planetários em diversas configurações e diferentes estágios de evolução. Com a crescente quantidade de exoplanetas sendo descobertos, foi notado que existe uma grande possibilidade de eles serem objetos tão comuns quanto as estrelas no nosso universo, além de uma diversidade inesperada (DE SOUZA et al, 2019).

As primeiras observações científicas com o propósito específico de detectar exoplanetas aconteceram no final da década de 80, porém esses exoplanetas só foram definitivamente confirmados em 1992, com a confirmação da detecção do primeiro exoplaneta (Wolszczan, 1992). Alguns anos depois, em 1995, foi encontrado um exoplaneta na estrela 51 pegasi (Mayor et al, 1995), sendo esse o primeiro exoplaneta gigante gasoso, descoberto em uma estrela similar ao nosso Sol. Hoje eles são conhecidos como “Hot Jupiters”. Essa descoberta rendeu o Prêmio Nobel de Física de 2019 aos seus descobridores (NOBEL PRIZE, 2019). Desde então, mais de 5 mil exoplanetas foram confirmados (NASA, 2022).

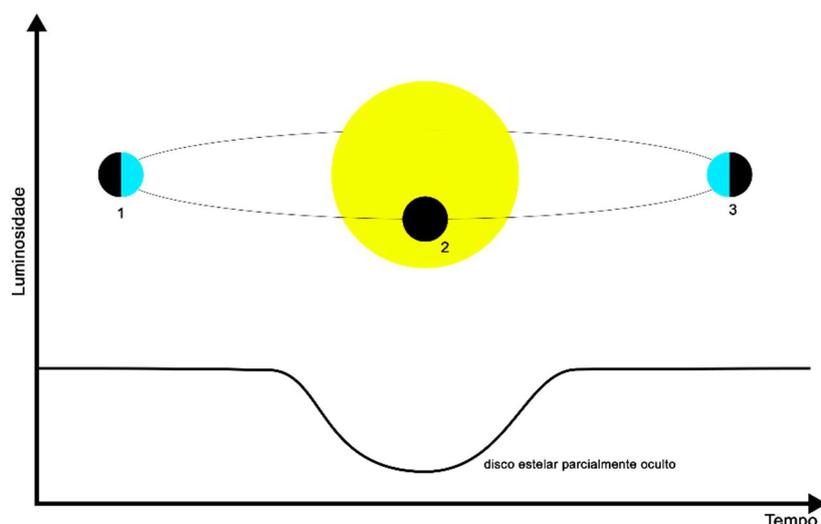
Após a primeira descoberta do primeiro Hot Jupiter cogitou-se que o Sistema Solar não ser um “sistema padrão”, ou seja, a configuração que conhecemos de planetas rochosos mais internos e os gasosos mais externos, pode não ser uma “Regra Universal”, pois se acreditava que planetas gasosos se formavam em regiões mais distantes de suas estrelas. Isso nos conduziu a uma nova visão sobre como os sistemas planetários são formados e evoluem, transformando os Hot Jupiters em objetos essenciais para o entendimento desses processos. Com isso, os astrônomos começaram a se perguntar como os sistemas planetários se formam e porque alguns se formam em configurações diferentes.

### ***Trânsito planetário e como abordar no ensino de astronomia e física***

Com o crescente número de exoplanetas detectados recentemente, com mais de 5000 objetos detectados somente com a Missão Kepler da NASA (NASA, 2022), sendo 3800 através da técnica de detecção por trânsitos planetários (NASA,

2022), apareceu a necessidade da caracterização dos parâmetros físicos desses objetos. O acompanhamento desses eventos de trânsitos planetários têm se mostrado um método eficiente para a caracterização de exoplanetas e de novos sistemas planetários.

Os eventos de trânsitos planetários ocorrem quando um planeta oculta parte do disco de sua estrela hospedeira (2). Nas posições (1) e (3) não ocorre o bloqueio de parte da luz do disco planetário. Aqui, vale ressaltar, que essa ocultação só pode ser observada quando o planeta oculta parte do disco da estrela para na mesma linha de visada de um observador na Terra. Na Figura 01 tem-se um esquema de como ocorre a passagem do planeta pelo disco estelar e como o observador observa o comportamento da luz deste evento.



