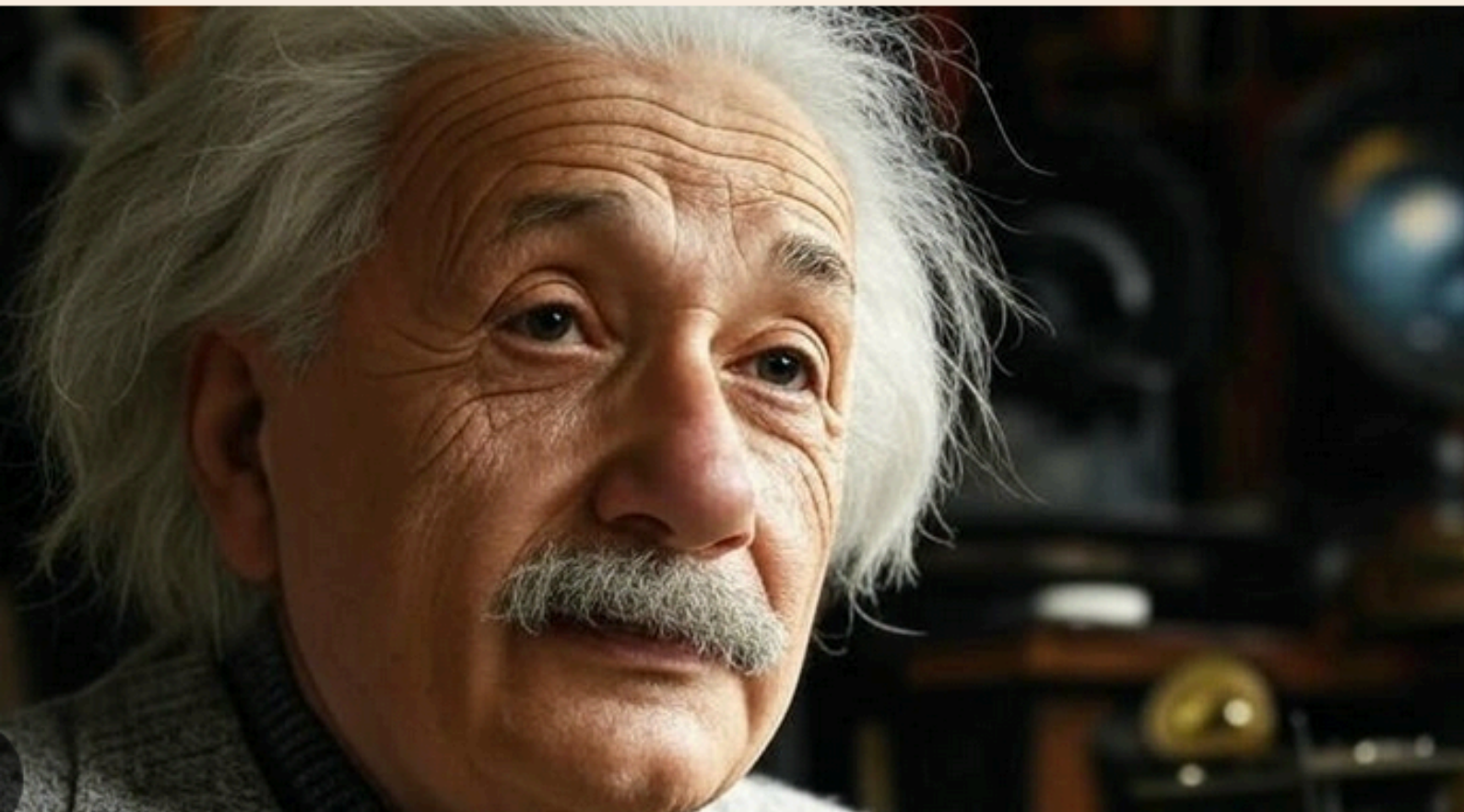


DIA E NOITE COM AS ESTRELAS

Boletim Mensal



Albert Einstein, nasceu em Ulm (Alemanha) em 1879 e morreu em Princeton (EUA) em 1955. Foi um dos maiores físicos teóricos da história. Ganhou o Prêmio Nobel da Física em 1921 por seu trabalho explicando o efeito fotoelétrico. Desenvolveu importante trabalho para interpretar a composição de movimentos quando lidando com altíssimas velocidades alterando profundamente nossas ideias a respeito de tempo e de espaço. Também, trouxe à tona a natureza dual da luz, partícula/onda, a correspondência massa/energia e uma nova visão a respeito daquilo que chamamos de gravidade.

