

**A “FARSA DA LUA” E A ÓPTICA!
¡”L’ARDIL DE LA LUNA” Y LA ÓPTICA!
THE “FARCE OF THE MOON” AND THE OPTICS!**

Fernando Lang da Silveira*
lang@if.ufrgs.br

* Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre – Brasil

Resumo

Cinquenta anos após a chegada do homem à Lua o negacionismo sobre a conquista está evidente na internet e nos meios de comunicação. Muitos são os adeptos de que houve uma fraude perpetrada pelos norte-americanos – a chamada farsa da Lua - e que de fato o homem não chegou lá em 1969 e nos anos subsequentes. Alguns argumentos sobre a alegação de que fotografias colhidas pelas missões Apollo são falsas e podem ser desfeitos pela análise das imagens usando conhecimento elementares de óptica. O objetivo deste artigo é apresentar duas análises acontecidas em postagens no sítio *Pergunte ao Centro de Referência para o Ensino de Física* do IF-UFRGS (CREF, 2019).

PALAVRAS CHAVE: Lua, Ensino de Física, Missões Apollo.

Resumen

Cincuenta años después de la llegada del hombre a la Luna, la negación sobre la conquista es evidente en Internet y en los medios. Muchos son partidarios de que hubo un fraude perpetrado por los estadounidenses, la llamada farsa de la Luna, y que, de hecho, el hombre no llegó allí en 1969 y en los años siguientes. Algunos argumentos sobre la afirmación de que las fotografías tomadas por las misiones Apollo son falsas y se pueden deshacer analizando las imágenes utilizando conocimientos básicos de óptica. El propósito de este artículo es presentar dos análisis que tuvieron lugar en publicaciones en el sitio web *Pregunte al Centro de referencia para la enseñanza de la Física* - IF-UFRGS (CREF2019).

PALABRAS CLAVE: Luna, Enseñanza de la Física, Misiones Apollo.

Abstract

Fifty years after the arrival of man on the Moon, the negation of conquest is evident on the internet and in the media. Many are adherents that there was a fraud perpetrated by the Americans - the so-called farce of the Moon - and that in fact the man did not arrive there in 1969 and in the following years. Some arguments about the claim that photographs taken by the Apollo missions are false and can be undone by analyzing the images using elementary knowledge of optics. The purpose of this article is to present two analyzes that took place in posts on the website *Ask to the Reference Center for Physics Teaching* at IF-UFRGS (CREF, 2019).

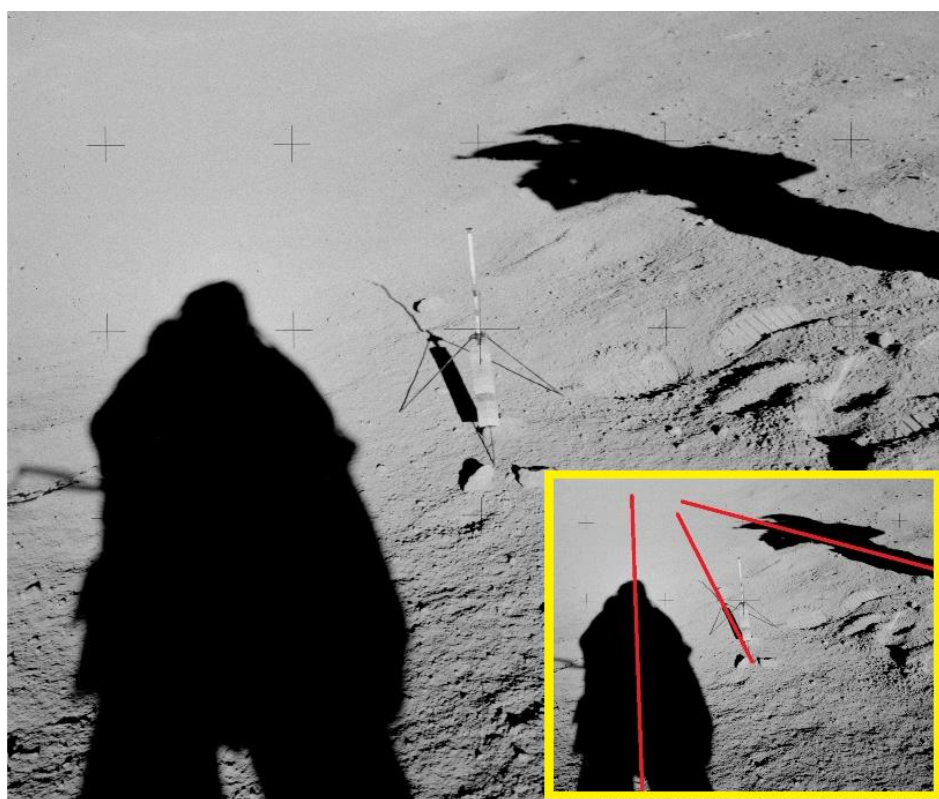
KEYWORDS: Moon, Physics teaching, Apollo missions.

