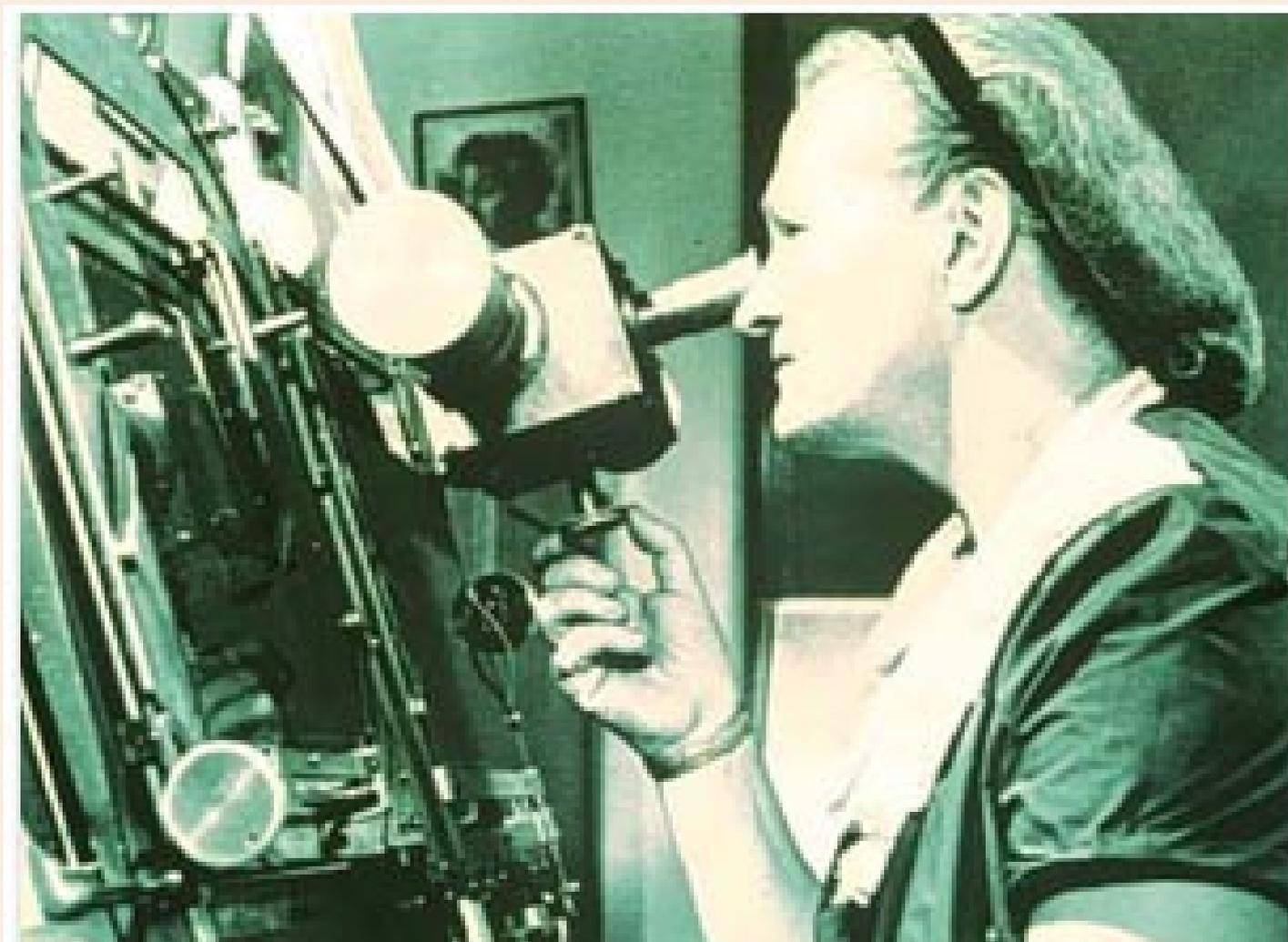


DIA E NOITE COM AS ESTRELAS

Boletim Mensal



A cientista Cecilia Payne-Gaposchkin realizou descobertas fantásticas e é uma das maiores cientistas de todos os tempos. Crédito: Arquivos da Universidade de Harvard

Editorial

por Carlos Volgarin (IME-USP)

Bem vindo a mais uma edição do Dia e Noite com as Estrelas, boa leitura!

