

O uso do smartphone para a simulação do método de trânsito em sala de aula



.....

Guilherme F. Marranghello*
Universidade Federal do Pampa,
Campus Bagé, Bagé, RS, Brasil.

Jéssica V. Falcão
Universidade Federal do Pampa,
Campus Bagé, Bagé, RS, Brasil.

Thauã L.B. Aveiro
Universidade Federal do Pampa,
Campus Bagé, Bagé, RS, Brasil.

Wesley M. Lucas
Universidade Federal do Pampa,
Campus Bagé, Bagé, RS, Brasil.

RESUMO

Este artigo apresenta um experimento simples que simula a detecção de exoplanetas pelo método de trânsito, utilizando um smartphone ou tablet. Os resultados aqui apresentados foram obtidos utilizando dois aplicativos: Sensor Box for Android e Light Meter. Os aplicativos foram instalados em dois aparelhos smartphone para fins de comparação: um Asus Zenfone 3 Max e um Motorola Z2 Play. Um experimento detalhado nos permite, através do método de trânsito, a determinação do raio do planeta a partir da redução da luminosidade detectada. Apresentamos alguns resultados obtidos na determinação desses raios, mas apresentamos também uma forma ainda mais simples de utilizar smartphones para demonstrar, qualitativamente, o método de trânsito. Essa técnica permite a inserção de um tema atual em sala de aula associada ao uso de ferramentas de TICs, promovendo o ensino da astronomia.

Palavras-chave: exoplanetas; smartphone; TICs; experimento

.....

1. Introdução

O presente trabalho tem como objetivo inserir um tema atual e instigante em sala de aula utilizando novas tecnologias. A astronomia, por si só, já atrai e aguça a curiosidade de jovens e adultos. Recentemente, com o avanço da tecnologia, a descoberta de novos planetas orbitando estrelas distantes tem trazido à tona um velho questionamento: estamos sós no Universo? Ao mesmo tempo em que a tecnologia de telescópios avança, avança também o acesso da juventude ao reflexo desse avanço, em aparelhos de smartphones e tablets. Por que não reunir esses avanços em uma sala de aula?

Este artigo tem o propósito de apresentar um experimento simples, capaz de demonstrar e explicar um dos principais métodos de detecção de exoplanetas: o método de trânsito. Essa atividade experimental consiste na utilização de uma fonte de luz, representando uma estrela; um pequeno objeto esférico, representando um exoplaneta, e, distante destes, um sensor para captar a quantidade de luz que chega na nossa Terra. Esse sensor nada mais é do que um smartphone ou um tablet que, geralmente, possuem esse tipo de sensor para ajustar os parâmetros de uma fotografia.

Em nossa atividade, utilizamos um smartphone e um tablet para realizar as medidas. Também utilizamos objetos de diferentes tamanhos (raios), a fim de simular planetas com diferentes dimensões. Realizamos a medida da luminosidade da fonte de luz e, em seguida, re-

petimos a medida com os objetos próximos à fonte de luz, utilizando as expressões indicadas por Santos e Amorim [1].

Um trabalho similar foi apresentado por Barrera-Garrido [2]; entretanto, não pretendemos apenas repetir e comparar a análise feita pelo autor, mas também apresentar as dificuldades na construção do experimento e propor uma alternativa de medida que, embora seja apenas qualitativa, propicia maior flexibilidade/mobilidade da atividade, sem perder em qualidade pedagógica. De qualquer forma, apresentaremos mais adiante as similaridades e diferenças entre a proposta aqui apresentada e a de Barrera-Garrido [2].