I. Introdução: sombra da luz solar

A luz solar chega à Terra ou à Lua como raios luminosos paralelos caso se despreze uma pequena divergência de no máximo $0,5^\circ$ entre eles. Esta divergência, embora sem importância em muitas situações, tem alguns efeitos inusitados conforme discutido por Silveira e Axt (2017) mas que neste caso são irrelevantes para os argumentos dos defensores da “farsa da Lua”.

Os negacionistas acreditam que, sendo a luz solar constituída por raios luminosos paralelos entre si, as sombras que aparecem nas fotografias colhidas nas missões Apollo deveriam ser paralelas e não o são conforme exemplifica a Figura 1. Portanto, concluem, as fotos foram forjadas em algum estúdio da NASA.

Figura 1. Sombras não paralelas em uma fotografia na Lua obtida pela missão Apollo 16.



Fonte: NASA (2019) - <https://www.hq.nasa.gov/als/a16/AS16-109-17799HR.jpg>

Iniciamos a análise com um argumento teórico baseado no conhecimento que a óptica geométrica propicia sobre as imagens conjugadas por lentes.

As imagens que vemos nas fotos (por exemplo na Figura 1) foram conjugadas sobre a região focal da lente objetiva da câmera fotográfica pois os objetos se encontravam a distâncias muito maiores da lente do que a própria distância focal da objetiva. A distância focal das objetivas das câmeras Hasselblad (<https://www.hasselblad.com/history/hasselblad-in-space/> - acessado em 05/12/2016), usadas nas missões Apollo para as fotografias que serão analisadas, era 40 a 70 mm e, portanto, qualquer objeto a um metro ou mais cumpre a condição de se situar a uma distância muito maior do que a distância focal da objetiva. Nesta condição a imagem é

conjugada quase sobre a região focal da lente conforme decorre da “equação de Gauss para as distâncias do objeto e da imagem” (Silveira e Axt e Pires, 2004).

Duas retas paralelas cumprem a condição de estarem sempre a mesma distância uma da outra. Entretanto se as retas são objetos para uma lente convergente, as imagens das retas não serão paralelas, aproximando-se uma da outra conforme a distância à lente aumenta, convergindo ambas no infinito. Tal decorre teoricamente da “equação de Gauss para as distâncias do objeto e da imagem” e da “equação da magnificação da imagem em relação ao objeto”. Este fato é por demais conhecido na geometria da perspectiva que afirma que retas paralelas convergem em um ponto de fuga.

A seguir são apresentadas fotos nas quais se configuram que sombras da luz solar e retas paralelas convergem. A fotografia da Figura 2 foi colhida em um final de tarde no verão em Porto Alegre (RS), no Parque Farroupilha. Nota-se na calçada, além das sombras dos postes balizas, um reticulado no pavimento constituído muitas linhas paralelas em baixo relevo.

Figura 2. As sombras dos postes balizas e reticulado na calçada do Parque da Redenção.



Fonte: CREF (2019).

