

# QUARK



Campo Grande | MS | Brasil

1ª EDIÇÃO

Dezembro de 2021



## A desvalorização da ciência no Brasil

A pandemia de coronavírus (Covid-19) evidenciou a importância do investimento em produção científica, desde a compreensão da doença e de seus efeitos até a busca por soluções, através de testes para o vírus, pesquisas sobre vacinas e equipamentos médicos utilizados para o tratamento. Diante disso, é notável que apesar da evidente magnitude da ciência para o desenvolvimento de um país, o Brasil negligencia cada vez mais o setor já sucateado.

P3

Arte feita pela acadêmica de Física licenciatura, Brenda Heringer.

### Poluição eletromagnética

A poluição eletromagnética surge quando a exposição a esse tipo de radiação é continuada, e seus impactos na saúde humana são um tema de debate no meio científico. Seria a eletricidade, um dos fundamentos da vida moderna, realmente nociva à integridade física do homem?

P4

### Do fogo a fusão nuclear

No decorrer dos tempos, o fogo foi tratado, muitas vezes, como um objeto divino e associado ao Sol, e esse "relacionamento poético" da humanidade com o Sol perpassou as eras e deu origem, hoje, ao termo "Sol artificial", que denota as, já citadas, máquinas de fusão nuclear: a nova forma de obtenção de energia criada pelo homem.

P7

### Quem dá mais?

A carta escrita pelo físico alemão Albert Einstein, - datada de 26 de outubro de 1946 e endereçada ao físico Ludwik Silberstein, na qual ele registrou sua famosa equação  $E=mc^2$  -, foi vendida recentemente, em 21/05/2021, por US\$ 1,2 milhão.

P8

### Modelo padrão da física de partículas

O Modelo Padrão da física de partículas é uma das melhores e mais completas teorias da física, que descreve as partículas básicas e suas interações. Essa descrição organiza as partículas elementares em dois grupos: os léptons e os quarks.

P9

## Aplicações do aprendizado de máquinas em técnicas de espectroscopia.



Guilherme Cioccia Neves, formado no curso de física Bacharelado pela UFMS em 2020, faz mestrado em Ciências dos Materiais na UFMS. O projeto desenvolvido por ele no mestrado é a elaboração de um protocolo para identificar rastros de disparo de arma de fogo nas mãos de suspeitos e tentar diminuir a chance de uma falsa incriminação.

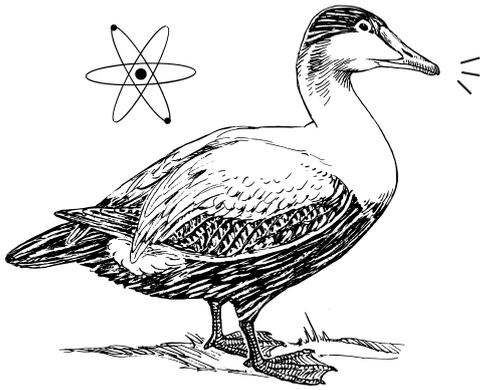
P5

ESCOLHA DO EDITOR

## Iniciação científica

P10

# Carta aos leitores



Sejam bem-vindos à primeira edição do Quark, o jornal do PET Física! O Quark é um projeto que foi estruturado pelos integrantes do PET Física da Universidade Federal de Mato Grosso do Sul (UFMS) e tem o objetivo de despertar o seu interesse pela ciência, contando um pouco sobre alguns trabalhos e pesquisas realizados no Instituto de Física (INFI) da UFMS e dissertando acerca de curiosidades. Nesta edição contamos com a participação de alunos do INFI que atuam em diferentes áreas de pesquisa, - cada qual com seu paradigma -, e abordamos debates em destaques no mundo científico. Com isso, esperamos que as perguntas aqui engajadas, questões desenvolvidas e textos científicos possam te aventurar em um mundo novo de descobertas e proporcionar a sua familiarização com os projetos desenvolvidos pela comunidade do INFI.

## Editorial

### Redação

CASSIO MARTINS DA SILVA  
EMMANUELY PEREIRA DE MATOS  
GLINKA LINO DUARTE ESTADULHO  
GUILHERME SOUZA COSTA  
MURILO NECO SARAIVA

### Entrevista

GIOVANNI RAMOS MELO  
GUILHERME HOKAMA SANTOS  
RODRIGO DE CARVALHO  
SABRINA VITORIA DA SILVA

### Colaboradores

BRENDA HERINGER  
GUILHERME CIOCCIA NEVES  
PEDRO LUCAS VITAL

### Revisão e orientação

MARCOS SERROU DO AMARAL  
MURILO NECO SARAIVA

## Sobre o PET

O Programa de Educação Tutorial (PET) Física é um grupo temático em Física que foi criado em 2006. As atividades no PET Física visam o desenvolvimento de atividades acadêmicas em padrões de qualidade de excelência, de natureza coletiva e interdisciplinar; contribuição para a elevação da qualidade de formação acadêmica dos alunos de graduação dos cursos de Física (Licenciatura e Bacharelado) e Engenharia Física; e contribuição com a política de diversidade na UFMS por meio de ações afirmativas em defesa da equidade socioeconômica, étnico-racial e de gênero.



## A arte dentro do Instituto de Física



Brenda Heringer, além de ser acadêmica de física licenciatura, é também artista, produzindo diversas artes autorais e encomendas personalizadas.

Se interessou pelas obras de arte da Brenda? Entre em @brenda\_heringer no Instagram e conheça um pouco mais sobre o seu trabalho.



# A desvalorização da ciência no Brasil

Questões estruturais e culturais distanciam o contexto social brasileiro do que está previsto.

Por Guilherme Costa.

A pandemia de coronavírus (Covid-19) evidenciou a importância do investimento em produção científica, desde a compreensão da doença e de seus efeitos até a busca por soluções, através de testes para o vírus, pesquisas sobre vacinas e equipamentos médicos utilizados para o tratamento. Diante disso, é notável que apesar da evidente magnitude da ciência para o desenvolvimento de um país, o Brasil negligencia cada vez mais o setor já sucateado.

Em virtude dos desafios impostos pela pandemia, foi observado que a ciência brasileira deu respostas ágeis e fundamentais para o desenvolvimento da vacina, como o sequenciamento do genoma do vírus em cerca de 48 horas após a confirmação do primeiro caso de Covid-19 no Brasil, concebido pela USP. Nessa perspectiva, compreende-se o impacto que a pesquisa tem no desenvolvimento socioambiental e econômico, uma vez que auxilia no desenvolvimento do pensamento crítico e na formação de cidadãos autônomos e participativos, capazes de atuar com competência e consciência na sociedade. Além disso, por intermédio dela, é possível superar as adversidades do meio, melhorar a qualidade de vida e fomentar o desenvolvimento sustentável da sociedade. Ainda, é observado a notável relevância econômica da ciência na atual dinâmica comercial, sob a perspectiva da valorização de produtos com tecnologia agregada. Prova disso são os avanços na física médica que otimizam novas tecnologias para diagnóstico e terapia adequados, garantindo a segurança e a eficácia de equipamentos de imagens, como uma ressonância magnética.

Contudo, embora a Constituição Federal de 1988 imponha ao Estado promover e incentivar o desenvolvimento científico, a pesquisa, a capacitação científica e tecnológica e a inovação, segundo os artigos 218 e 219, questões estruturais e culturais distanciam o contexto social brasileiro do que está previsto. Isso decorre da falta de investimento estatal na ciência básica e aplicada, observado com os cancelamentos indevidos de verba impostos às duas principais agências de fomento federais do país, CAPES e CNPq, como também as universidades públicas, que concentram grande parte dos cientistas, impactando prejudicialmente na continuidade de pesquisas e no desenvolvimento da formação de acadêmicos. Ademais, verifica-se a ausência de ambientes nas escolas públicas pensados para as necessidades de pesquisa, com equipamentos, livros, laboratórios e computadores. O reflexo disso é a fuga de cérebros, caracterizado pela emigração de profissionais especializados que vão para o exterior em busca de melhores oportunidades para desenvolver seus trabalhos em um ambiente mais favorável à ciência.

Além disso, a ciência não é valorizada pelas pessoas como um bem sociocultural fundamental ao país. Segundo a teoria sobre cultura de massa, da escola de Frankfurt, para que a cultura possa se tornar um bem de consumo ela precisa ser simplificada, o que gera pouco apreço pela ciência, que demanda tempo e dedicação.