2. As TICs na sala de aula

Realizamos um levantamento de dados em três revistas cuja temática é o ensino de física: a *Revista Brasileira de Ensino de Física (RBEF)*, a *Revista de Ensino de La Física (REF)* e o *Caderno Brasileiro de Ensino de Física (CBEF)*. A pesquisa foi realizada nas edições de 1995 a 2019, onde buscamos identificar trabalhos que

Recentemente, com o avanço da tecnologia, a descoberta de novos planetas orbitando estrelas distantes tem trazido à tona um velho questionamento: estamos sós no Universo?

utilizassem recursos de TICs para o ensino de física e astronomia. O estudo foi iniciado pela análise dos títulos dos trabalhos, cujo principal critério de inclusão era a utilização de computadores, softwares, smartphone/tablet etc. em sala de aula. Não nos interessamos, no momento, por trabalhos que fizessem uso de construções em hardware, como, por exemplo, aqueles que usam placas microcontroladoras Arduino. Caso o título indicasse alguma incerteza, analisamos seus resumos para definir

*Autor de correspondência. E-mail: gfmarranghello@gmail.com.

se coincidia com os parâmetros de inclusão dos trabalhos. No período investigado, encontramos 76 trabalhos, sendo 40 artigos publicados na *RBEF*, 15 na *REF* e 21 no *CBEF*. Desses trabalhos, identificamos apenas 7 trabalhos que fazem uso de smartphones ou tablets para o ensino de física na sala de aula, com menção especial para a *RBEF*, que parece dar mais atenção ao assunto, com 7 trabalhos publicados.

Destacamos aqui os trabalhos de Castro-Palacio *et al.* [3], Vieira, Lara e Amaral [4], Guedes [5], Monteiro, Cabeza e Marti [6], Jesus e Sasaki [7], Franco, Marranghello e Rocha [8] e Fernandes *et al.* [9], que utilizam os sensores de luz, som e aceleração dos telefones para trabalhar diferentes conceitos físicos. Partimos então para a busca em uma revista especializada na área de educação em astronomia, a *Revista Latino-Americana de Educação em Astronomia (RELEA)*, que, com 26 números publicados desde 2004, não apresenta nenhum trabalho com propostas didáticas que envolvam o uso de tablets/smartphones em sala de aula. Por fim, uma busca na *Revista Física na Escola*, que tem como propósito a divulgação de material para professores, traz apenas um trabalho versando sobre o uso dessa tecnologia em sala de aula [10].

3. Exoplanetas

Exoplaneta ou planeta extrassolar é qualquer planeta que não faça parte do Sistema Solar. Até o final da década de

1980, a existência de exoplanetas era apenas uma especulação feita pelos cientistas, uma vez que a tecnologia da época impossibilitava a identificação de corpos celestes não luminosos que ficavam a uma distância muito grande do Sistema Solar.

Apenas em 1989 foi descoberto o primeiro exoplaneta, um gigante gasoso que gravitava a estrela Alrai, que fica a 45 anos-luz da Terra. Essa descoberta foi feita pelos cientistas Lawton e Wright, graças às observações feitas nas variações das velocidades radiais da estrela.

No final da década de 1990, com o avanço da tecnologia dos telescópios, começaram a ser descobertos centenas de exoplanetas dos mais variados tipos. O principal objetivo dos cientistas é conseguir encontrar um exoplaneta habitável, ou seja, que tenha todas as condições ideais para que abrigue a vida como é conhecida na Terra. O telescópio espacial Kepler foi um dos principais responsáveis por fazer o número de exoplanetas detectados saltar para a casa dos milhares. Atualmente, o telescópio TESS (Transiting Exoplanet Survey Satellite) (Fig. 1) é a mais promissora sonda para a detecção de novos mundos.

Atualmente, para detectar exoplanetas os cientistas usam diferentes técnicas de observação, como a velocidade radial (analisando as prováveis alterações que corpos que orbitam a estrela podem causar na sua velocidade de deslocamento, partindo do ponto de

vista do observador, através do chamado efeito Doppler) e o método de trânsito (detecção da sombra do exoplaneta quando este passa diante de sua estrela hospedeira, observando-se uma variação nos níveis de luminosidade da mesma), entre outros.

No método de trânsito, quando um planeta orbita a sua estrela, pode ocorrer de este atravessar o disco estelar na direção do observador. Se isso acontecer, dará origem a um evento chamado trânsito, caracterizado por uma ligeira diminuição do brilho da estrela durante a travessia, que nos permitirá obter alguns parâmetros do sistema planetário.