Editorial

por Ramachrisna Teixeira (IAG-USP)

Caros leitores,

Com esta edição do boletim Dia e Noite com as Estrelas, iniciamos o nosso sexto ano de atividades. Foram cinco anos de muito trabalho e dedicação, com diferentes gerações de estudantes aprendendo, se formando e contribuindo com entusiasmo para divulgarmos textos de cunho científico em uma leitura rápida e, quase sempre, leve. Desde o início, nossa meta foi e continua sendo atrair e motivar nossos leitores para esses temas, ao mesmo tempo em que formamos nossos estudantes.

Para marcar esta data, foi por eles convencido a enfrentar um tema muito mais do que desafiador (surpresa!), que em muitos momentos contraria profundamente o senso comum. Naturalmente, como já dito, nossa intenção aqui é despertar a atenção. Mais detalhes e informações mais precisas podem ser facilmente encontrados na mídia em geral e, agora também, em algumas ferramentas de “inteligência artificial”, as conhecidas AI ou IA, como preferirem.

Desejamos a todos uma leitura agradável e prazerosa.

Um abraço e muito obrigado por fazerem parte do grupo de leitores do nosso boletim.

Sejam muito bem-vindos a mais uma edição!

ACESSE NOSSO
ACERVO PELO
CÓDIGO QR AO
LADO



ALBERT EINSTEIN: ALTERAÇÃO RADICAL DA FÍSICA E DA NOSSA VISÃO DE MUNDO

por Ramachrisna Teixeira (IAG - USP)

No início do século XX a Física e a nossa visão do universo se alteraram drasticamente. Pouco mais de 200 anos a compreensão profunda, bem aceita e já enraizada da primeira lei da natureza descoberta foi radicalmente alterada. A luz se tornou um grande problema tanto pela dualidade partícula-onda quanto por não seguir a composição de velocidades de Galileu-Newton. A própria gravidade passou a ser questionada, aliás, como já o fizera Newton: Como a força gravitacional é transmitida? Como uma massa produz essa força de atração dita “gravitacional”?

Muitas dessas repostas vieram com Einstein, claro, tendo como ponto de partida e base o conhecimento teórico experimental mais recente.

Em 1905 aos 26 anos Einstein publicou 4 artigos revolucionários que abalaram o mundo. Era o início. Essa revolução foi completada com outro publicado 10 anos mais tarde.

A tradução e compreensão de parte desses temas em poucas ou muitas palavras não é simples eu diria mesmo impossível. Mas a situação é muito mais complicada ainda. Estamos falando de uma mudança radical na visão que temos de conceitos que mal conseguimos definir como espaço/tempo e matéria/energia. Trata-se de uma revolução que enterrou o senso comum a ponto de ser aceita com desconfiança ou nem ser aceita imediatamente pela academia.

1 – Em março de 1905 Einstein publico um primeiro artigo sobre o chamado **efeito fotoelétrico**: fenômeno físico onde a luz, ao incidir sobre um material, em geral metálico, pode arrancar elétrons do mesmo. Esse trabalho propõe que a luz é quantizada em “pacotes de energia” (fótons) e serviu como base para a física quântica.

2 – Em maio, publicou um trabalho que explicava o movimento aleatório de partículas microscópicas (**movimento browniano**) como pólen, por exemplo, suspensas na superfície de um líquido e com isso confirmou, a existência dos átomos e moléculas, postulada por Demócrito por volta de 400 a.C.

3 – Em junho, foi a vez do artigo sobre a composição de velocidades, conhecido como **Teoria da Relatividade Restrita**, mas cujo título foi: “Sobre a eletrodinâmica dos corpos em movimento”. Aqui, Einstein, apoiado em trabalhos de Lorentz (1853-1928) e Poincaré (1854-1912), resolve um problema que surgiu com o experimento de Mikheson-Morley: a luz se propaga com a mesma velocidade para qualquer observador, esteja esse se movendo a favor ou contra. Para Einstein isso era possível desde que o tempo se dilatasse para um e o espaço se comprimisse para o outro. Naturalmente, espaço e tempo relativos, contrariava tudo que todos pensavam a esse respeito, inclusive a mecânica de Newton.

4 – Em novembro, publica um quarto artigo, 3 páginas apenas, decorrente do trabalho anterior, onde apresenta talvez a equação mais famosa da física **$E = m.c^2$** que simboliza a equivalência massa-energia.