Continue lendo a terceira parte da sequência do Especial sobre a Luz e veja como Albert Einstein contribuiu para elucidar a sua natureza

A Relatividade Especial é tema da sessão de Curiosidades. Lá, contamos sobre como a velocidade da luz é independente do observador e como Einstein tratou esse fenômeno.

Em Astronomia Cultural conheça a história de Cecilia Payne-Gaposchkin, uma cientista brilhante que realizou uma das maiores descobertas de todos os tempos. Sua trajetória na Astronomia é marcada por muitas conquistas e uma intensa batalha contra a desigualdade de gênero no ambiente acadêmico, Cecilia deixou um grande legado que serve de inspiração para as jovens cientistas do mundo todo.

Leia também sobre as origens vulcânicas de Mercúrio, como sua história geológica é recheada de características intrigantes e como o estudo do vulcanismo nos auxilia na compreensão da formação e evolução de planetas.

ACESSE NOSSO
ACERVO PELO
CÓDIGO QR AO
LADO



ESPECIAL

EINSTEIN: A NATUREZA DA LUZ III

por Ramachrisna Teixeira (IAG-USP)

Mas, afinal, a luz é uma onda mesmo?

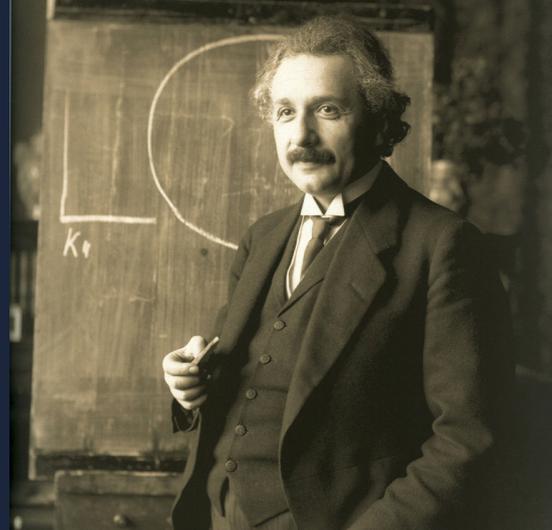
Em 1905 Einstein publicou quatro famosos artigos na revista alemã *Annalen der Physik*, todos considerados revolucionários. Seu primeiro artigo deu origem a uma verdadeira revolução conceitual quanto à natureza da luz (luz no sentido mais amplo do termo). Este trabalho, que deu a Einstein o prêmio Nobel da física em 1921, serviu de base para a física quântica e nos levou à natureza dual da luz: onda e partícula.

O início da história se dá quando Einstein se interessa pelo chamado “efeito fotoelétrico” descoberto por Heinrich Hertz (1857-1894) em 1887. Trata-se de uma propriedade de metais que sob incidência de luz liberam elétrons. Quanto maior a intensidade de luz, maior será o número de elétrons “arrancados” e quanto maior a frequência da luz, maior será a energia adquirida pelo elétron.

Por uma razão misteriosa, é a frequência (a cor, no caso da luz visível) e não a intensidade que determina o comportamento dos elétrons. Para explicar esse fenômeno, Einstein coloca em xeque a natureza ondulatória da luz e com ousadia propõe que o efeito fotoelétrico não pode ser explicado pela absorção pelo metal de uma onda contínua, mas sim composta de “grãos” ou “*quanta*” de energia, os fótons.

A ideia de que um fóton não pode ter qualquer valor de energia (a energia é quantificada) se deve a Max Planck (1858-1947). Cada fóton contém uma quantidade bem definida de energia, que é um múltiplo inteiro da frequência. Assim, uma onda de frequência mais alta contém fótons mais energéticos que aquela de baixa frequência. Os fótons absorvidos pelo metal comunicam uma parte de suas energias aos elétrons, que podem ser arrancados do metal.

A ideia de Einstein não foi muito bem aceita. Ela contrariava o que vinha sendo construído há 300 anos mais ou menos por Young, Huygens,



Albert Einstein

(1879-1955)

Albert Einstein.