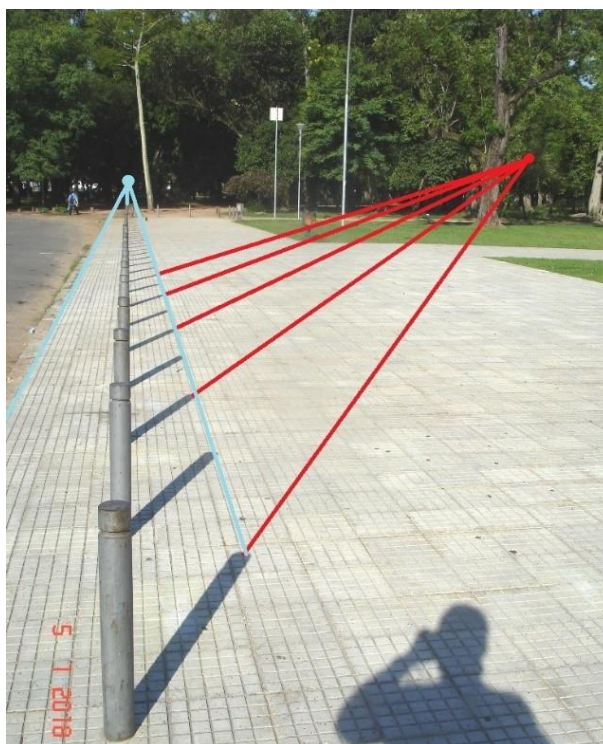
Na fotografia da Figura 3 diversas retas paralelas convergem para um ponto de fuga. E a Figura 5 apresenta a fotografia das sombras convergentes de dois postes verticais da rede elétrica em Tramandaí (RS), ao entardecer no verão.

Figura 3. Diversas retas paralelas se apresentam como retas convergentes para um ponto de fuga.



Fonte: CREF (2019).

Figura 4. Os prolongamentos das sombras dos postes convergem para um ponto de fuga.



Fonte: CREF (2019).

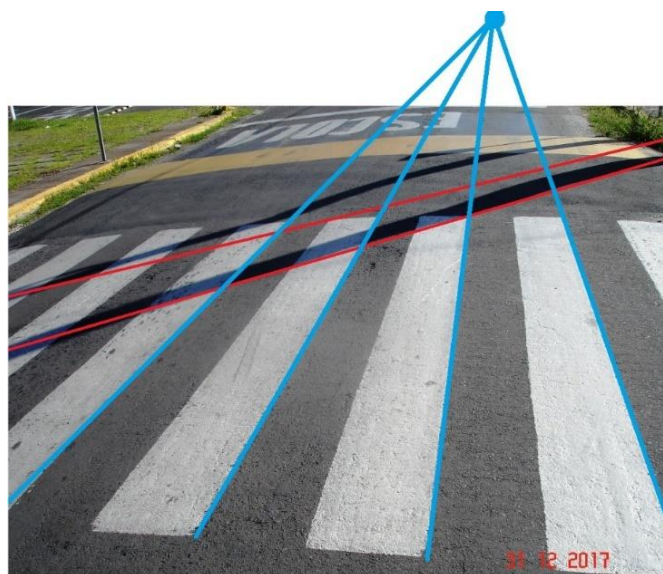
Figura 5. As sombras de dois postes verticais da rede elétrica são convergentes.



Fonte: CREF (2019).

Na Figura 6, as mesmas sombras dos dois postes verticais, foram registradas de outra posição. Percebe-se que algumas linhas determinadas pela sinalização da faixa de segurança convergem para um ponto de fuga quando prolongadas. Adicionalmente a sombra de um dos postes se apresenta encurvada devido a superfície de uma lombada próxima da faixa de segurança. Tal comportamento, aparentemente anômalo, conseqüente de algum desconhecido relevo do terreno em fotografias das missões Apollo, é invocado pelos negacionistas como caracterizando a fraude.

Figura 6. Linhas paralelas na faixa de segurança convergem para um ponto de fuga e a sombra de um dos postes se apresenta encurvada devido ao abaulamento da lombada.



Fonte: CREF (2019).