Em 1915 surge a **Teoria da Relatividade Geral** que trata a gravidade como uma propriedade do espaço e não da matéria. Agora, o espaço relativo também pode se curvar devido à presença da matéria, “como um peso qualquer pode curvar a superfície de um colchão”.

Esses trabalhos constituem a base do conhecimento científico e tecnológico que temos hoje, desde a compreensão da evolução do Universo e geração de energia nas estrelas até a construção de artefatos de guerra inimaginavelmente devastadores.

A RELATIVIDADE DOS MOVIMENTOS

por Suellen Camilo (IF-USP)

Quando pensamos em movimento, é natural imaginar um objeto se deslocando no espaço: um carro correndo pela estrada, a Lua girando ao redor da Terra ou mesmo nós caminhando pela rua. Mas existe uma questão fundamental: em relação a quê esse movimento acontece?

A relatividade dos movimentos é um conceito fundamental na física que nos mostra que o movimento é sempre relativo e depende do ponto de vista do observador, a menos que estejamos falando da luz (radiação eletromagnética), ou seja, do referencial adotado. Isso significa que não existe um estado de repouso absoluto no universo.

Essa ideia já era discutida na Antiguidade, mas foi Galileu Galilei, no século XVII, quem a formulou de forma clara. Ele percebeu que as leis da física se comportam da mesma forma em um sistema parado ou em um sistema que se move em linha reta e com velocidade constante. Por exemplo, em um trem em movimento não acelerado, você pode jogar uma bola para cima e ela cairá em sua mão, exatamente como faria se estivesse parado na estação. Para um observador externo na estação, a trajetória é um arco de parábola.

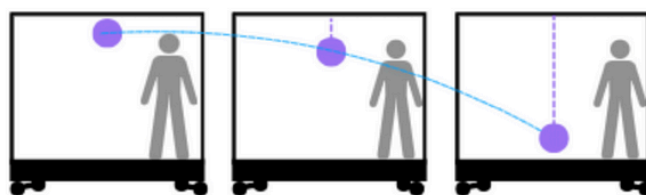
Veja a ilustração ao lado.

Galileu então estabeleceu o princípio que ficou conhecido como relatividade galileiana: que as leis da física são as mesmas em qualquer referencial em movimento retilíneo e uniforme.

Entretanto, no início do século XX, Albert Einstein teve que rever essas ideias em sua Teoria da Relatividade Restrita. Ele manteve o princípio de que o movimento é relativo, mas como consequência do experimento de Michelson e Morley mostrando que a velocidade da luz é a mesma independentemente do observador, teve que alterar a concepção de tempo e espaço.

Repouso, movimento e trajetória

São *conceitos relativos*; portanto, dependem do referencial adotado. Um corpo está em *movimento* ou em *repouso*, para um dado referencial, quando sua posição varia ou não varia, em função do tempo. A *trajetória* é uma linha que une as sucessivas posições ocupadas por um corpo em movimento, forma também depende do referencial adotado.



Para um observador *dentro do vagão*, a trajetória de um objeto que se desprende do teto é uma *reta vertical* e, para um observador em repouso *fora do vagão*, a trajetória é um *arco de parábola*.

Imagem: Suellen Camilo

Para que a velocidade da luz seja sempre a mesma, o que deve mudar é a nossa percepção de espaço e tempo. Eles não são fixos, como costumamos pensar, mas sim relativos. Ou seja, se a velocidade da luz é um valor fixo, a única maneira de isso fazer sentido é se o próprio espaço e o tempo mudarem para diferentes observadores. E essa ideia levou a fenômenos como a dilatação do tempo¹ e a contração do espaço².

Embora esses efeitos sejam imperceptíveis em nosso dia a dia, eles são essenciais para tecnologias como o GPS e para a compreensão do universo em escalas cósmicas e subatômica.

1 - Para um observador que se move muito rápido, o tempo passa mais devagar em comparação com um outro parado em relação ao mesmo referencial.