Ainda, de acordo com o sociólogo Zygmunt Bauman, a sociedade contemporânea é regida pelo imediatismo, o que também evidencia essa oposição ao pensamento científico, agravando ainda mais o caso de desvalorização da ciência no Brasil. Ademais, no atual contexto de negacionismo, designado pela rejeição de conceitos básicos, incontestáveis e apoiados por consenso científico, e de propagações de falsas notícias, observa-se o abismo entre a esfera acadêmica e a comunidade como um todo, que é reforçada com a mídia que não destaca os novos avanços científicos. A consequência disso é o desmerecimento do conhecimento científico e a deslegitimação das instituições.

À vista disso, entende-se a necessidade de reverter esse quadro. Dessa forma, é essencial garantir que os recursos destinados ao investimento em ciência sejam claramente estabelecidos por lei, como também respeitados, mantidos e ampliados, de forma que o Estado reconsidere os cancelamentos de recursos do setor, bem como invista na construção de laboratórios, possibilitando, assim, o desenvolvimento científico. Ainda, é fundamental que o Ministério da Ciência e Tecnologia, juntamente com o MEC, incentive a formação de projetos e eventos científicos, aumentando a visibilidade dessa esfera do conhecimento e impulse parcerias com instituições privadas, que apoiem e financiem pesquisas. Ademais, é preciso que seja fomentada discussões sobre os incentivos tecnológicos e suas consequências em sociedade, já que as políticas públicas que incentivam a pesquisa e a inovação industrial são imprescindíveis para o desenvolvimento socioeconômico, de forma que a mídia dissemine o valor da ciência, difundindo os avanços tecnológicos e a criação de uma relação mais próxima entre os indivíduos e o saber científico.

## Referências:

[1] CANCELAMENTOS INDEVIDOS COLOCAM EM RISCO ÁREAS ESSENCIAIS DE CT&I. **SBPC**, 2021. Disponível em: < SBPC divulga nota sobre cancelamentos indevidos no orçamento que colocam em risco áreas essenciais de CT&I – SBPC (sbpcnet.org.br) >. Acesso em: 10 jun. 2021.

[2] A IMPORTÂNCIA DA CIÊNCIA TRANSCENDE A OBTENÇÃO DE VACINAS PARA A COVID. **Academia Brasileira de Ciências**, 2020. Disponível em: < A importância da Ciência transcende a obtenção de vacinas para a Covid – ABC >. Acesso em: 12 jun. 2021.

[3] A IMPORTÂNCIA DA CIÊNCIA, TECNOLOGIA E INOVAÇÃO PARA A SOCIEDADE. **Jusbrasil**, 2021. Disponível em: < A importância da ciência, tecnologia e inovação para a sociedade (jusbrasil.com.br) >. Acesso em: 12 jun. 2021.

# Poluição eletromagnética

## O seu aparelho celular poderia estar prejudicando a sua saúde física?

Por Murilo Saraiva.

Com o desenvolvimento da ciência e da tecnologia, a radiação que provém de fontes eletromagnéticas tem se tornado uma constante cada vez maior em nossas vidas. A eletricidade, tal como a conhecemos no dia a dia, advém do movimento de cargas elétricas, - elétrons -, e a sua existência pressupõe a geração de dois campos, um elétrico e outro magnético, que carregam consigo energia ao passo em que se espalham pelo espaço: esse é o fenômeno da radiação eletromagnética. Ela é emitida por linhas de energia, antenas de televisão e de rádio, bem como por computadores, televisores e aparelhos celulares. Em vista disso, o termo "poluição eletromagnética" emerge da exposição prolongada e ininterrupta a esse tipo de radiação, e seus supostos impactos na saúde humana são um tema de debate no meio científico. Mas a energia elétrica, um dos maiores pilares da vida moderna, realmente poderia ser nociva à integridade física do homem?

As diversas formas de radiação eletromagnética existentes compõem um espectro eletromagnético (Figura 1) cuja boa parte é inofensiva para o ser humano, como a luz visível, o infravermelho, as micro-ondas e as ondas de rádio. Contudo, sua parcela remanescente encerra a radiação que é forte ao ponto de conseguir arrancar elétrons dos átomos; dentre seus representantes temos a luz UV, os raios X e os raios gama. No caso destes últimos, especialmente perigosos, os sintomas decorrentes de uma exposição aguda e menos contundente incluem náusea, vômitos, cólicas intestinais, desidratação, dor de cabeça, etc. Todavia, dependendo do grau de exposição à radiação ionizante, as consequências podem ser bem piores: ionização e fragmentação celular, - que implicam em danos e desordens genéticos -, queimaduras severas, câncer e não raro o óbito.

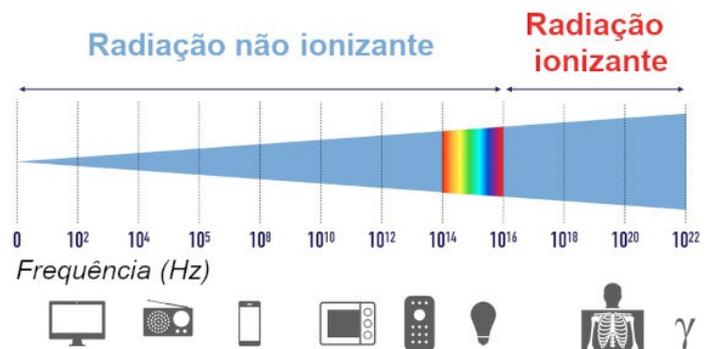
Com base no mencionado, não é absurdo concluir que estamos inevitavelmente cercados por diversas fontes, - inclusive naturais -, de radiação. O calor agradável da praia, a título de exemplo, ocorre devido à pele que se aquece quando exposta à radiação infravermelha eletromagnética do sol. Porém, no geral, as ondas longas emitidas de maneira ordinária tanto pela natureza quanto pelos aparelhos eletrônicos não perturbam o funcionamento de nossas moléculas, embora, acima de certos níveis, consigam estimular músculos e formigamentos. O problema é que desde a Primeira Revolução Industrial a quantidade desses emissores vem aumentando de modo exponencial, assim como, por conseguinte, a nossa taxa média de exposição.

Nesse sentido, em 1979, um estudo realizado por cientistas britânicos associou a leucemia infantil a viver perto de linhas de alta voltagem; só que nenhuma conexão pôde ser definida, o que contribuiu para o descrédito da pesquisa. A ideia persistiu, de qualquer forma, e posteriormente diversos artigos sobre essa questão vieram a sustentar, ou não, a hipótese de que a radiação de aparelhos elétricos é uma ameaça real. Algumas pesquisas estabeleceram ligações entre o lado do cérebro que as pessoas usam quando estão em seus telefones celulares e o surgimento de tumores cerebrais e a própria Organização Mundial da Saúde (OMS) classificou os campos de radiofrequência como possivelmente cancerígenos. Toda-

via, até hoje não encontramos evidências sólidas de que essas constatações sejam verossímeis.

A despeito disso, há pessoas que dizem serem hipersensíveis a esse tipo de radiação; elas constantemente relatam sintomas como dores de cabeça, náuseas, reações de pele, ardência dos olhos, exaustão, etc. Até que ponto, entretanto, as variáveis de um cotidiano atribulado influenciam nos resultados destes testes? Nada é conclusivo acerca desse tema ainda, e é por isso que a ciência continua a trabalhar com todas as possibilidades. Assim sendo, estudos de longo prazo em execução, como o COSMOS, examinam riscos associados à radiação eletromagnética medindo a frequência e a duração das chamadas telefônicas. Mas a pergunta primordial perdura na mente do leitor: você deveria se preocupar com a radiação emitida pelo seu computador, celular ou televisão? A grosso modo, não. A menos que tudo seja esclarecido, preocupemo-nos com outros problemas que não devem ser negligenciados, tais como a poluição atmosférica, que está comprovadamente associada a 4,2 milhões de mortes prematuras a cada ano.

**Figura 1: Espectro Eletromagnético. A interface entre a radiação não ionizante e a ionizante é a luz UV.**



Fonte: <https://brasilescola.uol.com.br/fisica/radiacao-ionizante.htm>; consultado em 07/12/2021.