Crédito: Retrato por F. Schmutzer (1921)/Domínio público

Fresnel, Faraday e Maxwell - ([DNCE 01_05](#) e [DNCE02_05](#))*. O dilema: o fenômeno de interferência praticamente impõe que a luz seja uma onda, já o efeito fotoelétrico que ela seja formada por partículas, os fótons.

A luz se comporta de uma forma ou de outra dependendo de como a observamos (medimos): a observação, de certa forma, determina como é a realidade. A luz é ao mesmo tempo onda e partícula, tem uma natureza dual.

O alcance dessas ideias vai muito mais longe. Essa mesma dualidade ocorre também quando pensamos na matéria: um elétron, que costumamos considerar uma partícula, também se manifesta como onda e assim por diante.

Talvez o ponto alto dessa visão esteja resumido na equação mais famosa da Física: $E = mc^2$ que nos estabelece o elo entre a quantidade de matéria m (massa) e sua energia E .

*leia mais em [Newton, Young e Fresnel: a natureza da luz I](#) e [Faraday e Maxwell: a natureza da luz II](#)

CURIOSIDADES

NADA É ABSOLUTO (EXCETO A VELOCIDADE DA LUZ)

por Roberta Vassallo (IF - USP)

No final do século XIX, o experimento de Michelson e Morley ([DNCE02_05](#))* levou ao abandono da hipótese de que o espaço seria preenchido por uma espécie de fluido ("éter"), tomado como um referencial absoluto. Também através dessa experiência constatou-se um fato curioso e não conhecido até então: a luz viaja sempre com a mesma velocidade, independentemente do movimento do observador. Em outras palavras, a velocidade da luz não depende do referencial.

Foi Einstein quem, em 1905, em um de seus famosos artigos, interpretou esse novo paradigma: como um raio de luz poderia ter a mesma velocidade para observadores que vão ao seu encontro ou que se afastam dele.

Ele descartou a existência de um referencial absoluto em relação ao qual os corpos se movem e concluiu também que nenhuma informação pode se propagar no espaço com velocidade maior do que a da luz. Com base nessas conclusões, desenvolveu uma nova descrição das leis da física para movimentos com velocidades constantes, chamada de Relatividade Restrita ou Relatividade Especial.

Segundo essa teoria, todos os movimentos devem ser descritos independentemente da existência de um referencial absoluto. Assim, a existência ou não de um "éter", que faria o papel desse referencial, torna-se irrelevante.

*leia mais em [Éter: a misteriosa substância que preencheria todo o universo](#)



Rastros de luz de estrelas registrados por fotografia de longa exposição a partir da estação espacial internacional, que está em órbita em torno da Terra. Crédito: ESA/NASA/Don Petit

As consequências dessas então novas leis de movimento desafiaram conceitos enraizados e regras que funcionavam muito bem, como funcionam ainda mas em circunstâncias muito especiais: baixas velocidades, pequenas massas, etc. Para explicar que a velocidade da luz independe do movimento do observador, Einstein alterou nossos conceitos de espaço e de tempo: não são absolutos e encontram-se interligados. Observadores em movimento relativo medem distâncias e intervalos de tempo distintamente, contraídos ou dilatados.

Por exemplo, um observador parado à beira de uma estrada e outro em um automóvel com velocidade próxima à da velocidade da luz terão noções diferentes a respeito de distâncias percorridas e intervalos de tempo transcorridos. Para aquele em movimento, a distância é mais curta e o tempo passa mais devagar, para o outro, a distância percorrida é maior e o tempo passa mais depressa.

Em nosso dia a dia, no entanto, não percebemos nada disso. Quando as velocidades relativas são muito menores do que a velocidade da luz, essas diferenças são pequenas demais para serem notadas e as leis clássicas do movimento ([DNCE12_03](#))* descrevem suficientemente bem os fenômenos físicos. Nessas condições, as teorias clássicas e da relatividade concordam muito bem.

Já no mundo das partículas atômicas e sub-atômicas (que atingem velocidades extremas) e também no mundo dos astros muito distantes e/ou muito massivos, a realidade é diferente e exige descrições como aquelas propostas por Einstein.