*Figura 01: Representação do trânsito de um exoplaneta e do comportamento da luminosidade da estrela em função da posição do planeta na órbita. Fonte: autoria própria.*

A partir disso, obtém-se a queda do brilho da estrela quando um exoplaneta passa na frente da estrela, sendo que esta queda está relacionada ao tamanho do planeta e da estrela, através dessa diminuição do brilho, é possível obter uma relação do fluxo em função do tempo, permitindo a confecção de um gráfico denominado de curva de luz da estrela, a qual permite estimar alguns parâmetros orbitais como, por exemplo, o raio do planeta que é proporcional a profundidade da curva de luz e alguns parâmetros da alta atmosfera do objeto.

Os conceitos físicos envolvidos nos eventos de trânsitos planetários abrangem desde temas relativamente simples como a física envolvida nos movimentos orbitais, até assuntos mais complexos como, por exemplo, as leis de radiação térmica para as estrelas (SANTOS e AMORIM, 2017). Desse modo, esse tema pode ser trabalhado facilmente nas escolas de ensino básico e no primeiro ano do curso de astronomia ou física, desde que se faça a transposição didática de forma coerente para o público com que se pretende trabalhar.

Entre os conceitos físicos que podem ser trabalhados com alunos de ensino médio, mais especificamente alunos do segundo ou do terceiro ano, tem-se as Leis de Kepler, criadas através dos estudos de Johannes Kepler (1571-1630) e a Leis da Espectroscopia criadas através das observações de Gustav Robert Kirchhoff (1824-1887). No qual a primeira pode-se tratar a primeira as Leis de Movimento dos astros



em torno de uma estrela e a segunda os espectros de emissão e absorção de um gás, no caso a atmosfera de um exoplaneta.

No caso dos alunos dos primeiros anos de graduação em física ou astronomia, pode-se tratar os mesmos termos mais aprofundados e, também, assuntos relacionados à evolução planetária e à evolução e física estelar. Além disso, tratar de assuntos como a frequência angular de translação, distância entre a fonte e o objeto, ângulo de inclinação do plano orbital e a dimensão de um planeta.

## **METODOLOGIA**

O estudo a ser abordado neste projeto e que será trabalhado com os alunos é a Técnica de Trânsito Planetário e como ela é utilizada para detectar e caracterizar um exoplaneta. Para isso será utilizado o experimento desenvolvido neste projeto em uma sequência de ensino e aprendizagem (SEA) baseada em Design-Based Research (DBR). Inicialmente foi-se pensado em otimizar o experimento feito por DE OLIVEIRA. et al. (2018), porém com vários estudos e planejamentos, foi decidido construir um experimento do início, com peças novas e montagem totalmente diferente com ajuda do Laboratório Nacional de Astrofísica – LNA/MCTI.