## Referências:

- [1] SANTIAGO, André. Efeitos da Radiação no Corpo Humano. 2021. Disponível em: <https://radioprotecaonapratica.com.br/efeitos-da-radiacao-no-corpo-humano/>. Acesso em: 12 jun. 2021
- [2] ELECTROMAGNETIC fields and public health. 2007. Disponível em: <https://www.who.int/teams/environment-climate-change-and-health/radiation-and-health/non-ionizing/elff>. Acesso em: 12 jun. 2021.
- [3] COULD Your Phone Hurt You? Eletromagnetic Pollution. [S.I.]: Kurzgesagt – In A Nutshell, 2019. (7 min.), Animação, son., color. Legendado. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=FfgT6zx4k3Q>. Acesso em: 12 jun. 2021.
- [4] MINARI, Gustavo. Poluição eletromagnética: saiba o que é e o que ela pode causar. 2021. Disponível em: <https://canaltech.com.br/telecom/o-que-e-poluicao-eletromagnetica-186747/>. Acesso em: 12 jun. 2021.

# Entrevista com o mestrando Guilherme Cioccia

## Ciência dos Materiais

Por Rodrigo de Carvalho.

**PET Física:** No que consiste o seu projeto de mestrado?

R: O projeto que eu submeti no meu mestrado é a elaboração de um protocolo para identificar rastros de disparo de arma de fogo nas mãos de suspeitos e tentar diminuir a chance de uma falsa incriminação. É uma aplicação forense dessas técnicas de espectroscopia, que tem o intuito de identificar a presença de certos gases e metais pesados que fazem parte do processo mecânico de disparo das armas de fogo. Quando ocorre um disparo, esses materiais ficam depositados nas paredes, nas mãos e até mesmo no cabelo do atirador em certos casos. Aí vem a pergunta: "Será que nós conseguimos identificar com precisão, usando técnicas espectroscópicas, a presença desses materiais e ainda conseguir encontrar provas de que tal pessoa realizou um disparo?" Atualmente as técnicas utilizadas não são baratas nem rápidas, além de demandar pessoal mais especializado, então a ideia do projeto foi elaborar um protocolo que fosse mais simples e rápido, - além de ter boa precisão e acurácia, com baixas taxas de falso positivo e falso negativo -, utilizando justamente a espectroscopia ótica, que pode ser tanto LIBS quanto FTIR, juntamente com o aprendizado de máquina. Porque quando você utiliza essas técnicas para coletar os materiais, você tem uma quantidade de dados muito grande, e muitas vezes não vai conseguir distinguir "no olho" o espectro de um material que foi coletado de alguém que realizou um disparo de alguém que trabalha em alguma área da indústria que utiliza esses mesmos metais pesados. Além disso, será que depois de dias ainda é possível obter os dados referentes à quantidade de disparos realizados, - se deu um, dois ou três tiros -, e ao tempo do disparo? Será que a gente conseguiria fazer essa identificação através da aprendizagem de máquinas?

Figura 2: Guilherme Cioccia com seus materiais de pesquisa.



Fonte: Foto fornecida por Guilherme Cioccia.

**PET Física:** Como a pandemia afetou o desempenho da sua carreira acadêmica e qual o maior desafio atualmente?

R: A pandemia começou quando eu estava no último ano de graduação, então eu peguei algumas matérias mais pesadas em meio a esse processo de adaptação dos professores: eles tendo que se adaptarem, eu tendo que me adaptar... Então foi bem difícil; e no meio disso eu tive que entregar meu TCC. Muitas vezes havia dados e conversas que seriam muito mais fáceis de ter pessoalmente, - seria só ir, bater na porta da sala do professor e tirar as dúvidas -, e agora quando entrou a pandemia a gente não tinha mais essa liberdade: esses "muros" entre o "Home Office" e o estudar em casa foram apagados. Muito que é da vida pessoal entra dentro dessas conversas que poderiam acontecer. Você sabe que o orientador tá na casa dele, e é diferente você ligar, ou mandar mensagem, e esperar que ele pare tudo que "tá" fazendo pra tirar suas dúvidas, enquanto que na universidade, durante todo aquele momento, tanto você quando seu orientador estavam ali, dentro desse objetivo, dentro do ambiente que propicia essas conversas, então era muito mais fácil. Foi "aos trancos e barrancos" mesmo pra finalizar o curso, o TCC e todas as análises; tudo foi bem tortuoso. Tive menos de um mês pra finalizar tudo, mas no final deu tudo certo. Daí depois pra entrar no mestrado foi a mesma história: conversando com orientador e fazendo reunião de casa, - desse jeito mesmo -, tentando organizar horários pra escrever o projeto de ingresso no mestrado, pra correr atrás de bolsa... Mas foi um pouco mais tranquilo. O mestrado tem uma carga horária menor que da graduação; são matérias mais tranquilas de fazer, demanda tempo, mas eu não acho que são tão complicadas quanto as da graduação. E ainda sinto falta desse contato direto, de falar com as pessoas na faculdade, e eu acho que isso muda o desenvolvimento profissional: esse deve ter sido o maior desafio, tanto para alunos quanto para professores.

**PET Física:** Por que você escolheu cursar Física?

R: Eu tive uma influência muito forte do meu professor de Física. Eu gostava bastante de Exatas na época, mas também gostava bastante de Humanas. Eu queria muito cursar matérias de Humanas; ter coisas assim. Mas "ai" eu tive várias conversas boas com meu professor de Física, que era um "cara" sensacional. Eu também gostava muito de um professor meu de Matemática e tinha um certo fascínio por algumas passagens da Física e da Matemática que demonstravam os fenômenos da natureza; e "ai" eu achei que Física seria "da hora". Eu, calourinho, mal imaginava o "trampo" que ia ser, mas sempre achei muito "massa". **Tem algumas coisas da Física que eu acho chato pra caramba? Tem; mas eu acho completamente normal.** Como eu já tinha uma pré-disposição e foi uma facilidade vir pra Campo Grande, eu me encontrei mesmo. Hoje estou feliz e não me arrependo de nada.

**PET Física:** Durante a graduação, você participou do PET – Física por praticamente toda a sua graduação. Quais contribuições você acredita que o programa trouxe para sua formação acadêmica? Quais outras atividades você exerceu durante a graduação além do PET – Física?

R: O PET, pra mim, contribuiu demais em toda minha formação como ser humano, "cara"; e como cidadão mesmo. A consciência do que é uma "universidade pública" e da importância das contribuições que nós, como alunos, temos que ter para com a sociedade por estarmos nessas instituições... pra mim, tudo isso veio com o PET. E eu acho que toda essa ideia de democracia que eu tenho hoje, - essa consciência do que é "democracia" -, veio com o PET. As conversas nos encontros dos grupos PET, as contribuições de cada um desses grupos, - que queriam melhorar a universidade e o ensino por vontade mesmo; por amor ao programa -, tudo isso contribuiu para essa formação muito forte da minha consciência. Eu entrei no PET no final do segundo ano e fui até o final da graduação. A princípio entrei pela bolsa, como a grande maioria dos PETianos, porque é uma bolsa boa, - que, claro, poderia ser reajustada; mas pra nós, alunos, ela já ajuda -, e também porque na época eu estava com o projeto de pesquisa sobre a montagem de um circuito de gerador de atraso digital, aplicado ao LIBs. Eu queria a bolsa pra montar esse projeto, e na época não tinha bolsa de Iniciação Científica, então eu peguei ele e achei que poderia contribuir para o PET, porque tava tudo certo, - dentro das diretrizes. Mas depois eu peguei o pique do programa e foi um caminho sem volta: já queria me envolver em tudo, queria organizar vários projetos e tal. Eu também realizei Iniciação Científica de forma voluntária porque, como eu já tinha a bolsa do PET, não podia acumular duas bolsas.

**PET Física:** Quais são suas maiores expectativas para a vida profissional após o mestrado?

R: Pra mim ainda é uma certa incógnita. Eu tô realizando o mestrado pra entregar uma certa contribuição científica mesmo, um artigo, etc. Eu finalizo o mestrado no começo de 2023, e eu pretendo fazer um doutorado. Hoje eu acredito que eu vou fazer um doutorado na UFMS mesmo, mas eu tenho pretensão também de ir para o mercado de trabalho com todo esse conhecimento de inteligência artificial, aprendizado de máquinas e programação que eu tô tendo que estudar. Hoje em dia um físico tem que aprender muita programação e tudo isso dá muita base pra ele trabalhar nessas empresas de tecnologia e tal, que hoje no Brasil estão crescendo muito. A carreira acadêmica é muito gratificante e é muito ingrata ao mesmo tempo. Em toda nossa conjuntura atual, a carreira acadêmica pra mim não é muito chamativa. Apesar de eu ter muita vontade de realizar essas pesquisas e expandir elas, eu tenho a pretensão de continuar me especializando nessas áreas que envolvem tecnologia e "ai" no futuro, quem sabe, ir pro mercado de trabalho mesmo, pra trabalhar com empresas de dados, inteligência artificial e por "ai" vai. Ainda é meio vago, mas essa é minha pretensão.