*leia mais em [Isaac Newton: a gravidade e o universo mecânico e infinito](#)

ASTRONOMIA CULTURAL

DESBRAVADORA DAS ESTRELAS

por Suellen Camilo (IF - USP)

Há muitos milênios as estrelas atraem a atenção dos seres humanos e ainda, há pouco tempo, grandes físicos, astrônomos e filósofos não aceitavam a ideia de que poderíamos compreendê-las, saber como e do que eram formadas. Entretanto, graças ao esforço, dedicação e trabalho de Cecília Payne-Gaposchkin, hoje conhecemos que o elemento mais abundante do universo é o hidrogênio e que as estrelas, incluindo o Sol, são compostas principalmente por este elemento, e em menor quantidade por hélio. Muitos cientistas e estudiosos da história da ciência classificam sua tese de doutorado como a mais brilhante na história da Astronomia e a descoberta de que o hidrogênio é o elemento mais abundante do universo, a maior de todos os tempos.

Nascida na Inglaterra em 1900, desde os cinco anos nutria uma paixão pela Astronomia, despertada ao observar uma estrela cadente com sua mãe. Após concluir seus estudos em Física e Química na Universidade de Cambridge, em 1920, ela enfrentou dificuldades na vida acadêmica por ser mulher. Com isso, partiu para o Observatório de Harvard, nos EUA, onde se dedicou inteiramente a sua paixão, a Astronomia.

Entre os anos de 1885 e 1927, o Observatório de Harvard empregou cerca de 80 mulheres para o estudo e análise de fotografias do céu. Essas mulheres eram conhecidas como “mulheres computadores” e foram responsáveis por fazer grandes descobertas em Harvard, entre elas estava Cecília Payne. Em seu doutorado, através do espectro de frequência da luz de estrelas, chegou à importante



conclusão que as estrelas eram formadas principalmente de muito hidrogênio e um pouco de hélio.

Mesmo depois de ter feito tal descoberta surpreendente para a época, ela teve dificuldades para conquistar um lugar em Harvard como professora. Atuou como assistente do diretor Harlow Shapley, mas sem um posto oficial.

Finalmente, em meados de 1950, por conta de outro presidente na instituição, ela se tornou professora de Harvard e a primeira mulher a dirigir um Departamento de Astronomia. Contudo, ela recebia menos que seus colegas de trabalho, um problema de desigualdade salarial de gênero que, infelizmente, ainda existe.

Cecilia Payne-Gaposchkin sempre se mostrou uma mulher determinada e antes de se aposentar deixou um conselho para as jovens mulheres: “Não siga uma carreira científica por fama ou dinheiro... Siga a carreira científica só se nada mais trazer satisfação, porque ‘nada mais’ é provavelmente o que você vai receber. Sua recompensa é a ampliação do horizonte na medida em que você escala. E, se você conseguir essa recompensa, não vai querer nenhuma outra.”



Mulheres Computadores. Crédito: Astronomer Charles Pickering's Harvard computer/Domínio público

CURIOSIDADES

EXPLORANDO AS ORIGENS VULCÂNICAS DE MERCÚRIO

por Felipe Martins (IAG-USP)