Finalmente, pode-se afirmar que se as sombras verificadas nas fotos das missões Apollo se comportassem como os ignorantes negacionistas creem, então estaria configurada uma farsa.

2. Foto do astronauta, da bandeira e da Terra

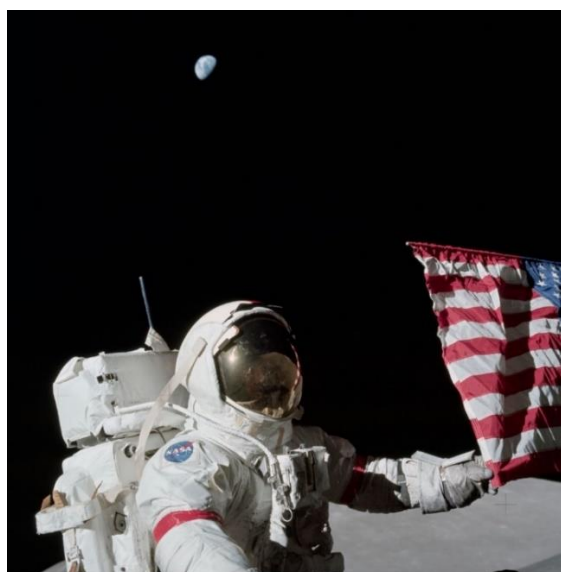
A Figura 7 é a foto do comandante da missão Apollo 17, Eugene A. Cernan, obtida em 12 de dezembro de 1972 pelo astronauta Harrison J. "Jack" Schmitt. Apesar de todo o primeiro plano estar fortemente iluminado pelo Sol, o céu se apresenta negro (lembrando o céu noturno aqui na Terra), devido à ausência de atmosfera. A luz que vemos no céu diurno na Terra é consequente do espalhamento da luz solar pela atmosfera (Silveira e Saraiva, 2008b).

Os negacionistas afirmam ser esta foto falsa por duas razões:

- Não aparecem estrelas no céu.

- Como a Terra é maior do que a Lua, a Terra deveria aparecer na foto muito maior do que realmente se observa. A Terra tem diâmetro maior do que o diâmetro da Lua. Então ela deve se apresentar enorme no céu atrás do astronauta pois Lua vista da Terra é grande.

Figura 7. Comandante Eugene A. Cernan fotografado ao lado da bandeira do EUA com a Terra no plano de fundo.



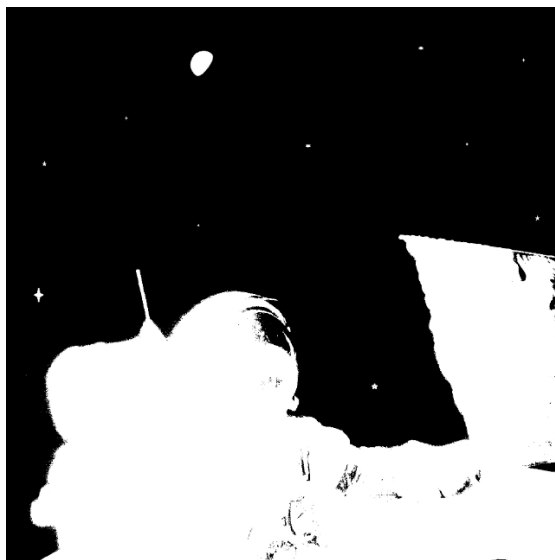
<https://www.nasa.gov/sites/default/files/thumbnails/image/as17-134-20387.jpg>

Fonte: CREF (2019).

O primeiro argumento é extremamente ingênuo ou de deliberada má fé. A câmera fotográfica foi regulada para que a cena do primeiro plano, fortemente iluminada pela luz solar, tivesse a exposição adequada para uma boa imagem. A Terra que também tem parte da sua superfície muito iluminada pela luz solar foi registrada no plano de fundo. Caso a regulagem tivesse sido adequada para se fotografar as estrelas, todo o restante da imagem teria uma enorme superexposição, aparecendo "explodido" (esbranquiçado), semelhantemente ao que a Figura 8

apresenta graças a uma edição da foto original em que “estrelas” foram adicionadas. Caso haja dúvidas a possibilidade de fotografar estrelas em tal situação, fica o desafio para o negacionista: usando sua câmera fotográfica, registrar estrelas em uma noite de céu límpido juntamente com uma pessoa no primeiro plano da foto, iluminada adequadamente por uma fonte de luz artificial.