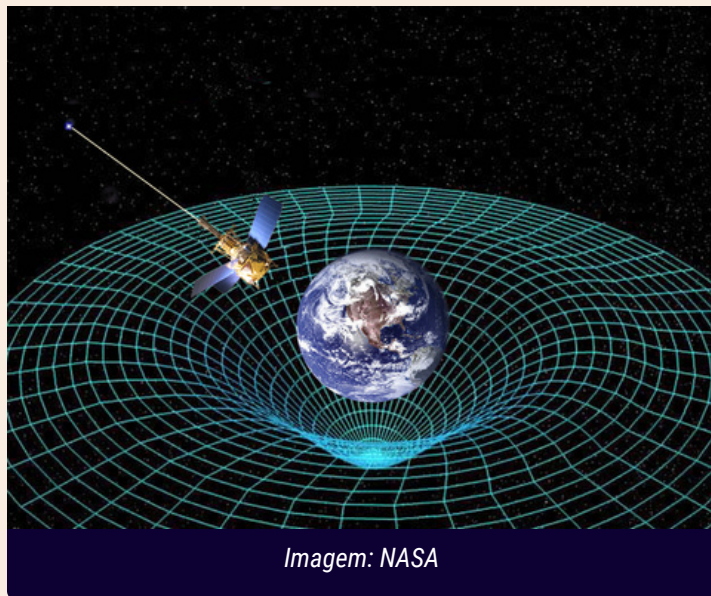
2 - O espaço para um observador em alta velocidade se contrai em relação àquele em repouso no mesmo referencial.

ESPAÇO-TEMPO: PALCO OU ATOR?

por Rafael Prince Santiago Tasca - IFUSP

Albert Einstein, ao propor a Teoria da Relatividade Geral em 1915, mudou a forma como entendemos espaço e tempo. Em vez de serem um cenário fixo onde os eventos do universo acontecem, espaço e tempo se entrelaçam em algo único: o espaço-tempo relativo, que pode se curvar sob a influência de matéria e energia. Segundo a teoria, é justamente essa curvatura que percebemos como gravidade.

Mas há uma questão filosófica e científica ainda em aberto: o espaço-tempo é algo que existe por si só, ou depende totalmente da matéria para existir?



Essa pergunta remonta ao debate entre Isaac Newton (1643-1727) e Leibniz (1646-1716). Newton via o espaço e o tempo como absolutos: coisas rígidas, imutáveis, independentes da presença ou existência de um corpo material. Leibniz, por outro lado, defendia uma visão relacional: sem matéria, não há espaço ou tempo – eles surgem nas relações entre objetos.

Einstein se aproximou dessa visão relacional inspirado pelo filósofo Ernst Mach (1838-1916). O chamado Princípio de Mach, hipótese que relaciona um corpo a todos os outros do universo, influenciou fortemente Einstein, que chegou a interpretar a Relatividade Geral como evidência a favor dessa relação.

De fato, à primeira vista, a Relatividade Geral parece favorecer essa visão, pois mostra que o espaço-tempo se deforma com a presença de matéria e energia. No entanto, as equações de Einstein também permitem soluções em que o espaço-tempo tem uma geometria definida mesmo sem matéria nenhuma.

Uma delas é o chamado espaço de Minkowski, que descreve um universo vazio e sem curvatura. Outra é o universo de De Sitter: também sem partículas, mas curvado e em expansão. Isso sugere que, mesmo vazio, o universo poderia manter uma estrutura matemática que orienta tudo que existe, da matéria à luz.

Portanto, esse dilema permanece vivo na física moderna: **será o espaço-tempo um “campo” tão real quanto a matéria, ou apenas o nome dado à rede de relações entre corpos?**

Nesse contexto, “absoluto” não significa, como antes, “independente de referencial”. O debate é ontológico e versa sobre a própria natureza do espaço-tempo: se ele existe por si só, mesmo quando não há matéria ou energia, ou é derivado das interações entre entidades físicas. A Relatividade não dá uma resposta final — apenas nos mostra que espaço-tempo e matéria/energia estão profundamente interligados.



Imagem: Brasil Escola

RELATIVIDADE E A PRECISÃO DO GPS

por Verônica Aparecida (IF-USP)

O Sistema de Posicionamento Global (GPS) é composto por no mínimo 24 satélites que estão aproximadamente à 20.000 quilômetros de altitude orbitando a Terra com velocidades altíssimas em torno de 15 mil km/h.

Cada satélite possui um relógio atômico extremamente preciso e estável. Dessa forma, podem emitir sinais indicando suas posições e correspondentes instantes. A partir da recepção de sinais de pelo menos quatro satélites é possível calcular com precisão a posição de um objeto (receptor) na superfície da Terra.

A distância do receptor até cada satélite e conseqüentemente sua posição (latitude e longitude) é calculada com base no tempo de viagem do sinal que corresponde à diferença entre a hora do satélite e do receptor. Naturalmente, para uma boa determinação da posição do receptor em um ponto na superfície, essas informações requerem altíssimas precisões e para tal os efeitos relativísticos devem ser levados em conta nessas medidas.

