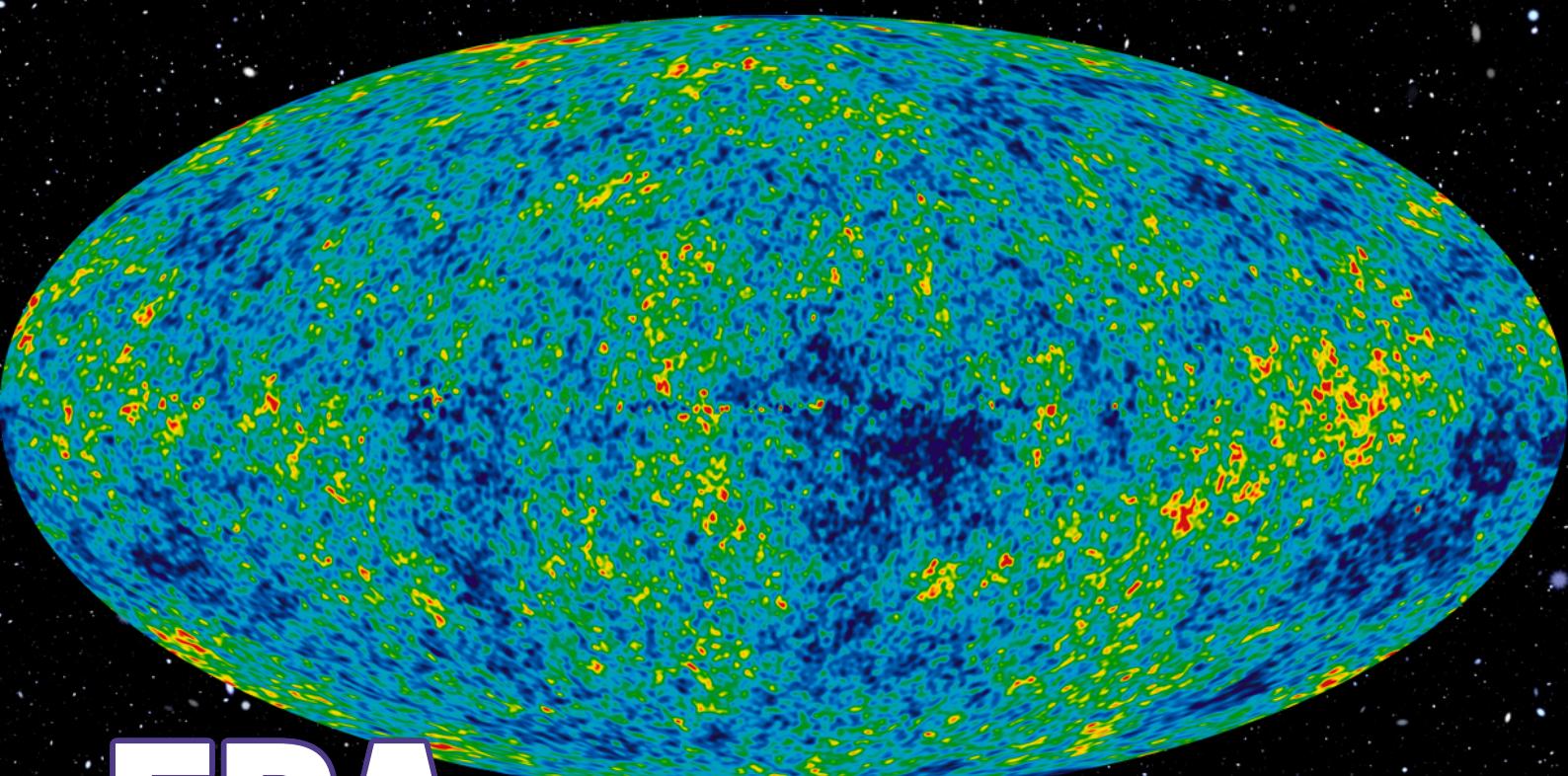


NEWSTON JORNAL

História do Universo:



**ERA
PRIMORDIAL.**

À Luz de Caravaggio

**Tipos de
Radiações**

**A Física dos
Esportes**



NEWSTON
JORNAL

COLEÇÃO IV

17

AGOSTO 2022

.....
**HISTÓRIA DO
UNIVERSO:
ERA PRIMORDIAL**
.....

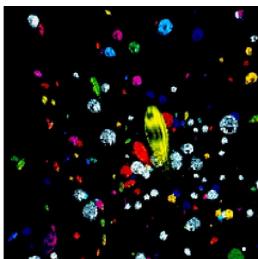


**DIVULGAÇÃO
CIENTÍFICA
E CULTURAL
PARA A
COMUNIDADE**

Sumário

Agosto 2022

A HISTÓRIA DO UNIVERSO: ERA PRIMORDIAL 5



Neste texto aprenderemos sobre a origem dos átomos e também sobre a luz mais antiga do universo: a radiação cósmica de fundo, de 13,8 bilhões de anos.

Autor(a): Luiz Felipe Demétrio

TIPOS DE RADIAÇÕES 9



Entenda o que é radiação, como se classificam e conheça algumas de suas aplicações, bem como a importância dos materiais de blindagem de radiação!

Autor(a): Murilo Aparecido da Silva

A FÍSICA DOS ESPORTES 12



Na cabeça de muitos, Física e Esportes nunca andaram lado a lado, mas a grande verdade é que eles tem tudo a ver. Você pode achar que não, mas já fez muita conta de cabeça numa partida de futebol!