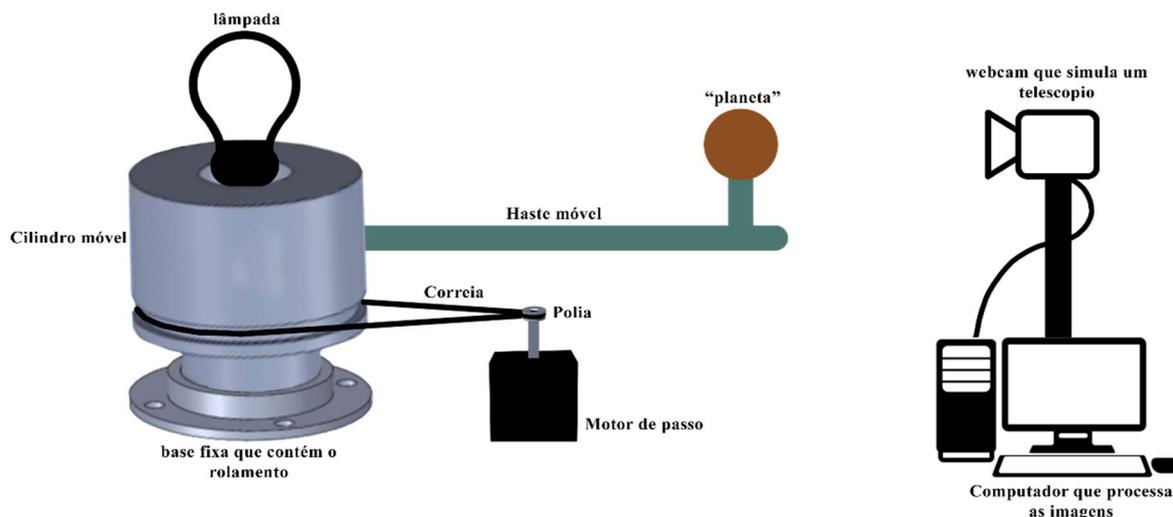
Após o experimento estar construído e em pleno funcionamento, tanto a parte eletrônica quanto a sua programação de aquisição de imagens, será planejada e construída a SEA, ela será aplicada na disciplina “AST001 - Conceitos De Astronomia” ofertada pela UNIFEI no ano inicial do curso de física licenciatura. Durante a aplicação, a SEA será refinada e otimizada de forma que os alunos tenham melhor ensino e aprendizagem.

O método de avaliação será feito através da observação e de questionários que serão aplicados ao final da SEA. Com isso, espera-se que os alunos tenham total compreensão de como a técnica de trânsito planetário é utilizada na detecção e caracterização de exoplanetas.

Ao final da pesquisa o experimento fará parte do quadro de experimentos da Divulgação e Ensino Não-Formal de Astronomia (DENF) do LNA e do Espaço Interciências da UNIFEI, no qual será utilizado em eventos de divulgação científica, no ensino de astronomia e física para escolas da região e na formação de professores em ciências exatas.

## **RESULTADOS E DISCUSSÃO**

O processo de construção e configuração do experimento está finalizado. Os componentes mecânicos foram projetados e construídos com auxílio do LNA. A parte eletrônica do experimento também está finalizada, tendo sido concebida, planejada e desenvolvida totalmente neste projeto (vide a figura 02 uma esquematização do experimento). Encontra-se implementada e em funcionamento a programação feita em Python orientada a objeto para a aquisição de curvas de luz no experimento.



*Figura 02: Esquema do experimento todo montado, com todas as peças planejadas. Esquema produzido para melhor visualização e compreensão do experimento. **Esquema fora de escala.***

Até a escrita deste artigo a aplicação da SEA estava em processo de finalização e estava sendo iniciada a análise dos dados. A análise de dados será focada em alguns objetivos e indicadores de aprendizagem pré-definidos na aplicação da SEA.

Ao final da análise espera-se que todos os objetivos estejam cumpridos e que os alunos tenham total compreensão da técnica de trânsito planetário utilizada para caracterizar e detectar um exoplaneta e da importância de um experimento interativo para estudos mais aprofundados no que se refere ao tema. Além disso, espera-se que os alunos deixem de lado concepções alternativas ao que se refere à temática de exoplanetas e sua caracterização.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

O uso de experimentos, dependendo de como for empregado, torna-se uma estratégia que permite ao educador ensinar determinado conteúdo de forma mais dinâmica e prazerosa para os alunos. Com isso, as atividades experimentais empregadas no ensino de Física, de modo geral, também têm se tornado objeto de estudo de pesquisadores nas últimas décadas. Isso demonstra a existência de uma estreita relação entre o ensino de Física e as atividades ligadas ao laboratório (ALVES FILHO, 2000), o que torna evidente a importância de abordar esse assunto quando pretende-se discutir sobre a qualidade do ensino de astronomia. Assim, deve-se ter um olhar mais cuidadoso para as metodologias aplicadas no processo de formação dos estudantes quanto aos conteúdos relacionados com a astronomia através da prática experimental (DE OLIVEIRA. et al, 2018).

Este trabalho tem por objetivo geral trazer uma proposta diferenciada para o ensino de astronomia por meio de uma atividade prática. A maioria das propostas encontradas na literatura apresentam uma metodologia voltada para a simples demonstração de um determinado conceito, onde havia pouca interação do aluno com a atividade experimental tornando-a menos cativante e entusiasta.