Com a Teoria da Relatividade Restrita (Especial) de Einstein, vimos que o tempo e a distância são influenciados pelas velocidades dos corpos como no caso dos relógios que são extremamente altas como foi dito. Os relógios dos satélites “andam” um pouco mais devagar, muito pouco é verdade, se atrasando em relação àqueles da superfície da Terra e isso tem que ser levado em conta.

Além disso, de acordo com a Teoria da Relatividade Geral de Einstein, a intensidade do campo gravitacional onde se encontram os satélites é mais fraca (mais afastados do centro da Terra) e faz com que os relógios “andem” mais rápidos do que na superfície. Na somatória, os efeitos relativísticos são em torno de 40 microssegundos e se não levados em conta acumulariam um erro de 10 Km por dia na posição.

Os bons resultados que temos com o GPS são provas que teorias científicas revolucionárias e abstratas podem estar mais próximas do que podemos imaginar, facilitando, por exemplo, em muito o nosso cotidiano.

A SINFONIA INVISÍVEL DA MATÉRIA

por Sora Satie Faria Nishimi (IAG - USP)

Hoje vamos voltar um pouco no tempo, mais especificamente para o século XIX. Em 1827, em meio a grandes guerras de independência e descobertas revolucionárias, um botânico escocês estava prestes a deixar sua marca na história da física. Robert Brown (1773-1858) estava observando grãos de pólen suspensos na água quando notou que estes dançavam para todo lado sem parar. Eles ziguezagueavam de forma completamente aleatória, como se estivessem sendo empurrados por “fantasmas”. Robert ficou intrigado – seria essa a “força vital” das plantas?

Para testar sua teoria, ele começou uma investigação científica minuciosa, examinando pólen morto, pedaços de vidro, e até rochas pulverizadas. Para sua surpresa, o movimento continuava igual! Ou seja, a “força” que movimentava aquelas partículas não poderia ser vida: havia algo muito mais fundamental acontecendo. Durante muito tempo, ninguém conseguiu explicar esse fenômeno. Até que em 1905, quase um século após a descoberta de Brown, surgiu a ideia revolucionária de Albert Einstein: o movimento aleatório observado surge da colisão de átomos e moléculas invisíveis com os grãos de pólen.

A explicação de Einstein era genial em sua simplicidade: imagine que você está em uma festa muito lotada, no meio da pista de dança. Normalmente você recebe empurrões equilibrados de todos os lados, mas de vez em quando, por pura coincidência, mais pessoas te empurram de um lado só.

Resultado? Você sai cambaleando numa direção aleatória. Era exatamente isso que estava acontecendo com as partículas de Brown. Moléculas de água, invisíveis e em movimento frenético devido ao calor, colidiam incessantemente com partículas maiores suspensas na superfície. Como essas colisões eram totalmente aleatórias, as partículas saíam “dançando” de forma imprevisível.

Mas Einstein foi além: usou essa explicação para fornecer uma das primeiras evidências convincentes de que átomos e moléculas realmente existem, algo ainda controverso na época. Mais tarde, Jean Perrin comprovou a teoria experimentalmente e ganhou o Prêmio Nobel de Física por sua pesquisa.

Da próxima vez que observar poeira dançando num raio de sol ou sentir o aroma do café se espalhando pelo ar, lembre-se: você está observando uma das descobertas mais importantes da ciência, que nos abriu os olhos para o mundo invisível e dinâmico das moléculas que nos cercam.



Trajatórias de partículas de poeira iluminadas pela luz solar. Os rastros em zigue-zague mostram o movimento aleatório causado por colisões constantes com moléculas do ar.

(Fonte: Wikimedia Commons – E.mil.mil)

QUANDO A LUZ CONVIDA A ELETRICIDADE PARA DANÇAR

por Artur Junior (IAG-USP)

Imagine um baile onde a luz, elegante em seu terno violeta, convida a eletricidade adormecida para dançar. Quando se encontram, faíscas literalmente voam...

Saindo bastante dessa visão lúdica para explicarmos o que de fato significa esse grande baile, precisamos ir a um lugar um pouco menos movimentado: o laboratório do cientista Heinrich Hertz. Em 1887, o cientista estava realizando alguns experimentos com faíscas quando notou um acontecimento atípico: quando a luz ultravioleta tocava certos tipos de metais, pequenas centelhas saltavam daquela superfície, como se elas aos poucos dançassem.