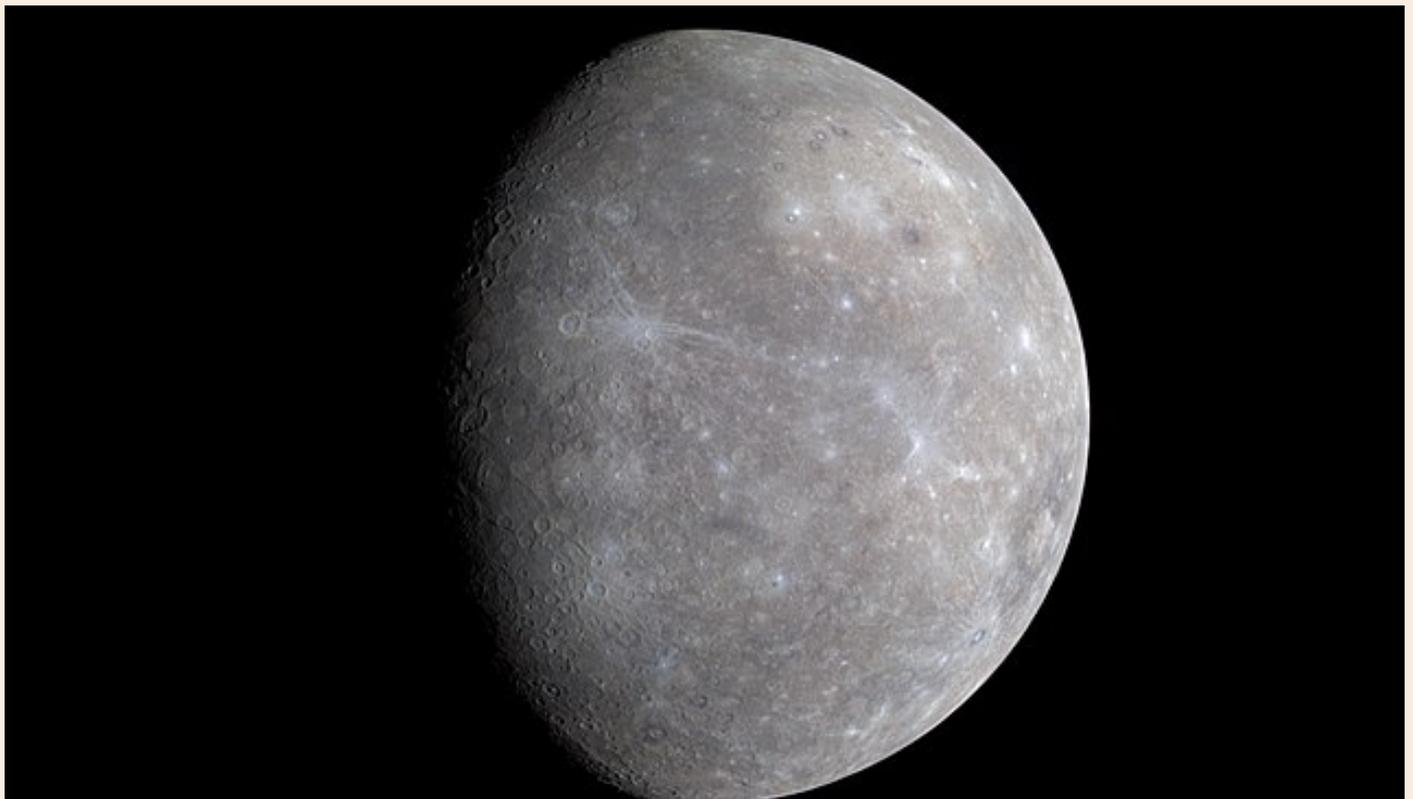
Mercúrio, o menor dos planetas do Sistema Solar, pode ser modesto em tamanho, mas seu interior fervilhante esconde uma história geológica intrigante. Vamos mergulhar nas descobertas científicas sobre o vulcanismo que moldou as características únicas deste mundo rochoso.

Uma das características mais marcantes de Mercúrio é a Caloris Basin, uma grande bacia de impacto originada de um choque com um corpo relativamente grande que testemunhou um evento cósmico antigo. Este impacto gigantesco pode ter desencadeado uma série de atividades vulcânicas em todo o planeta, deixando para trás vastas planícies de lava que hoje cobrem sua superfície.

Essas planícies de lava, predominantemente compostas de basalto, são evidências da intensa atividade vulcânica que uma vez dominou Mercúrio. Além disso, as falhas e escarpas na crosta sugerem que o planeta encolheu ao longo do tempo, criando características geológicas distintas em sua superfície.

Apesar de sua escala menor em comparação com outros planetas rochosos, Mercúrio ainda abriga vulcões de escudo (vulcão caracterizado por sua forma larga e suave, que se assemelha a um escudo deitado no chão), embora menos proeminentes. Esses vulcões, com sua forma suave e larga, são testemunhos da atividade vulcânica passada e da constante evolução geológica do planeta.

Estudar o vulcanismo em Mercúrio não apenas nos permite entender melhor a geologia deste planeta, mas também oferece *insights* valiosos sobre os processos geológicos que moldam mundos rochosos em todo o universo. Ao investigar as origens e evolução do vulcanismo em Mercúrio, os cientistas continuam a desvendar os mistérios do Sistema Solar e além, expandindo nosso conhecimento sobre os segredos dos planetas que povoam o cosmos.



Mercúrio. Crédito: Mercury in color - Prockter07-edit1.jpg /Domínio público