**PET Física:** Quais os maiores desafios da carreira acadêmica?

R: Um dos maiores desafios que eu vejo hoje é a questão do reconhecimento, principalmente dos órgãos superiores, pra ter essa liberação de mais recursos, porque a gente precisa de mais recursos pra conseguir realizar a pesquisa e pra conseguir equipamentos. Às vezes a gente só precisa de um computador bom; é difícil conseguir manejar isso sem os recursos apropriados.

**PET Física:** Dê um conselho para os alunos de graduação que estão cursando física atualmente e para os que ainda irão entrar.

R: Ter paciência acho que é um bom conselho. Às vezes quando a gente vai fazer uma prova de Física Matemática II, por exemplo, você só quer se levantar e entregar a prova em branco dependendo do seu preparo. Tem que ter paciência pra entender que sua vida não depende daquela prova: você sempre pode se recuperar. E a carreira acadêmica, principalmente na área da Física, é uma carreira muito ingrata, então tem que ter força e paciência pra aguentar essas coisas.

# Do fogo à fusão nuclear

O seu aparelho celular poderia estar prejudicando a sua saúde física?

Por Glinka Lino.

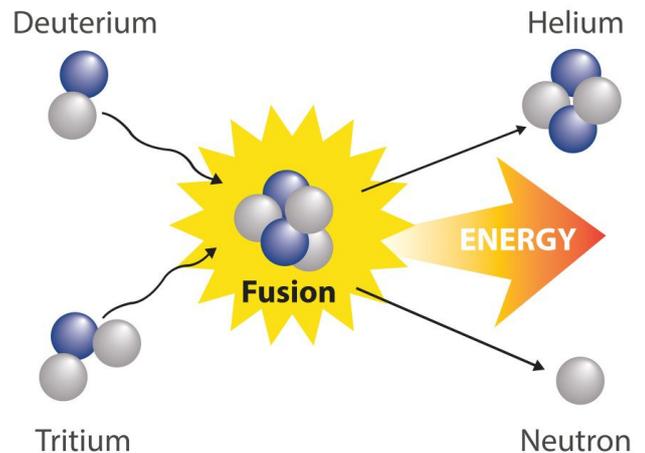
Partindo do Neolítico com a “descoberta” do fogo (a primeira forma de energia conhecida pelo homem) e chegando até os dias atuais com máquinas de fusão nuclear de alta tecnologia, - as Tokamaks -, desde os primórdios a raça humana busca extrair energia da natureza e moldá-la de acordo com suas necessidades. No decorrer dos tempos, o fogo foi tratado, muitas vezes, como um objeto divino e associado ao Sol, e esse “relacionamento poético” da humanidade com o Sol perpassou as eras e deu origem, hoje, ao termo “Sol artificial”, que denota as, já citadas, máquinas de fusão nuclear: a nova forma de obtenção de energia criada pelo homem.

O termo Tokamak é uma transliteração de um acrônimo russo, que indica uma câmara toroidal com bobinas magnéticas. Basicamente, é uma máquina em formato circular (igual a uma rosquinha) que tem a função de gerar energia limpa e supereficiente a partir da fusão nuclear. Se comparada às fontes de energia atuais (como as termoeletrônicas e as termoelétricas), ela não gera resíduos tóxicos e produz muito mais energia. A ideia dessa máquina foi concebida ainda na década de 1950 por dois cientistas soviéticos da ex-URSS, e desde então é utilizada e aprimorada por meio de estudos de cientistas ao redor do mundo, o qual conta com dezoito modelos espalhados pelo globo.

O método de fusão nuclear utilizado pelas Tokamaks é igual ao processo de geração de energia dentro das estrelas, como o nosso Sol: funde-se o núcleo de dois átomos leves (isótopos de hidrogênio), originando, assim, um terceiro átomo mais pesado, e o calor gerado pela fusão é convertido em energia pelo reator (Figura 3). O processo é contrário ao de fissão nuclear e gera até quatro vezes mais energia. No entanto, são necessárias temperaturas acima de 100 milhões de graus Celsius (seis vezes a temperatura do núcleo do Sol), que são mantidas durante o tempo suficiente para que o processo de fusão ocorra. Além das elevadas temperaturas, outro grande desafio deverá ser ultrapassado: a energia necessária para o funcionamento do reator não é compensada por sua energia produzida, ou seja, ele consome mais energia do que é capaz de gerar.

Sem sombra de dúvidas, a energia por meio da fusão nuclear mostra-se promissora para a produção limpa e eficiente. Estudos e cooperações globais, como o projeto ITER (International Thermonuclear Experimental Reactor, na sigla inglês) que conta com a participação de 35 países, buscam fazer com que as Tokamaks produzam energia limpa em escala global (comercialmente viáveis) até 2050. Ainda faltam algumas décadas para a viabilidade da energia de fusão, mas ela certa e futuramente causará uma revolução técnico-científica no mundo, sendo tão importante quanto a descoberta do fogo.

Figura 3: Fusão nuclear



Fonte: [www.infoescola.com/fisica/fusao-nuclear/](http://www.infoescola.com/fisica/fusao-nuclear/); consultado em 07/12/2021.

## Referências:

- [1] Miranda, Giuliana. Maior reator de fusão nuclear do mundo começa a ser construído na França. **Folha de S. Paulo**, São Paulo, 20 de agosto de 2020. Disponível em: <https://www1.folha.uol.com.br/ciencia/2020/08/maior-reator-de-fusao-nuclear-do-mundo-comeca-a-ser-construido-na-franca.shtml>
- [2] ITER. **Iter - the way to new energy**. O que é um tokamak? Disponível em: <https://www.iter.org/mach/Tokamak>
- [3] Serrano, Carlos. Fusão nuclear: como é o poderoso 'sol artificial' com que a China espera gerar energia limpa. **BBC News Brasil**. 8 de dezembro de 2020. Disponível em: <https://www.bbc.com/portuguese/internacional-55231500>
- [4] Dieguez, Flávio. Como fabricar uma estrela: fusão nuclear é promessa de alternativa energética. **Superinteressante**, 31 de outubro de 2016. Disponível em: <https://super.abril.com.br/ciencia/como-fabricar-uma-estrela-fusao-nuclear-e-promessa-de-alternativa-energetica/>

# Quem dá mais?

Carta de Einstein com equação da relatividade é leiloadada por US\$ 1,2 milhões.

Por Emmanuely de Matos.

A carta escrita pelo físico Albert Einstein, datada de 26 de outubro de 1946 e na qual ele registrou sua famosa equação,  $E = mc^2$ , foi originalmente endereçada ao físico Ludwik Silberstein, crítico das teorias do alemão. "Sua questão pode ser respondida por meio da fórmula  $E = mc^2$ , sem qualquer erudição", escreveu Einstein. "Estou convencido de que isso (ou a fórmula corrigida em relação ao raio das massas) esclarecerá as constantes atômicas. Para isso, é preciso primeiro ter uma teoria que contenha a unificação correta da gravidade e da eletricidade." Vendido por US\$ 1,2 milhão (cerca de R\$ 6,4 milhões), o documento teve um lance três vezes maior do que o valor esperado inicialmente, segundo a casa de leilões RR Auction.

Até então, a carta de Einstein pertencia ao arquivo pessoal de Silberstein, - que faleceu em 1948 -, e foi vendido por seus familiares a um comprador identificado apenas pelas letras RR, que permanece anônimo. Todo o processo durou uma semana, - de 13 a 20 de maio -, e o vencedor foi anunciado em 21 de maio deste ano, 2021. No início cinco interessados deram seus lances, no entanto, três deles abandonaram o leilão quando o preço alcançou 700 mil dólares (R\$ 3,8 milhões).

O vice-presidente da instituição responsável pela transação, Bobby Livingston, explica a relevância do documento: "É uma carta importante tanto sob o ponto de vista da holografia como da física, pois mostra o pensamento de Einstein sobre um dos problemas da física mais fundamentais", informa, acrescentando que, "a busca por uma 'teoria do campo unificado' consumiu o último terço da vida de Einstein".

Segundo arquivistas do projeto Einstein Papers, que é uma parceria entre o Instituto de Tecnologia da Califórnia e a Universidade Hebraica de Jerusalém, há outros três manuscritos do físico alemão com a equação escrita à mão, sendo que o quarto, o vendido, - que possuía apenas uma página -, pertencia a uma coleção particular, e se tornou público recentemente.