Santos e Amorim apresentaram, de forma clara, como é possível determinar o tamanho de um exoplaneta por meio da redução da luminosidade detectada [1]. Para saber qual é a potência medida durante o trânsito do planeta, utilizamos:

$$P_1 = I_0 A_2$$

onde P_1 é a potência de trânsito, I_0 é a intensidade total de radiação emitida pela fonte de luz e A_2 é a diferença entre a área do disco (A_0) e a área do exoplaneta (A_1) (dos nossos objetos esféricos). Estamos considerando a fonte luminosa e os nossos “planetas” em relação à área pelo fato de estarmos considerando como é feito com os exoplanetas em geral quando são calculados seus raios pelo método do trânsito; como estão bem distantes, podemos considerá-los como discos. Agora podemos

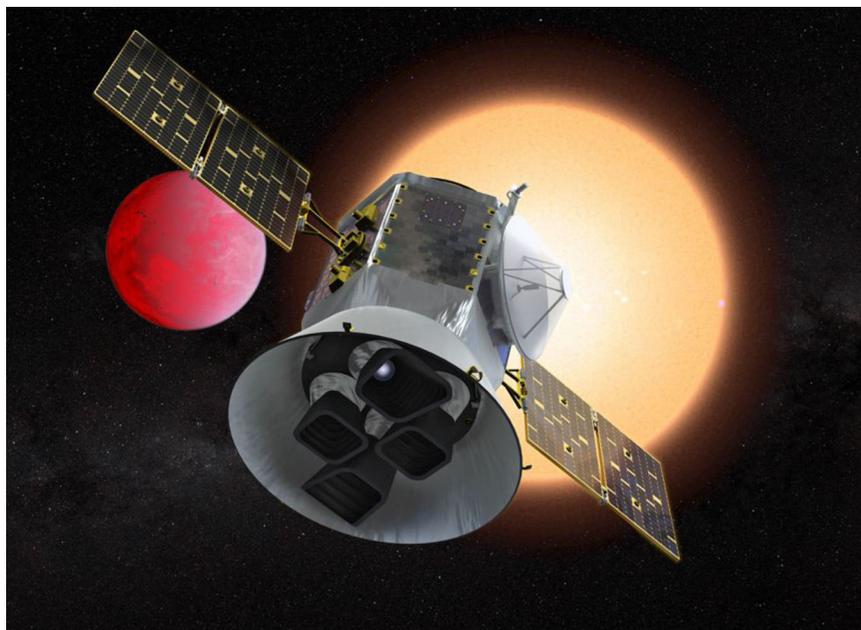


Figura 1 - Telescópio TESS (Fonte: <https://heasarc.gsfc.nasa.gov/docs/tess/objectives.html>).

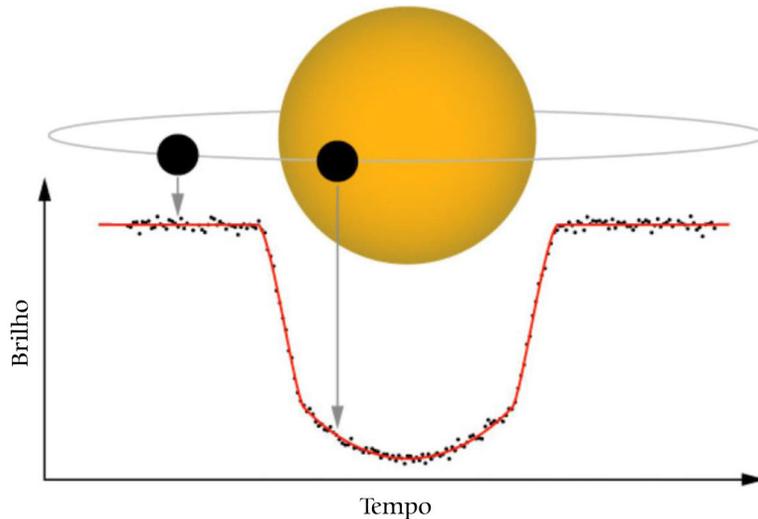


Figura 2 - Trânsito de um exoplaneta e a redução da luminosidade detectada (Fonte: <https://heasarc.gsfc.nasa.gov/docs/tess/pri mary-science.html>).