Figura 8. Fotografia processada em um editor de imagens para simular a superexposição das partes fortemente iluminadas pela luz solar caso se desejasse fotografar as estrelas.

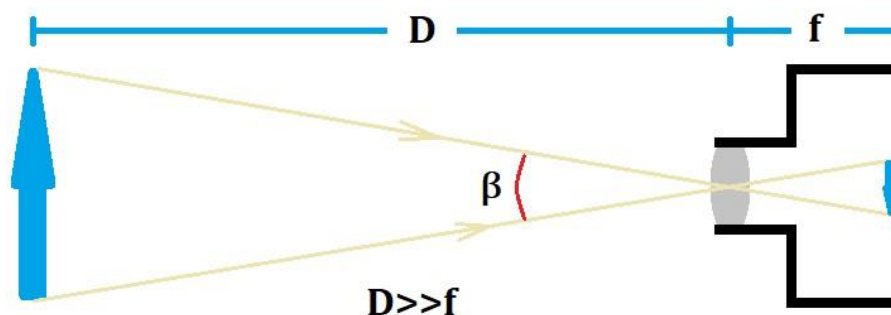


Fonte: CREF (2019).

Discute-se a seguir a segunda alegação de falsidade da foto: a Terra, no plano de fundo, deveria se apresentar muito maior.

O tamanho da imagem de um objeto fotografado, como a Terra ou a Lua, depende da distância focal da objetiva da câmera. A Figura 9 representa um objeto muito distante da objetiva, i.e., um objeto que se encontra a uma distância da objetiva (D) muito maior do que a distância focal (f) da mesma. Então decorre da “equação de Gauss para as distâncias do objeto e da imagem” que a distância da imagem é a própria distância focal (f).

Figura 9. Para um objeto muito distante da objetiva a distância da imagem à objetiva é igual à própria distância focal da objetiva.



Fonte: CREF (2019).

É fácil concluir da Figura 9 que quanto maior é a distância focal da objetiva, tanto maior é o tamanho da imagem. Portanto, o tamanho da imagem da Terra ou da Lua obtida com câmeras com diferentes distâncias focais, será tanto maior quanto maior é a distância focal da objetiva. As fotografias na Figura 10 mostram imagens da lua com tamanhos muito diferentes, obtidas por diferentes câmeras. A foto inferior foi tomada com uma objetiva de grande distância focal, uma teleobjetiva.

Desta forma a alegação de que a Terra na fotografia da Figura 7 deveria ser maior e que por isso a imagem é falsa, não tem fundamento. O tamanho da Terra fotografada da Lua depende da distância focal da objetiva da câmera utilizada.

Figura 10. Lua cheia fotografada com câmeras com objetivas diferentes.



https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Moon_and_red_blue_haze.jpg



https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Harvest_moon.jpg

Fonte: CREF (2019).

Faz-se a seguir uma análise mais detalhada da foto na Figura 7.

O tamanho angular da Terra quando observada da Lua é cerca de 3,66 vezes maior do que o tamanho angular da Lua observada da Terra pois a razão entre o diâmetro terreno pelo diâmetro lunar é 3,66 (Silveira e Saraiva, 2008a). Como o tamanho angular da Lua observada da Terra é aproximadamente $0,5^\circ$, o tamanho angular da Terra observada da Lua é, portanto aproximadamente $1,8^\circ$.

Assim sendo sabe-se que o ângulo β indicado na Figura 9 para a Terra é $1,8^\circ$ aproximadamente. Conforme se observa na Figura 11, a imagem da Terra cabe cerca de dez vezes no lado da bandeira que a mão do Comandante Cernan toca.

Figura 11. A imagem da Terra cabe cerca de dez vezes no lado da bandeira.