Por quase 20 anos, cientistas da época perdiam a cabeça na tentativa de explicar esse fenômeno. Entre idas e vindas de explicações mirabolantes, um jovem, ainda mais mirabolante, de 26 anos teve uma ideia brilhante (até mais do que as faíscas em si): e se a luz não fosse uma onda exatamente, e sim pequenos pacotinhos de energia, chamados fótons? Esse jovem cientista se chamava Albert Einstein, e estava prestes a desenvolver a teoria que lhe renderia o Prêmio Nobel de Física em 1921.

Explicando de outra forma, podemos pensar num jogo de bolinha de gude. Imagine a luz como uma pequena bola de gude em alta velocidade que vai bater numa bolinha um pouco maior, chamada elétron. Quando essa colisão ocorrer, se a luz tiver energia suficiente, ela conseguirá tirar o elétron da sua posição original. É isso que ocorre com a luz, e esse é o chamado Efeito Fotoelétrico: quando a luz, suficientemente energizada, consegue retirar elétrons de uma superfície metálica, gerando eletricidade.

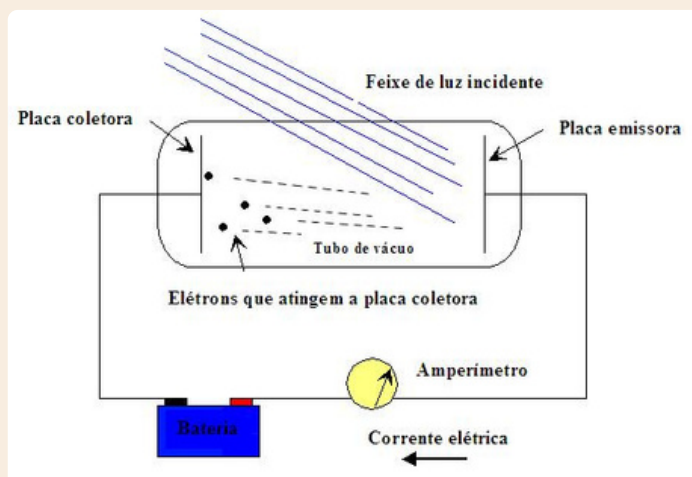


Imagem: IF-UFGRS

Mas, afinal, quais são as consequências desse efeito? Além de sua explicação ter mudado a forma como enxergamos a física (com a física quântica) e a interpretação da luz - conclusão que perdura até hoje -, o Efeito Fotoelétrico tem diversas aplicações práticas! Por exemplo: os painéis solares que ajudam a criar energia limpa, a câmera do seu celular que transforma luz em sua selfie de família, e até mesmo detectores de fumaça para proteger um grande baile.

Esse incrível efeito está presente em lugares onde não o enxergamos, mas as tecnologias de ponta de hoje se aproveitam muito desse belo baile. Então lembre-se: se até a luz precisa de uma certa energia para convidar alguém para dançar, você também vai precisar!

ASTRONOMIA EM QUADRINHOS



CORPO EDITORIAL:

- Camila Machado
- Daniel Valinhos
- Hellen Pantoja
- Luiza Correa
- Leonardo Lacerda
- Malu Carvalho
- Otávio Moreira
- Rama Teixeira
- Sora Nishimi
- Ana Faria
- Ana Dantas
- Artur Junior
- Beatriz Morais
- Suellen Camilo
- Sthephany de Olliveira
- Veronica Aparecida

REFERÊNCIAS

A Relatividade dos Movimentos

- 1 - A Relatividade de Galileu – Relatividade Restrita
- 2 - Para se compreender o cerne da Relatividade: A relatividade do movimento e referenciais inerciais
- 3 - O que significa relatividade do movimento?
- 4 - A Relatividade Geral Explicada



SE INSCREVA NA NOSSA LISTA DE TRANSMISSÃO NO QR CODE AO LADO E RECEBA AS NOVAS EDIÇÕES DO DNCE DIRETO NO SEU EMAIL

ENTRE EM CONTATO CONOSCO POR CONTATODNCESTRELAS@GMAIL.COM E SIGAM A GENTE NAS REDES SOCIAIS



@BOLETIMDNCE



@BOLETIMDNCE

A PRODUÇÃO E PUBLICAÇÃO DESTA BOLETIM É INDEPENDENTE.

A reprodução total ou parcial deste material é livre desde que acompanhada dos devidos créditos