

## **O ESTUDO DE EXOPLANETAS E O ENSINO DE FÍSICA E ASTRONOMIA**

RYAN NEPOMUCENO MONTEMOR<sup>1</sup>, RICARDO ROBERTO PLAZA TEIXEIRA<sup>2</sup>.

<sup>1</sup> Graduando no curso de Licenciatura em Física, Bolsista de Iniciação Científica pelo PIBIC/CNPq, IFSP, Câmpus Caraguatatuba, montemor.n@aluno.ifsp.edu.br.

<sup>2</sup> Doutor em Física pela USP e Docente do IFSP, Câmpus Caraguatatuba, rteixeira@ifsp.edu.br

Área de conhecimento (Tabela CNPq): Ciências – 9.05.00.00-8

**RESUMO:** O intuito do presente trabalho é analisar as formas pelas quais o estudo de exoplanetas – planetas pertencentes a um sistema planetário distinto do nosso – pode colaborar para o ensino de física. São apresentados conceitos, definições e leis importantes para o estudo de exoplanetas, assim como os métodos e as ferramentas tecnológicas e científicas que são utilizadas para a sua detecção, a partir de artigos acadêmicos e livros de divulgação científica que estão disponíveis sobre o tema. Além de trabalhar com os conhecimentos acerca de diversos tópicos associados ao estudo de exoplanetas, este artigo tem o objetivo de contribuir com as possíveis formas de divulgação científica sobre este assunto e destacar a importância do estudo de astronomia no ensino de física, de modo a tornar esta disciplina mais atraente aos alunos do ensino médio. É feita uma análise das experiências implementadas durante as atividades de extensão realizadas em escolas públicas da região do litoral norte paulista, no âmbito do programa de extensão “Cinedebate e atividades de educação científica e cultural” do IFSP-Caraguatatuba, por meio de palestras e oficinas científicas sobre foguetes e exploração espacial.

**PALAVRAS-CHAVE:** ensino de física; exoplanetas; astronomia; divulgação científica.

### **1 INTRODUÇÃO**

O nosso sistema solar possui oito planetas e, dentre eles, até o momento, apenas no planeta Terra é constatada a existência de vida. Porém, dado o tamanho do universo, há séculos muitos pesquisadores debatem a respeito da possibilidade de existência de vida em planetas pertencentes a sistemas planetários distintos do nosso, os denominados exoplanetas. Segundo Bernardes (2013), Giordano Bruno sugeriu em 1584 a existência de exoplanetas: “Existem, pois, sóis inumeráveis e infinitas terras, que giram a volta daqueles sóis, como estes sete giram em torno deste sol que nos é vizinho [...] A razão é que nós vemos os sóis que são os maiores, antes grandíssimos corpos, mas não vemos as terras, que por serem corpos muitos menores, são invisíveis (...)” (BRUNO, 1984). Mais de 400 anos após sua morte, os cientistas durante as últimas duas décadas, evoluíram da ideia teórica original que Giordano Bruno defendia – de que planetas como o nosso poderiam existir em outras regiões do universo – para a atual determinação experimental da existência de mais de 3 mil exoplanetas.

A Via-Láctea possui algo da ordem de centenas de bilhões ( $\sim 10^{11}$ ) de estrelas e, portanto, potencialmente, uma enorme quantidade de sistemas planetários; por consequência disto, deve existir uma grande variedade de planetas com distintas características e propriedades, tais como massa, raio (tamanho), temperatura, distância até a estrela em torno da qual orbita, energia disponível, composição química e, em específico, capacidade de manter certas substâncias (como a água) no estado líquido. Tais dados são de extrema importância para a análise, pois com os resultados obtidos, é possível indicar o índice de “habitabilidade” que cada Exoplaneta possui que está associado à probabilidade de existência de vida, tal como a conhecemos aqui na Terra. Atualmente, mais de 3 mil exoplanetas já foram catalogados e cerca de outros 4 mil exoplanetas são candidatos a este título; estes números continuam subindo todo ano. Em 1995, os astrônomos suíços Michel Mayor e Didier Queloz, descobriram o primeiro planeta extra-solar na região de 51 Pegasi, por meio de medidas da velocidade radial da estrela em que ele orbita; os dados foram obtidos pelo Observatório de Haute-Provence (ALMEIDA, 2017; MAYOR; QUELOZ, 1995; AMORIM; SANTOS, 2017).