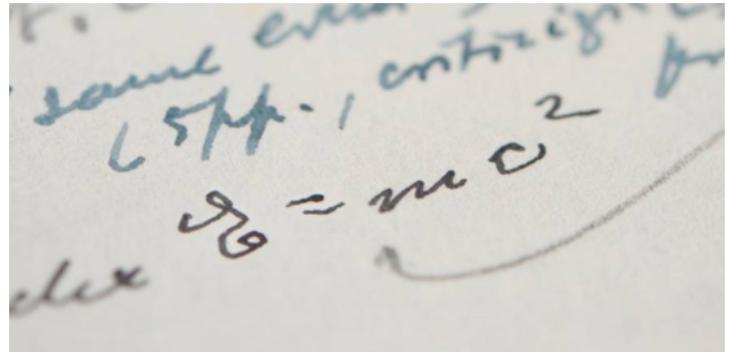
A expressão matemática que afirma que a energia é igual à massa multiplicada pela velocidade da luz ao quadrado alterou a compreensão da Física ao mostrar que o tempo não é algo absoluto e que massa e energia são equivalentes. A saga das verificações e inúmeras discussões da comunidade científica sobre a teoria da relatividade é um tema de grande interesse histórico devido a sua difícil acolhida em diversos círculos científicos.

Os cientistas que aceitaram a Teoria da Relatividade desde o início o fizeram não porque esta apresentasse uma superioridade de resultados experimentais face às propostas rivais: as proposições de Einstein, Lorentz e Poincaré levavam, no âmbito da física daquela época, às mesmas previsões empíricas. Planck, por exemplo, dos primeiros a apoiar a relatividade, declarou em sua biografia científica que "para mim, o apelo dessa teoria resultava do fato de poder esforçar-me por deduzir aspectos absolutos, invariantes, resultantes dos seus teoremas". O que atraiu muitos cientistas foi a possibilidade de aplicar a teoria a novos domínios, a exemplo de A. Sommerfeld, que aplicando a Relatividade ao modelo atômico proposto por Niels Bohr, em 1913, obteve novas previsões confirmadas experimentalmente.

Para se ter uma vaga ideia das dificuldades que cercaram a aceitação da teoria de Einstein em diversos círculos científicos, ela foi publicada em 1905, e somente dez anos depois, a partir de 1915, o nome de Einstein passou a ser sistematicamente indicado para receber o Prêmio Nobel. Em 1920, quando a comissão de cientistas da Academia Sueca de Ciências, que decide a lista de premiados a cada ano, resolveu premiar Einstein, o fizeram pelos seus trabalhos sobre o efeito fotoelétrico, e não pela elaboração da Relatividade.

A exigência era de que o Prêmio Nobel deveria ser atribuído a resultados científicos que tenham recebido comprovação experimental. Sob essa perspectiva, a comissão, então, raciocinou que as verificações empíricas das propostas de Einstein para o efeito fotoelétrico eram isentas de controvérsias, enquanto as verificações da Relatividade ainda eram passíveis de muitas discussões. Entretanto, só mais tarde esta teoria recebeu significativas confirmações experimentais. Foi só ao longo da década de vinte que cessaram as resistências à nova teoria, e, em muitos países, só na década de 50 ela passou a ser sistematicamente ensinada nas universidades.

Figura 4: A "Carta de Einstein" não é única: existem quatro exemplares.



Fonte: <https://radioprotecaonapratica.com.br/efeitos-da-radiacao-no-corpo-humano/>; consultado em 07/12/2021.

## Referências:

- [1] ZARUVNI, Reinaldo. Carta de Einstein com equação  $E=mc^2$  é leiloadada por US\$ 1,2 milhão. 2021. Disponível em: <https://www.tecmundo.com.br/ciencia/217912-carta-einstein-equacao-mc-leiloadada-r-6-4-milhoes.htm>. Acesso em: 27 ago. 2021.
- [2] ROCHA, José Fernando. Origens e evolução das idéias da física. [S.I.]: Edufba, 2002. 374 p.
- [3] CARTA de Einstein com equação " $E=mc^2$ " é vendida a R\$ 6,7 mi. 2021. Disponível em: <https://www.dw.com/pt-br/carta-manuscrita-de-einstein-com-a-equa%C3%A7%C3%A3o-emc-%C3%A9-leiloadada-por-r-67-milh%C3%B5es/a-57632890>. Acesso em: 27 ago. 2021.
- [4] CARTA escrita por Einstein com equação da relatividade é vendida por US\$ 1,2 mi. 2021. Disponível em: <https://www.cnnbrasil.com.br/internacional/carta-escrita-por-einstein-com-sua-famosa-equacao-da-relatividade-vai-a-leilao/>. Acesso em: 27 ago. 2021.

# Modelo padrão da física de partículas

Modelo que descreve as partículas básicas e suas interações.

Por Cássio da Silva.

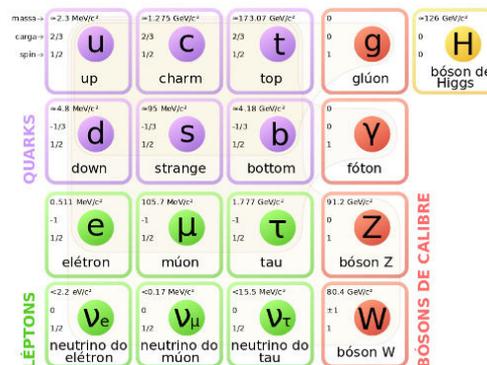
O Modelo Padrão da Física de Partículas é uma teoria que organiza as partículas elementares em dois grupos: os léptons e os quarks. Atualmente são conhecidos seis léptons (elétron, múon, tau, neutrino do elétron, neutrino do múon e neutrino do tau) e seis quarks [up (u), down (d), charm (c), bottom (b), strange (s) e top (t)] (Figura 5). Os quarks possuem uma propriedade chamada "cor", e cada quark pode apresentar qualquer uma das três cores (azul, verde e vermelho). Porém, neste caso, a definição de cor não é a mesma dada em Óptica. Além disso, como cada partícula possui uma antipartícula com mesma massa, mesmo spin e carga elétrica oposta, podemos concluir que existem 12 léptons e 36 quarks no total.

As partículas que possuem estrutura interna são denominadas hádrons e são divididas em dois grupos: os bárions (formados por três quarks ou três antiquarks) e os mésons (formados por um quark e um antiquark). Além desses, no ano de 2015, foi detectado, pelo LHCb do CERN, o pentaquark que é formado por quatro quarks e um antiquark. Dois exemplos de hádrons bem conhecidos são os prótons e os nêutrons, os primeiros são formados por dois quarks u e um quark d, e os últimos, por dois quarks d e um quark u. Além dessas partículas, que são as constituintes da matéria, temos também as partículas mediadoras. Estas são responsáveis pelas interações.

Há quatro tipos de interações fundamentais: eletromagnética, forte, fraca e gravitacional. Elas são relacionadas à carga elétrica, à cor, à carga fraca e à massa, respectivamente; portanto, na natureza há quatro forças fundamentais: força eletromagnética, força cor, força fraca e força gravitacional. As demais forças (força de atrito, forças interatômicas, forças elásticas, etc) são manifestações particulares dessas forças fundamentais, sendo que as interações fundamentais ocorrem através de "trocadas" de partículas mediadoras que também são chamadas de partículas virtuais. Elas são assim denominadas por não possuírem massa, mas possuírem energia.

As partículas mediadoras na interação eletromagnética são os fótons, na forte, os glúons, na fraca, as partículas W e Z, e na gravitacional, os grávitons. Estes últimos ainda não foram detectados e são talvez a principal incógnita dentro da teoria do Modelo Padrão. No entanto, esta é uma das melhores teorias científicas atualmente, ainda que não seja uma teoria completa e acabada, pois ainda temos muitas questões em aberto. Entre estas, há, por exemplo, a assimetria matéria-antimatéria, a matéria escura e a energia escura, além da detecção do gráviton.

Figura 5: Léptons e Quarks



Fonte: <https://www.preparaenem.com/fisica/modelo-padrao-fisica-particulas.htm>; consultado em 07/12/2021.

## Referências:

- [1] MOREIRA, A. M. O Modelo Padrão da Física de Partículas. Revista Brasileira de Ensino de Física, São Paulo, n. 1, v. 31, 2009. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S1806-11172009000100006>. Acesso em: 10 de jun. de 2021.
- [2] RINCON, P. Grande Colisor de Hádrons descobre nova partícula de pentaquark. British Broadcasting Corporation (BBC). Disponível em: <https://www.bbc.com/news/science-environment-33517492>. Acesso em: 11 de jun. de 2021.