fazer a razão entre a potência medida durante o trânsito sobre a potência total da fonte ($P_0 = I_0 A_0$):

$$\frac{P_1}{P_0} = \frac{A_2}{A_0} = \frac{(A_0 - A_1)}{A_0} = 1 - \frac{A_1}{A_0}$$

$$\frac{A_2}{A_0} = \frac{\pi R_p^2}{\pi R_*^2}$$

$$R_p = \sqrt{\frac{P_1}{P_0}} R_*^2$$

4. Métodos utilizados

Com o objetivo de avaliar as diferentes possibilidades de construção experimental que simulariam o método de trânsito, realizamos experimentos com diferentes recursos. A atividade experimental desenvolvida que simula o método de trânsito consistiu no uso de dois canos com comprimentos iguais e raios internos diferentes de 2,625 cm e 3,8 cm; três esferas com diferentes raios de 0,95 cm, 1,5 cm e 2,625 cm; um smartphone Asus Zenfone 3 Max e um smartphone Motorola Z2 Play, ambos com sensores que detectam a luminosidade através do aplicativo Sensor Box ou do aplicativo Light Meter, e uma lâmpada de led 5 W, 6500 K, 1002 R usada como fonte de luz.

Os canos foram utilizados para restringir a detecção realizada pelo smartphone e seus raios internos foram utilizados como os raios das estrelas. É importante lembrar que as estrelas emitem luz radialmente, em todas as direções, mas apenas uma pequena porção dessa luz viaja, em raios paralelos, até nossos telescópios. Para restringir a luz que chega ao nosso detector, utilizamos o tubo. Em uma das extremidades

colocamos o smartphone e, na outra, a fonte luminosa e o exoplaneta, conforme o arranjo da Fig. 3.

Aqui apresentamos a primeira diferença desta proposta e daquela realizada por Barrera-Garrido (2015), em que o autor prefere utilizar uma cobertura mais reduzida para o sensor de luz presente no smartphone. Outra diferença refere-se ao aparelho utilizado. Em nosso trabalho, testamos mais de um equipamento, conforme descrito a seguir, encontrando diferenças consideráveis. Barrera-Garrido utilizou apenas um

smartphone.

Os experimentos foram repetidos utilizando os dois smartphones, que apresentaram grande diferença na medida da luminosidade da lâmpada, mesmo sem o trânsito (55 e 65 lux). Essa questão traz à tona o primeiro item que desejamos avaliar: aparelhos smartphones distintos, infelizmente, não estão devidamente calibrados e apresentam resultados bastante divergentes. (No caso apresentado, a luminosidade medida com o segundo aparelho foi 18% maior que a medida com o primei-



Figura 3 - Arranjo experimental para a determinação do raio do exoplaneta durante o trânsito. À esquerda da figura vemos a lâmpada e o exoplaneta, enquanto, à direita, observamos o smartphone.

ro.) Também foram realizadas medidas com um tablet Samsung Note 10.0, mas, devido a uma oscilação muito grande nos dados medidos, preferimos descartá-las desta análise. Os canos utilizados como dimensão das estrelas tinham raio de 2,625 cm e 3,8 cm. Por fim, os três exoplanetas eram feitos com esferas de raio igual a 0,950 cm, 1,500 cm e 2,475 cm. Nas tabelas abaixo, descrevemos os resultados obtidos para o cálculo do tamanho dos exoplanetas.

Os dados da Tabela 1 demonstram como é possível determinar o raio dos planetas a partir da construção de um aparato experimental bastante simples. Assim, é possível acreditar que o aparelho da marca Asus, utilizando o aplicativo Sensor Box e a configuração experimental proposta, é capaz de nos fornecer bons resultados. Entretanto, ao repetirmos o experimento com o smartphone fabricado pela Motorola (Tabela 2), identificamos erros que atingem até 45% do valor do raio do planeta. Dessa forma, recomendamos ao professor interessado em reproduzir o experimento em sala de aula fazer os devidos testes com diferentes smartphones, planetas e estrelas antes de sua aplicação em sala de aula.

Encontramos, neste trabalho, erros que variam de 1,8% a 45%. Esse resultado é similar ao encontrado por Barrera-Garrido [2], em que o erro variou de 12% a 40%. Entretanto, conforme foi possível observar, o smartphone Asus apresentou uma margem de erro bastante inferior, o que leva à conclusão de que a escolha adequada do aparelho

pode influenciar nos resultados, e o professor pode aproveitar a oportunidade para discutir com os alunos a dependência das análises científicas com o equipamento de medida.