Nas técnicas de detecção direta, em que há uma dificuldade experimental muito maior, é feita uma análise na intensidade de brilho da estrela em torno da qual o planeta está orbitando; porém, como a quantidade de luz emitida por uma estrela é milhares de vezes maior que a porção de luz que um planeta pode refletir, isto é como tentar observar um vagalume ao lado de um farol de sinalização de um barco distante, uma analogia útil para explicar as dificuldades envolvidas nestas medições. As técnicas de detecção indireta são aquelas que conseguiram detectar o maior número de exoplanetas catalogados até hoje; as principais técnicas utilizadas nesta categoria envolvem a velocidade radial, o trânsito planetário, o *pulsar timing*, as microlentes gravitacionais e a astrometria (ALMEIDA, 2017).

A técnica de detecção indireta pelo “Método da Velocidade Radial” é realizada por meio de telescópios terrestres. Ela baseia-se em analisar um determinado sistema “estrela-planeta”; após identificar seu centro de massa, por meio do Efeito *Doppler*, é possível detectar o desvio das linhas espectrais para o azul, quando a estrela se aproxima do observador terrestre, ou para o vermelho, nos momentos em que a estrela se afasta da Terra. Estas variações estão relacionadas com as massas dos planetas que estão orbitando a estrela (TEIXEIRA, 2016).

Uma das técnicas utilizada por satélites é a “Análise de Trânsito Planetário”, aplicada somente quando o plano orbital do planeta tem um alinhamento com nossa linha de visão: assim que o planeta passa na frente da estrela eclipsando-a, o satélite detecta a variação de

brilho correspondente. Por meio desta técnica é possível calcular o tamanho do planeta a partir da curva de luz proveniente da estrela. Quando este dado é combinado com o valor de sua massa, obtida por meio do Efeito *Doppler*, é possível estimar a densidade do planeta em questão (SANTANA, 2011).

De modo complementar, a detecção por “Imagem Direta” (“*Direct Imaging*”) consiste na observação direta, o que possibilita uma melhor análise da composição da atmosfera do exoplaneta devido às linhas espectrais que podem ser avaliadas a partir do espectro de luz emitido pelo planeta ou por meio da análise térmica feita a partir dos dados no espectro do infravermelho, podendo-se chegar a importantes parâmetros físico-químicos. Esta técnica possui certas limitações, pois por meio dela só é possível realizar a detecção de planetas com grande massa e localizados numa posição relativamente distante das estrelas em relação as quais orbitam (MARTINS, 2013).

Outra técnica interessante para descobrir exoplanetas tem como base a teoria da relatividade de Einstein, que afirma que o trajeto de uma luz é alterado quando esta interage com a curva do espaço-tempo gerado pela massa de um objeto. No caso de um sistema estrela-planeta, quando a luz de uma estrela mais distante atravessa o campo gravitacional deste sistema, um efeito de “focalização” é produzido devido à concentração de massa existente entre fonte luminosa e o observador, desta forma a convergência da luz será maior para um sistema-planeta em comparação com a situação quando não existe a presença de um planeta. A relatividade de Einstein descreve este fenômeno, pois relaciona quantitativamente a distância entre o observador e a lente, a distância entre a lente e a fonte e a distância entre o observador e a fonte (ALMEIDA, 2017).

Um tema de pesquisa que tem crescido associado à investigação acerca de Exoplanetas é o estudo das possibilidades de existir vida fora da Terra, em especial trabalhando com as condições físico-químicas existentes em muitos exoplanetas. Este campo de conhecimento é denominado Astrobiologia ou Exobiologia: é um ramo promissor e em expansão, devido ao desenvolvimento tecnológico que hoje nos permite aplicar métodos científicos a fim de investigar as condições para a existência de vida em outros lugares da galáxia, assunto que está intimamente inter-relacionado com a questão da origem da vida no planeta Terra (PAULINO-LIMA, 2010).