# Entrevista com o graduando Pedro Lucas

## Iniciação Científica

Por Guilherme Costa.

**PET Física:** Por que você escolheu fazer Engenharia Física?

R: Eu sempre fui muito bom em Física no ensino médio, era a minha matéria preferida e eu era apaixonado por ela. De certa forma, eu vi que tinha uma certa aptidão para a Física e eu queria um curso que me ajudasse a transformar os conhecimentos físicos em tecnologia para o desenvolvimento da sociedade. Quando pesquisei por Engenharia Física, verifiquei que por meio dela isso era possível. A Física não necessariamente transforma conhecimentos teóricos em tecnologias para a sociedade, já que, por entender a realidade, ela já tem uma demanda própria. Entretanto, por meio da Engenharia Física, poderíamos transformar a física de uma forma inovadora, interligando-a com a engenharia.

**Figura 6: Pedro Lucas trabalhando no Laboratório de Eletroquímica.**



**Fonte:** Foto fornecida por Pedro Lucas.

**PET Física:** Qual a sua Iniciação Científica e quais eram suas expectativas ao iniciá-la?

R: A minha Iniciação Científica é em Eletroquímica e envolve bastante síntese de materiais e impressão em 3D, onde sou orientado pelo professor Cauê Martins. Nesse último ano, trabalhamos fortemente com prototipagem de uma fotocélula a combustível microfluídica impressa em 3D, que tem a capacidade de recolher compostos tóxicos da água e tratá-la, já que atualmente o tratamento da água ocorre por meio de desinfetantes como o cloro, que contribui com o controle de doenças infecciosas, entretanto, como esses produtos químicos não são seletivos, eles podem reagir com substâncias presentes na água, formando compostos tóxicos que nós consumimos. Assim, há a necessidade de reavaliar os métodos de tratamento, considerando novas tecnologias capazes de garantir água de qualidade e a baixo custo. Quando eu entrei na "IC", eu buscava me aproximar mais no meio da pesquisa científica.

**PET Física:** Qual a importância da sua iniciação científica? Quais resultados já foram atingidos?

R: A minha pesquisa é mais voltada para a sustentabilidade, com conversão de energia, tema muito relevante em virtude das atuais crises de energia no país. Assim, tecnologias capazes de transformar a energia e o tratamento de água são muito bem-vindas. A energia é um tema bastante relacionado com o avanço da sociedade e trabalhar com isso para mim é muito importante. No nosso projeto de fotocélula a combustível microfluídica - dispositivo que contém materiais fotocatalíticos sobre ânodos semicondutores ativos na presença de luz - nós conseguimos prototipar uma fotocélula impressa em 3D, que tem a capacidade de oxidar poluentes orgânicos a compostos não tóxicos ao mesmo tempo que geram uma energia limpa, o que reduz o input energético e aumenta a viabilidade. Complexos baseados em cobre mostram boas respostas em processos induzidos por luz e por ser um material barato esses complexos são adequados como fotocatalisadores. Assim, esperamos atingir a sociedade com isso, possibilitando a tratamento de água de comunidades menos favorecidas economicamente, por exemplo.

**PET Física:** No seu ponto de vista, por que fazer uma iniciação científica é tão importante? Acredita que através dela desenvolveu as habilidades necessárias para o mercado de trabalho?

R: Através da iniciação científica, pude estar em um ambiente de pesquisa com muitos doutores e mestrandos que incentivam a pesquisa. A prática é indispensável e com a adesão de equipamentos ultra avançados e auxílio de pessoas mais experientes, você consegue crescer muito profissional e pessoalmente e, ainda, aprende a aprender. Muitas habilidades são desenvolvidas dentro de uma iniciação científica, tais como a disciplina, organização, comunicação, que era onde eu tinha maior dificuldade e pude melhorar muito. Além disso, me manter proativo é algo que o mercado de trabalho cobra. As dinâmicas são muito semelhantes as de uma empresa, no sentido de trabalhar em equipe. Atualmente, eu entendo que a física possui muitos caminhos e apesar de ter gostado de estudar eletroquímica, ainda pretendo conhecer outras áreas. Ainda assim, os conhecimentos obtidos com a eletroquímica vão ser úteis em diversos âmbitos, como por exemplo, no manuseio de equipamentos avançados.

**PET Física:** Você tem algum conselho para quem pretende fazer Engenharia Física?

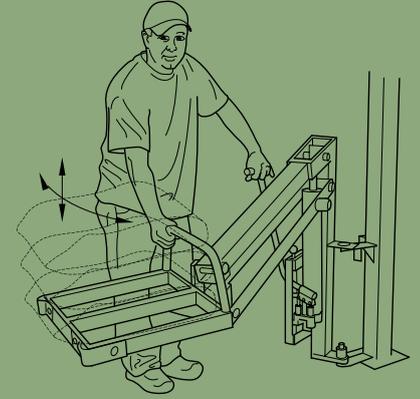
R: Sugiro que essas pessoas se mantenham persistentes. O curso é realmente difícil e tem vezes que não entendemos nada e ficamos desesperados, mas é através do estudo que a gente consegue. Não podemos parar, uma hora a gente começa a entender e percebe que está dando resultado.

# Perguntas

Essa seção do jornal é destinada para alguns questionamentos referentes à física, que vão desde simples teorias até cálculos mais elaborados. Será que você consegue responder todas? Vamos ver!

## Teóricas

- 1) Por que às vezes levamos “choque” ao encostar em um objeto ou pessoa?
- 2) Por que é difícil abrir a porta da geladeira imediatamente após ela ser fechada?
- 3) Como a Lua influencia as marés?
- 4) Por que o pôr e nascer do sol são avermelhados?
- 5) Como funciona uma vela de parafina?
- 6) Por que o ar-condicionado fica em cima e a lareira em baixo?
- 7) Por que é possível elevar um carro com um macaco hidráulico?



## Com cálculos...

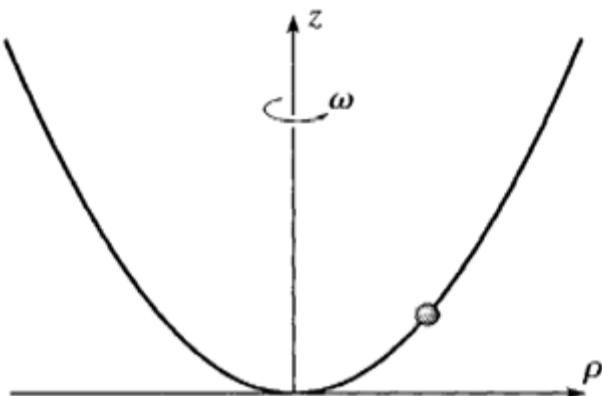
8) Além da orientação espacial, os sons ultrassônicos emitidos pelos morcegos também são úteis para a caça de suas presas. Considere um morcego que está perseguindo um escorpião: o movimento relativo entre eles ocorre na mesma direção e sentido, enquanto o predador se move a 8,9 m/s e a presa a 1,3 m/s. Para todos os efeitos, a velocidade de propagação do som no ar é de aproximadamente 344 m/s e a frequência da fonte é igual a 78,53 kHz. Com base nessas informações, determine:

- (a) qual é a frequência detectada pelo escorpião ;
- (b) a frequência detectada pelo morcego ao receber o eco do escorpião.



## QUESTÃO DESAFIO

9) Considere uma conta de massa  $m$  deslizando sem atrito em um fio que está entortado na forma de uma parábola, que está sendo rodada com velocidade angular em torno do eixo vertical, como mostrado na figura abaixo.



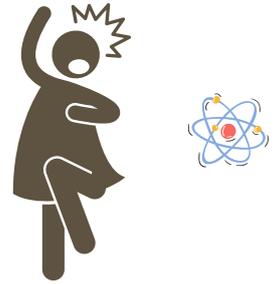
Determine as equações de movimento através do Lagrangiano e determine se existem posições de equilíbrio, isto é, valores da posição tal que a conta se manterá com posição fixada, sem deslizar para qualquer direção.

Discuta a estabilidade de qualquer posição de equilíbrio encontrada.