Ao professor que desejar realizar o experimento de forma mais ilustrativa, recomendamos uma atividade que, embora seja mais simples, apresenta todos os aspectos necessários para fundamentar uma discussão sobre o método de trânsito. O professor pode escolher um vídeo que ilustre o método de trânsito à sua escolha (uma sugestão é o vídeo Universe in 3D, disponível no

YouTube através do link <https://youtu.be/OegQg603U0I>). Em seguida, basta projetar o vídeo em uma tela ou parede, posicionando o sensor do smartphone entre o projetor e a projeção, de tal forma que o sensor fique sobre o caminho que o exoplaneta percorre, conforme ilustrado no esquema apresentado na Fig. 4.

Embora até o momento tenhamos utilizado o aplicativo Sensor Box, por ele retornar os valores, aqui preferimos utilizar o aplicativo Light Meter, que já apresenta o resultado na forma de um gráfico, tornando fácil a comparação

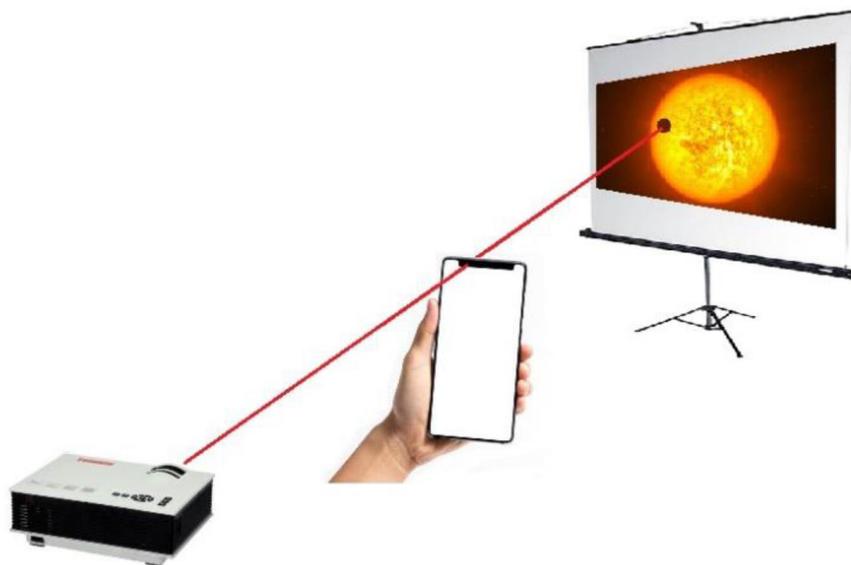


Figura 4 - Esquema para posicionamento do smartphone. A linha vermelha representa a projeção do exoplaneta. O professor deve ter o cuidado de posicionar o smartphone de tal forma que esse caminho atravessasse o sensor.

Tabela 1: Resultados para a luminosidade das estrelas antes e durante o trânsito do planeta, bem como o raio calculado, utilizando o smartphone Asus como sensor.

	Sem planeta	Planeta 1	Planeta 2	Planeta 3
Luminosidade da Estrela 1 (lux)	65	50	37	0
Raio do planeta (cm)	-	1,26	1,72	-
Porcentagem de erro	-	24%	12,8%	-
Luminosidade da Estrela 2 (lux)	83	78	65	27
Raio do planeta (cm)	-	0,93	1,77	3,12
Porcentagem de erro	-	1,8%	15,2%	23,1%

Tabela 2: Resultados para a luminosidade das estrelas antes e durante o trânsito do planeta, bem como o raio calculado, utilizando o smartphone Motorola como sensor.

	Sem planeta	Planeta 1	Planeta 2	Planeta 3
Luminosidade da Estrela 1 (lux)	55	47	31	0
Raio do planeta (cm)	-	1	1,73	-
Porcentagem de erro	-	5%	13%	-
Luminosidade da Estrela 2 (lux)	57	51	43	17
Raio do planeta (cm)	-	1,23	1,88	3,18
Porcentagem de erro	-	45%	20%	22%

com os gráficos que descrevem o trânsito de um exoplaneta, conforme vemos na Fig. 5.