A astronomia – em especial o estudo de Exoplanetas – deveria estar mais presente dentro das salas de aulas – em especial na disciplina de física – e ser mais discutida com os jovens, para motivá-los para a aprendizagem de conhecimentos científicos e também para despertar novos talentos para áreas de pesquisa consideradas áridas, por alguns, mas que na

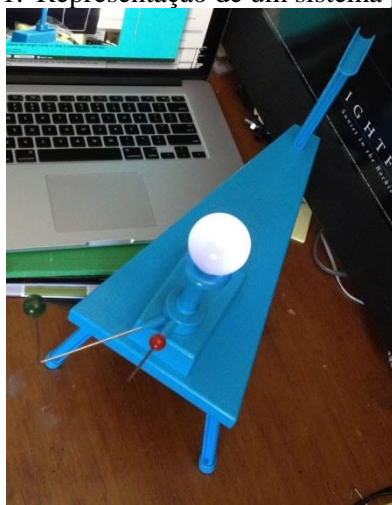
verdade são fascinantes por diversos pontos de vista. Além disso, é importante tirar os alunos da passividade, levando-os para um estado de reflexão acerca do mundo em que vivem, pela contextualização do objeto de ensino apresentado nas escolas, capacitando-os também para analisar criticamente os resultados adotados pelas políticas públicas para a ciência (CARNEIRO, 2015).

## 2 MATERIAL E MÉTODOS

Esta pesquisa ainda está em um estágio inicial de execução. Visto que o objetivo deste trabalho é investigar os conhecimentos relacionados aos exoplanetas de forma que sejam elaborados materiais didáticos usados como ferramentas para a divulgação científica e para o ensino de física, em especial para alunos do ensino médio, é necessário estabelecer as relações existentes entre o aprendizado e os métodos de ensino utilizados.

Um exemplo para aplicação prática em sala de aula do método de trânsito na detecção de exoplanetas - que detecta a variação luminosa causada por um planeta quando transita diante da sua estrela hospedeira – envolve a dinâmica intitulada “O Método de Trânsito: Fazendo previsões”, desenvolvida pelo Instituto de Física de Londres, na Inglaterra, e que tem o intuito de fazer com que os estudantes se interessem por astronomia e física. Neste projeto, por exemplo, utilizando materiais simples como espetos de churrasco, lâmpada e bolas de isopor, o aluno consegue ter uma noção visual de como o efeito se realiza em pequena escala. A figura a seguir apresenta o modelo utilizado como referência para representação do sistema planetário, que simula o movimento da órbita de um planeta ao redor da estrela.

FIGURA 1. Representação de um sistema planetário.



Fonte: NASA Kepler Mission, Alan Gould (2017).

Com a ajuda de um experimento como este, o professor tem mais facilidade para explicar o fenômeno e familiarizar os estudantes com a matemática envolvida nos gráficos, que podem

ser utilizados para relacionar a intensidade do brilho da estrela com o tempo do trajeto do planeta. Para uma análise mais completa do fenômeno, pode-se utilizar uma câmera para gravar o acontecimento e depois analisar os dados através do computador.

Outras formas didáticas para a apresentação do conhecimento existente acerca da física dos exoplanetas ocorrem por meio de palestras audiovisuais utilizando sites de simulações disponíveis na internet, tais como os *softwares Stellarium, Celestia, Carta Celeste, Virtual Planet e Kstars*; todos eles são *softwares* livres que podem ser usados como “planetários virtuais”, pois simulam o céu noturno e permitem a visualização de distintos corpos celestes e a análise de suas características.

Os telescópios existentes no IFSP-Caraguatatuba (um telescópio refrator de 90 mm de diâmetro da lente e um telescópio refletor de 140 mm de diâmetro do espelho) também auxiliarão no projeto, dinamizando a visualização do céu noturno, ao relacionar a cor do brilho das estrelas com as suas características físicas e químicas. Além disso, oficinas voltadas para a construção de lunetas com materiais de baixo custo, servirão como ferramenta didática não só para observação de corpos do céu noturno, mas também para a motivação dos jovens quanto aos estudos relacionados ao tema principal desta investigação.