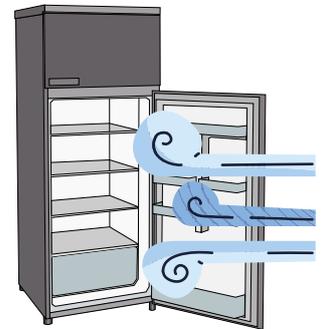
Dica: Utilize coordenadas cilíndricas e assumo que a equação da parábola é  $z = k\rho^2$

# Respostas

1) Por mais que não pareça, a todo momento estamos acumulando e descarregando elétrons mediante um processo geralmente indolor. O corpo humano é um bom condutor de eletricidade: ele permite que os elétrons se movimentam ao longo de sua extensão com relativa facilidade. O ar (seco), por exemplo, é um isolante. Em um processo de fricção com a pele, pode transferir elétrons para o nosso corpo. Desse modo, ficamos eletrizados. Mas quando uma pessoa está com a carga estática maior do que outra, ou do objeto que ela toca, ocorre a troca de cargas elétricas e é essa perda ou ganho de elétrons (eletrização) que gera o "choque". Esse fenômeno não oferece riscos porque a intensidade da corrente gerada é usualmente muito baixa, ainda que ela seja específica para cada situação.



2) Quando abrimos a geladeira, um fluxo de ar quente entra no interior do eletrodoméstico e esse gás começa a ocupar mais espaço em comparação ao frio. Então, ao fechar a porta, o ar é resfriado e tem o seu volume consideravelmente reduzido; isso faz com que a pressão interna do aparelho seja inferior à da atmosfera. Mas, à medida que o tempo passa, ela fica mais fácil de abrir: a geladeira não é um isolante perfeito. Os vazamentos pelas bordas da porta fazem com que as pressões de fora e de dentro fiquem próximas, liberando, desse modo, a abertura. Caso contrário, abri-la de novo seria uma tarefa humanamente impossível.

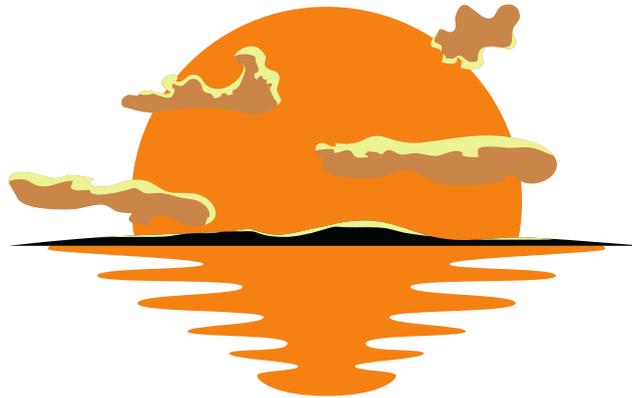


3) Esse evento é efeito da força de atração gravitacional que é exercida sobre as águas dos oceanos. Todos os dias, a influência lunar provoca correntes marítimas que geram duas marés altas e duas baixas. Aquelas ocorrem quando o oceano está de frente para a Lua e em oposição a ela, ao passo que estas acontecem no intervalo entre as duas marés altas. Contudo, a Lua não é o único corpo celeste que determina o funcionamento das marés: o Sol também tem influência sobre esse fenômeno, bem como os demais planetas do sistema solar – mas em proporções bem menores. Por ser uma força mútua, a Terra atrai a Lua e a Lua igualmente atrai a Terra, com mesma intensidade, mesma direção e com sentidos opostos, mas a força gravitacional de nosso satélite tem pouco efeito sobre os continentes, que são sólidos, afetando sobretudo toda e qualquer superfície líquida existente na Terra.



# Respostas

4) À grosso modo, é devido as colisões dos fótons com os átomos e moléculas presentes na atmosfera. Porém, vamos analisar um pouco mais. A luz solar, após entrar na atmosfera terrestre, encontra diversos obstáculos. Seus raios solares são compostos de partículas de luz, chamadas fótons. Cada uma delas possui uma energia, que está diretamente ligada a sua frequência, sendo essa a grande responsável pelo que entendemos como cor. Quanto maior a energia do fóton, maior a frequência e mais próximo da cor azul estará (dentro do espectro visível da luz); porventura, quanto menor a energia, menor a frequência e mais perto do vermelho se encontrará sua cor. Entendendo isso, voltamos à ideia das colisões entre fótons e átomos/moléculas. A luz do Sol é branca (junção de todas as cores), porém enxergamos o céu azul devido a composição da atmosfera (nitrogênio, oxigênio, hidrogênio, etc). À medida que o Sol vai se pondo, seus raios têm que atravessar um pedaço maior da atmosfera, colidindo com mais obstáculos. Quando as colisões acontecem e há perda de energia, essas frequências no azul começam a ir para o vermelho e serem mais espalhadas, tornando as cores avermelhadas mais presentes e causando o efeito avermelhado ao pôr e nascer do Sol, como conhecemos.

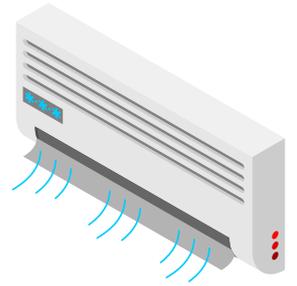


5) Quando você acende uma vela, o fogo derrete a cera (parafina) dentro do pavio e próxima a ele. O pavio absorve a cera líquida e puxa-a para cima por um fenômeno de adesão e coesão (essas forças são de origem eletromagnéticas), também chamados de efeitos de capilaridade – semelhante ao que acontece nas seivas das árvores. É importante perceber que esses efeitos somados vencem a força da gravitação, pois são do sentido “de baixo pra cima”, contrário à gravidade. O calor da chama vaporiza a cera, e é o vapor da cera que serve de combustível para a queima. A razão pela qual o pavio não é queimado se deve ao fato da cera vaporizadora refrigerar o pavio exposto e o proteger.



# Respostas

6) Por causa da direção da corrente produzida por ambos. No caso do ar-condicionado, ele retira o ar quente do ambiente e devolve o ar frio para o mesmo, e é a diferença de densidade entre o ar frio e o ar quente que é responsável por gerar as correntes que resfriam o compartimento. Como o ar quente (menos denso) sobe e o ar frio (mais denso) desce, o ar circula no ambiente na forma de correntes de convecção e isso faz com que o ar-condicionado transforme o ar quente do ambiente em ar frio de um modo mais eficiente, diminuindo, assim, a temperatura do cômodo.



Já com a lareira acontece o inverso: em baixo o ar frio é aquecido e sobe na forma de ar quente. De maneira análoga, com o movimento das correntes de convecção, o calor é melhor distribuído pelo cômodo. Mas se a lareira estivesse próxima ao teto, o ar de cima ficaria aquecido e não desceria em absoluto, enquanto o ar frio, por seu turno, ficaria na parte de baixo do cômodo: a lareira não conseguiria aquecer o cômodo de um modo eficiente. O mesmo princípio vale para o ar-condicionado posicionado próximo do assoalho, o ar frio ficaria em baixo e o ar quente em cima.



7) De acordo com o princípio de Pascal: "O aumento da pressão exercida em um líquido em equilíbrio é transmitido integralmente a todos os pontos do líquido bem como às paredes do recipiente em que ele está contido."

Então, quando uma força é aplicada de um lado do macaco, onde a área de contato é menor, uma pressão é exercida no líquido. Essa pressão é distribuída em todos os seus pontos. No outro extremo, está a plataforma com o carro, que possui uma área bem maior que a primeira. Como, pelo princípio de Pascal, essa relação é de que a força aplicada na primeira plataforma, dividido pela sua área, tem que ser igual à mesma razão na segunda plataforma (força sobre área), então a força exercida pelo líquido para elevar o carro será maior. Por esse motivo, se torna possível elevar um carro com uma força facilmente aplicada por uma pessoa.