Fonte: CREF (2019).

O comprimento do lado da bandeira tocado pelo astronauta mede 3,3 pés ou 1,1 m aproximadamente conforme informado em Lunar Flag Assembly (WIKIPEDIA, 2019).

O tamanho angular da bandeira em relação à objetiva da câmera é, portanto cerca de dez vezes o tamanho angular da Terra, ou seja aproximadamente 18° ou 0,31 rad. Estima-se a distância que a câmera está da bandeira como aproximadamente o comprimento do lado da bandeira (1,1 m) pelo seu tamanho angular (0,31 rad), resultando em 3,5 m.

A estimativa da distância (3,5 m) que o astronauta fotógrafo se encontrava da bandeira e do Comandante Cernan, conforme qualquer pessoa de bom senso é capaz de concluir, é consistente com o fato de que ele deveria estar bem próximo de seu colega pois a objetiva da câmera fotográfica tinha pequena distância focal (possivelmente uma objetiva de 50 mm).

E a imagem do astronauta fotógrafo pode ser vista também! O visor do capacete do Comandante Cernan é um espelho convexo e a imagem do fotógrafo lá aparece, juntamente com a imagem do Sol conforme a Figura 12 mostra.

Figura 12. A imagem do astronauta fotógrafo aparece no visor do capacete do Comandante Cernan.



Fonte: CREF (2019).

Fica assim evidente que as alegações sobre a falsidade da célebre imagem são absolutamente insustentáveis pois a ela é consistente com o esperado para uma fotografia nas condições em que ela ocorreu.

3. Conclusão

As análises das fotografias neste artigo têm como pressuposto conhecimentos elementares de óptica e podem ser apresentadas em sala de aula no ensino médio ou superior.

Nas duas situações analisadas, envolvendo fotografias das missões Apollo, utilizadas pelos negacionistas da conquista da Lua com o objetivo de configurar a "farsa da Lua", demonstrou-se não existir indícios de falsidade. Aliás, as fotos seriam falsas caso se apresentassem como os negacionistas imaginam: sombras paralelas, estrelas no céu lunar e a Terra muito maior do que aparece.

Referências

CREF. **Centro de Referência do Ensino de Física**. Instituto de física da Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre. Disponível em: <<https://www.if.ufrgs.br/novocref/>> Acesso em: 05 dez 2019.

SILVEIRA, F. L. e SARAIVA, M. F. **O "encolhimento" das sombras**. Caderno Catarinense de Ensino de Física, v. 25, n. 2: p. 228-246, 2008a. Disponível em: <<https://www.researchgate.net/publication/274669620>>. Acesso em: 05 dez 2019.

SILVEIRA, F. L.; SARAIVA, M. F. **As cores da lua cheia**. Física na Escola, v. 9, n. 2: p. 20-24, 2008b. Disponível em: <<https://www.researchgate.net/publication/309805684>>. Acesso em: 05 dez 2019.

SILVEIRA, F.L., AXT, R. e PIRES, M. A. **O que vemos quando nos miramos em um espelho côncavo**. Revista Brasileira de Ensino de Física, v. 26, n. 1: 19-25, 2004. Acesso em: <<https://www.researchgate.net/publication/306032156>>. Acesso em: 05 dez 2019.

SILVEIRA, F.L., AXT, R. Efeitos inusitados com a luz solar. In: SANTOS, C.A. (org.). **A luz e algumas de suas tecnologias**. Ponta Grossa: Ed. UEPG, 2017. Disponível em: <<https://www.researchgate.net/publication/310796749>>. Acesso em: 05 dez 2019.

WIKIPEDIA. Lunar Flag Assembly. Disponível em: <https://en.wikipedia.org/wiki/Lunar_Flag_Assembly#Design> Acesso em: 05 dez 2019.

Recebido em: 10/12/2019

Aceito em: 30/12/2019

Endereço para correspondência:
Nome: Fernando Lang da Silveira
Email: lang@if.ufrgs.br



Esta obra está licenciada sob uma [Licença Creative Commons Attribution 4.0](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/)