### **3 RESULTADOS E DISCUSSÃO**

A divulgação científica é um dos pilares deste projeto de pesquisa. Já foram realizadas, ao longo de 2018, palestras de popularização da ciência sobre foguetes e exploração espacial, em escolas públicas do litoral norte paulista; estas ações aconteceram no âmbito do programa de extensão “Cinedebate e atividades de divulgação científica e cultural” desenvolvido no âmbito do IFSP-Caraguatatuba. Durante a realização destas palestras, notou-se um interesse por tópicos científicos relacionados à astronomia e aos fenômenos físicos envolvidos; o uso de imagens e vídeos nestas atividades permitiu tornar este conhecimento mais tangível aos alunos, que são muitas vezes equivocadamente subestimados no que diz respeito a sua capacidade de aprendizado.

Os resultados iniciais e ainda em estado embrionário das entrevistas realizadas com o público presente nestas palestras de divulgação científica, bem como em atividades de observação do céu noturno feitas por meio dos telescópios no IFSP-Caraguatatuba (realizadas tanto no IV Minicurso Livre de Astronomia do IFSP-Caraguatatuba no início de maio de 2018, quanto no evento de observação de um eclipse da Lua em 27 de julho de 2018), forneceram informações importantes que auxiliam o modo como abordar determinados tópicos cujos questionamentos foram maiores nos eventos.

#### 4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Essa pesquisa tem como objetivo analisar as possibilidades da utilização do estudo de exoplanetas associado a atividades práticas. Isto pode ser feito não apenas no ensino de Física que é o objetivo desta investigação, mas também em outras disciplinas, tais como biologia, química e matemática, de modo a facilitar o entendimento de conceitos científicos que são tratados em sala de aula. A apresentação do atual contexto histórico da exploração espacial, associada ao estudo de exoplanetas e da sua importância para o desenvolvimento tecnológico, possibilitam que o aluno adquira uma ideia dos limites aos quais os seres humanos estão atualmente sujeitos, tornando-se assim, um motivo para incentivá-los a atividades referentes a pesquisas que possam produzir novos conhecimentos científicos acerca do universo em que vivemos.

#### REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, Leandro de. **Estudo da topologia de microlentes gravitacionais e a descoberta de exoplanetas do tipo Terra na zona habitável**. Natal (RN): Dissertação de Mestrado – UFRN, 2017.
- AMORIM, R. G. G.; SANTOS, W. C. Calculation of mass and orbital data of exoplanets by Doppler method. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 39, n. 1, 2017.
- BRUNO, Giordano. **Acerca do infinito, do universo e dos mundos**. Lisboa: Fundação Calouste Gulbenkian, 1984.
- CARNEIRO, Dalira Lúcia Cunha Maradei; LONGHINI, Marcos Daniel. Divulgação científica: as representações sociais de pesquisadores brasileiros que atuam no campo da Astronomia. **Revista Latino-Americana de Educação em Astronomia - RELEA**, n. 20, p. 7-35, 2015.
- PAULINO-LIMA, Ivan Gláucio; LAGE, Claudia de Alencar Santos. Astrobiologia: definição, aplicações, perspectivas e panorama brasileiro. **Boletim da Sociedade Astronômica Brasileira**, v. 29, n. 1, p. 14-21, 2010.
- TEIXEIRA, Márcio Assunção. **Ferramentas da astroestatística para o estudo da velocidade radial estelar**. Natal (RN): Dissertação de Mestrado - UFRN. 2016.
- MARTINS, Jorge Humberto Costa. **Direct Detection of extra-solar Planets with ESPRESSO**. Porto (Portugal): Mestrado em Astronomia – Universidade do Porto, 2013.
- MAYOR, Michel; QUELOZ, Didier. A Jupiter-mass companion to a solar-type star. **Nature**, v. 378, n. 6555, p. 355, 1995.
- SANTANA, Juliana Cerqueira de. **Um estudo sobre o momentum angular total de estrelas com planetas**. Natal (RN): Dissertação de Mestrado – Universidade Federal do Rio Grande do Norte, 2011.