8. (a) Como há aproximação relativa entre fonte e detector, a frequência captada pelo aracnídeo,  $f'_{\text{escorpião}}$ , é necessariamente maior do que a frequência emitida pela fonte devido à diminuição do comprimento de onda continuamente recebido. Assim,  $f'_{\text{escorpião}}$  é dado por:

$$f'_{\text{percebido}} = \frac{v_{\text{som}} \pm v_{\text{detector}}}{v_{\text{som}} \pm v_{\text{fonte}}} f \rightarrow f'_{\text{escorpião}} = \frac{v_{\text{som}} \pm v_{\text{escorpião}}}{v_{\text{som}} \pm v_{\text{morcego}}} f$$

Escolha os sinais da expressão acima de tal modo que  $f'$  seja maior que  $f$ , atentando-se para o sentido do movimento de cada corpo:

$$f'_{\text{escorpião}} = \frac{v_{\text{som}} \pm v_{\text{escorpião}}}{v_{\text{som}} \pm v_{\text{morcego}}} f = \frac{344 - 1,3}{344 - 8,9} (78,53) = 80,31 \text{ kHz}$$

# Respostas

(b) Após ecoar no escorpião, o som propaga-se deste para o predador. O morcego, então, é o detector a ser considerado nessa situação. Ademais, a aproximação relativa ainda é válida, mas observe que, agora,  $f = f'_{\text{escorpião}} \times f'_{\text{morcego}}$  é fornecido por:

$$f'_{\text{percebido}} = \frac{v_{\text{som}} \pm v_{\text{detector}}}{v_{\text{som}} \pm v_{\text{fonte}}} f \rightarrow f'_{\text{morcego}} = \frac{v_{\text{som}} \pm v_{\text{morcego}}}{v_{\text{som}} \pm v_{\text{escorpião}}} f'_{\text{escorpião}}$$

Escolha os sinais cautelosamente:

$$f'_{\text{morcego}} = \frac{v_{\text{som}} \pm v_{\text{morcego}}}{v_{\text{som}} \pm v_{\text{escorpião}}} f'_{\text{escorpião}} = \frac{344 + 8,9}{344 + 1,3} (80,31) = 82,08 \text{ kHz}$$

9) Temos que em coordenadas cilíndricas:

$$x = \rho \cos \varphi$$

$$y = \rho \sin \varphi$$

$$z = z$$

$$\rho = \sqrt{x^2 + y^2}$$

$$\varphi = \arctan\left(\frac{y}{x}\right)$$

Logo, suas derivadas em relação ao tempo serão:

$$x' = \rho' \cos \varphi - \rho \varphi' \sin \varphi$$

$$y' = \rho' \sin \varphi + \rho \varphi' \cos \varphi$$

$$z' = z'$$

E

$$x'^2 = \rho'^2 \cos^2 \varphi - 2\rho' \varphi' \rho \sin \varphi \cos \varphi + \rho^2 \varphi'^2 \sin^2 \varphi$$

$$y'^2 = \rho'^2 \sin^2 \varphi + 2\rho' \rho \varphi' \sin \varphi \cos \varphi + \rho^2 \varphi'^2 \cos^2 \varphi$$

Logo,

$$x'^2 + y'^2 = \rho'^2 + \rho^2 \varphi'^2$$

# Respostas

Portanto, a energia cinética e potencial serão:

$$T = \frac{1}{2} m \vec{v}^2 = \frac{1}{2} m (\dot{x}^2 + \dot{y}^2 + \dot{z}^2) = \frac{1}{2} m (\dot{\rho}^2 + \rho^2 \dot{\varphi}^2 + \dot{z}^2)$$

$$U = mgz$$

Assim,

$$L = T - U = \frac{1}{2} m (\dot{\rho}^2 + \rho^2 \dot{\varphi}^2 + 4k^2 \rho^2 \dot{\rho}^2) - mg(k\rho^2)$$

Aplicando a Equação de Euler-Lagrange:

$$\frac{\partial L}{\partial \rho} = \frac{d}{dt} \frac{\partial L}{\partial \dot{\rho}}$$

$$\frac{\partial L}{\partial \rho} = \frac{1}{2} m (2\rho \dot{\varphi}^2 + 8k^2 \rho \dot{\rho}^2) - 2mgk\rho$$

$$\frac{\partial L}{\partial \dot{\rho}} = \frac{1}{2} m (2\dot{\rho} + 8k^2 \rho^2 \dot{\rho})$$

$$\frac{d}{dt} \frac{\partial L}{\partial \dot{\rho}} = \frac{1}{2} m (2\ddot{\rho} + 8k^2 \rho^2 \ddot{\rho} + 16k^2 \rho \dot{\rho}^2)$$

Logo, a equação do movimento será:

$$\rho \dot{\varphi}^2 + 4k^2 \rho \dot{\rho}^2 - 2gk\rho = \ddot{\rho} + 4k^2 \rho^2 \ddot{\rho} + 8k^2 \rho \dot{\rho}^2$$

$$\ddot{\rho} (4k^2 \rho^2 + 1) + 4k^2 \rho \dot{\rho}^2 = \rho (\dot{\varphi}^2 - 2gk)$$

$$\ddot{\rho} (1 + 4k^2 \rho^2) + 4k^2 \rho \dot{\rho}^2 = \rho (\omega^2 - 2gk)$$

Uma posição de equilíbrio será uma posição  $\rho_0$  tal que  $\dot{\rho} = \ddot{\rho} = 0$  naquela posição. Analisando a equação do movimento, isso será verdade, se e somente se:

$$\rho (\omega^2 - 2gk) = 0$$

Essa condição é satisfeita de duas formas. Primeiro, temos que  $\rho = 0$ , ou seja, a conta estará exatamente no meio do fio. Nessa posição, caso empurrássemos (ou puxássemos) a conta um pequeno deslocamento para qualquer lado, teríamos que:

$$\ddot{\rho} \approx (\omega^2 - 2gk)\rho$$

Pois teríamos um  $\rho$  e um  $\dot{\rho}$  bem pequenos. Portanto, se  $\omega^2 < 2gk$ , o termo entre parênteses seria negativo, logo a conta aceleraria para o ponto mais baixo do fio, ou seja, para a posição 0, implicando um equilíbrio estável. Se  $\omega^2 > 2gk$ , o termo entre parênteses seria positivo e a conta aceleraria no sentido contrário ao ponto mais baixo do fio, implicando um equilíbrio instável. Se  $\omega^2 = 2gk$ , a conta estaria em equilíbrio em *qualquer* posição do fio, pois teríamos que  $\rho(\omega^2 - 2gk) = 0$  seria verdade para *qualquer* valor de  $\rho$ .

# Indicações

Quer se distrair e ainda assim aprender um pouco mais sobre a física? Nós do PET Física indicamos alguns filmes, séries, livros e podcasts para você que é fascinado por teorias e conceitos físicos!

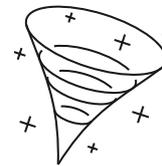
## Filmes

### INTERESTELAR

O filme conta a história de uma equipe de astronautas que viaja através de um buraco de minhoca à procura de um novo lar para a humanidade. O filme possui tantos conceitos físicos, que possui um revisor científico, Kip Thorne, uma das maiores referências internacionais na área de gravitação.

### APOLLO 13

A obra retrata a história da missão à Lua que parecia fadada ao fracasso. Os astronautas ainda não haviam percorrido metade do caminho quando um dos tanques de oxigênio da nave de comando Odisseia explodiu, danificando gravemente a espaçonave.



**Avalie o jornal!**



## Série

### COSMOS: UMA ODISSEIA DO ESPAÇO-TEMPO

Apresentada pelo astrofísico e dramaturgo Neil deGrasse Tyson, a série explora como o ser humano descobriu as leis da natureza e as nossas coordenadas no espaço e tempo. A produção é uma nova versão da série Cosmos, de 1980, apresentada por Carl Sagan, que também indicamos!!



## Livros e podcasts

**MATÉRIA ESCURA**, escrito por Black Crouch.

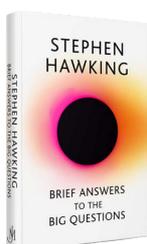
Raptado por um homem mascarado, Jason é levado para uma usina abandonada e deixado inconsciente. Quando acorda, um estranho sorri para ele, dizendo: "Bem vindo de volta, amigo". Nesse novo mundo, Jason leva outra vida, sua esposa não é sua esposa, seu filho nunca nasceu e, em vez de professor numa universidade mediana, ele é um gênio da física quântica que conseguiu um efeito inimaginável. Será que esse é seu mundo e o outro é apenas um sonho?

**BREVES RESPOSTAS PARA GRANDES QUESTÕES**, escrito por Stephen Hawking.

O último livro de uma das maiores mentes da história é uma visão pessoal dos desafios que enfrentamos como raça humana e para onde nós, como planeta, iremos em seguida. Ao mesclar a história científica com o futuro da humanidade, o livro parte das origens do universo até a exploração do espaço humano e os perigos da inteligência artificial em uma narrativa abrangente.

### SCICAST

O podcast sobre ciência mais divertido da internet brasileira traz semanalmente informação, cultura e diversão envolvendo o público e tornando o aprendizado leve, simples e descomplicado.



**Obrigado pela leitura!**

Agradecemos muito se você pudesse avaliar o jornal! Isso contribui para o nosso aprimoramento.

<https://forms.gle/ws2zE2gea v1mCgBD8>