Uma das principais vantagens dessa nova demonstração é sua portabilidade, além do fato, é claro, de que os smartphones são hoje objetos extremamente populares. Com essa facilidade,

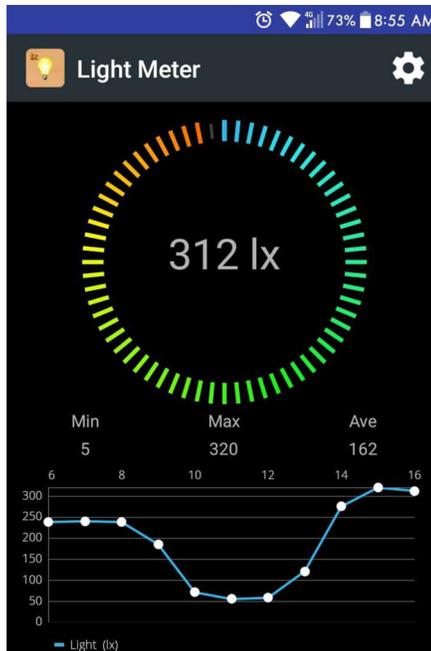


Figura 5 - Captura de tela do aplicativo Light Meter logo após a medida do trânsito do planeta através de um projetor multimídia.

é possível até mesmo realizar o experimento dentro de um planetário digital. A Fig. 6 demonstra o uso do smartphone dentro de um planetário, ao exibirmos



Figura 6 - Utilização de smartphone com aplicativo Light Meter dentro do planetário.

mos uma sessão interativa sobre detecção de exoplanetas, utilizando um vídeo disponível no sítio Web do European Southern Observatory (Planetary Transit – fulldome artist's impression).

5. Resultados e conclusões

Apresentamos, neste trabalho, um aparato experimental similar àquele utilizado por Barrera-Garrido [2], cujo objetivo é trabalhar os conceitos relacionados ao método de trânsito e à detecção de exoplanetas. Ao testarmos diferentes configurações para o experimento, percebemos grandes variações nas medidas realizadas por diferentes aparelhos de smartphones, mesmo quando utilizamos a mesma configuração experimental. Esse fato faz lembrar ao professor que a atividade exige um grande cuidado em sua preparação.

Apresentamos aqui, ainda, uma forma alternativa de realizar o experimento, deixando de lado as determinações matemáticas e preferindo realizar apenas uma demonstração qualitativa do método de trânsito. Assim, ganha-se ainda mais em portabilidade do experimento, inclusive deslocando-o para dentro de planetários digitais, o que permite promover sessões mais interativas.

Referências

- [1] W.C. Santos, R.G.G. Amorim, Revista Brasileira de Ensino de Física **39**, e1310 (2017).
- [2] A. Barrera-Garrido, The Physics Teacher **53**, 179 (2015).
- [3] J.C. Castro-Palacio, L. Velazquez, J.A. Gómez-Tejedor, F.J. Manjón, J. Monsoriu, Revista Brasileira de Ensino de Física **36**, 2315 (2014).
- [4] L.P. Vieira, V.O.M. Lara, D.F. Amaral, Revista Brasileira de Ensino de Física **36**, 3505 (2014).
- [5] A.G. Guedes, Revista Brasileira de Ensino de Física **37**, 2502 (2015).
- [6] M. Monteiro, C. Cabeza, A.C. Marti, Revista Brasileira de Ensino de Física **37**, 1303 (2015).
- [7] V.L.B. Jesus, D.G.G. Sasaki, Revista Brasileira de Ensino de Física **38**, 1303 (2016).
- [8] R.S.F. Franco, G.F. Marranghello, F.S. Rocha, Revista Brasileira de Ensino de Física **38**, 1308 (2016).
- [9] A.C.P. Fernandes, L.T.S. Auler, J.A.O. Huguenin, W.F. Balthazar, Revista Brasileira de Ensino de Física **38**, 3504 (2015).
- [10] L.P. Vieira, C.E. Aguiar, Revista Física na Escola **14**(1), 8 (2016).