Assim, neste trabalho, busca-se trazer uma proposta que difere tanto na temática, quanto na metodologia usualmente abordada. Pois, a temática de detecção e caracterização de exoplanetas podem ser um excelente tema motivador para o ensino de astronomia, sendo que estes temas são abordados frequentemente nas publicações em revistas e publicações em redes sociais com a novas descobertas de novos mundos em torno de novas estrelas.

## AGRADECIMENTOS

Ao Fundo Nacional de Desenvolvimento da Educação que concede bolsa de fomento a essa pesquisa para que seja desenvolvida.

Ao Laboratório Nacional de Astrofísica que auxiliou no projeto e produziu algumas das peças que foram utilizadas na construção do experimento e deu suporte necessário para a montagem do mesmo.

Ao Instituto de Física e Química que fornece recursos e ferramentas para construção do experimento e da sequência didática.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALVES FILHO, José de Pinho. Regras da transposição didática aplicada ao laboratório didático. **Caderno Catarinense de Ensino de Física**. v. 17, n. 2, p. 174-188, ago., 2000.

BORUCKI, W. J., KOCH, D., Basri, G., et al. 2003, Earths: **DARWIN/TPF and the Search for Extrasolar Terrestrial Planets**, ed. M. Fridlund, T. Henning, H.Lacoste (ESA SP- 539; Noordwijk: ESA), 69.

DE SOUZA, Diego Carvalho; HICKEL, Gabriel Rodrigues. **Caracterização de Atmosferas de Exoplanetas do Tipo Hot-Jupiter por Fotometria Diferencial**. Trabalho Final de Graduação. Instituto de Física e Química. Universidade Federal de Itajubá. 2019.

DE OLIVEIRA, Janderson M.; DA SILVA, Agenor Pina; MARTIOLI, Eder. **Trânsitos de Exoplanetas: Atividade experimental para o ensino de astronomia**. Trabalho Final de Graduação. Instituto de Física e Química. Universidade Federal de Itajubá. 2018.

EASTERDAY, M. W., LEWIS, D. R., & GERBER, E. M. Design-based research process: Problems, phases, and applications. Boulder, CO: International Society of the Learning Sciences, 2014.

GONZATTI, Sônia Elisa Marchi; MAMAN, Andréia Spessatto De; BORRAGINI, Eliana Fernandes; KERBER, Júlia Cristina; HAETINGER, Werner. Ensino de astronomia: cenários da prática docente no ensino fundamental. **Revista Latino-Americana de Educação em Astronomia - RELEA**, n.16, p.27-43, 2013.

MAYOR,M; QUELOZ,D. A Jupiter-mass companion to a solar-type star. **Nature**, Volume 378, Issue 6555, pp. 355-359, 1995.

NASA Science – **Exoplanet Exploration**. Planets Beyond Our System Solar. Disponível em: <https://exoplanets.nasa.gov>. Recuperado em 31 de julho de 2022.



THE NOBEL PRIZE. **Press Release: The Nobel Prize in Physics 2019.** The Royal Swedish Academy of Sciences. 8 October 2019.

QUEIROZ, Vanessa. **A Astronomia presente nas séries iniciais do Ensino Fundamental das Escolas Municipais de Londrina.** 2008. Dissertação (Mestrado em ensino de Ciências e Educação Matemática) – Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 2008.

ROMANZINI, Juliana; BATISTA, Irinéia de Lourdes. Os Planetários como ambientes não-formais para o ensino de ciências. **VII Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências**, 2009.

SIMSON, Olga Rodrigues de Moraes; PARK, Margareth Brandini; FERNANDES, Renata Sieiro. **Educação Não-Formal: cenários da criação.** Campinas: Editora da UNICAMP/ Centro de Memórias, 2001.

WOLSZCZAN, A.; FRAIL, D. A Planetary System Around the Millisecond Pulsar PSR1257+12. **Nature**, v. 355, p. 145–147, 1992. 2, 19.