Autor(a): Vítor Hugo Ribeiro

**ACESSE AS EDIÇÕES
ANTERIORES**

 www.newston.com.br

**FALE CONOSCO POR
NOSSAS REDES
SOCIAIS**



@NEWSTONJORNAL

 newston@uem.br

EQUIPE

COLABORADORES DO JORNAL

Newston Jornal - Ed. 17

Agosto 2022

- **Breno Ferraz de Oliveira** (breno@dfi.uem.br)
 - Orientador - Professor DFI/UEM
- **Fernando Carlos Messias Freire** (fcmfreire@uem.br)
 - Orientador - Professor DFI/UEM
- **Alexandre Alabora** (alexandre.alabora@gmail.com)
 - Editor - Bacharel em Física/UEM
- **Vítor Hugo Ribeiro** (vitorhibeiro@gmail.com)
 - Editor e Design da Edição - Mestrando em Física/UNICAMP
- **Luiz Felipe Demétrio** (demetrio.luizfelipe.fis@gmail.com)
 - Redator/Revisor - Mestrando em Física/UEL
- **Milena Camila Fernandes** (milenaffernandes@outlook.com)
 - Redatora - Mestra em Física/UEM
- **Murilo Aparecido da Silva** (muriloas.work@gmail.com)
 - Redator - Mestrando em Física/UEM
- **Milena Chierrito** (milenachierrito@gmail.com)
 - Revisora - Arquitetura e Urbanismo/UEM
- **Sanderson Carlos Ribeiro** (San.Car.Oficial@gmail.com)
 - Cartunista - Mestrando em Física/UEL
- **Andrey Karvat** (andrey.karvat123@hotmail.com)
 - Webdesign - Física/UEM

A História do Universo: Era Primordial

Bem-vindo a mais um texto sobre a História do Universo. Vimos no [último texto](#) que a fusão estelar não explica a origem dos elementos químicos leves, como hidrogênio e hélio. Mas, na verdade, eu enganei vocês: o buraco é bem mais embaixo. Veja bem, todos os elementos químicos são feitos de átomos. Mas de onde vem os átomos? Continue lendo e você descobrirá .

Rebobinando o filme do Universo

Como já vimos, o universo expande, e isso nos fornece muita informação sobre seu comportamento. Isso significa que, se “rebobinarmos o filme” do universo, então, no passado, ele deveria ter sido “menor”¹, e, consequentemente, mais quente e denso².

Como as escalas de distância do universo primordial eram menores, isso se aplica também para os comprimentos de onda λ da luz. A energia E da luz em função de seu comprimento de onda é dada pela relação de Planck

$$E = \frac{hc}{\lambda}, \quad (1)$$

em que h é a constante de Planck e c a velocidade da luz. Vemos então que energia e comprimento de onda são inversamente proporcionais: quanto menor o comprimento de onda, maior a energia.

Sabemos também que, no passado, o comprimento de onda da luz era menor, ou seja, ela possuía muito mais energia do que tem hoje em dia. Em particular, nas eras primordiais do universo, ela tinha energia suficiente para destruir átomos.

Uma forma de entender isso é imaginar um grupo de amigos abraçados em uma praia,

como os da Figura 1. Imagine agora que uma onda passa pelo nosso grupo de amigos, uma onda bem fraquinha. Como ela é fraca, ela irá apenas incomodar os amigos um pouco, mas não irá desfazer o abraço coletivo.

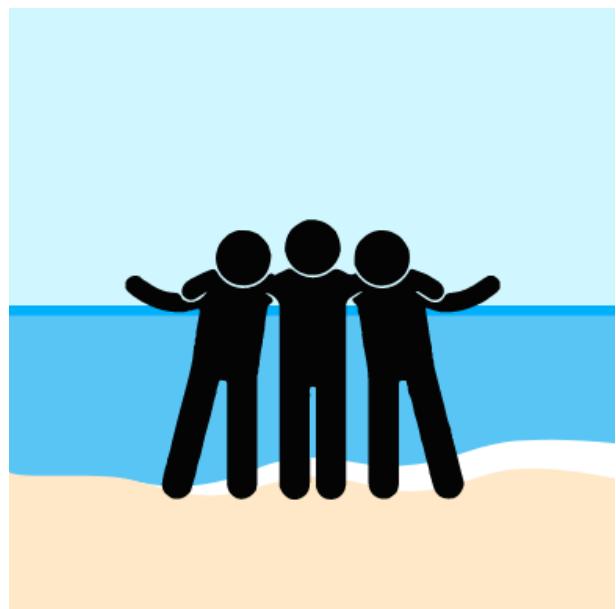


Figura 1: Amigos de mãos dadas. Feito pelo autor no [Canva](#).

Porém, se a energia da onda aumentar, ela poderá vir a desfazer a roda, a não ser que os amigos façam mais força para se segurarem. Obviamente, se a onda for muito muito forte, eles jamais conseguirão manter o abraço coletivo.

Agora que entendemos nossa experiência imaginária na praia, voltemos para o universo primordial. A situação é totalmente análoga: os prótons e elétrons são muito amigos, e sentem uma atração (elétrica) muito forte, querendo ficar abraçados. O nome desses abraços coletivos são *átomos* (Figura 2). Na analogia, a onda faz o papel da luz.

¹Lembrando que o universo é **infinito**, mas as **distâncias** dentro dele variam com o tempo.

²É isso que chamamos de *Big Bang*: a ideia de que o universo evoluiu de um estado quente e denso para o que vemos hoje, capaz até de gerar vida.

A HISTÓRIA DO UNIVERSO: ERA PRIMORDIAL

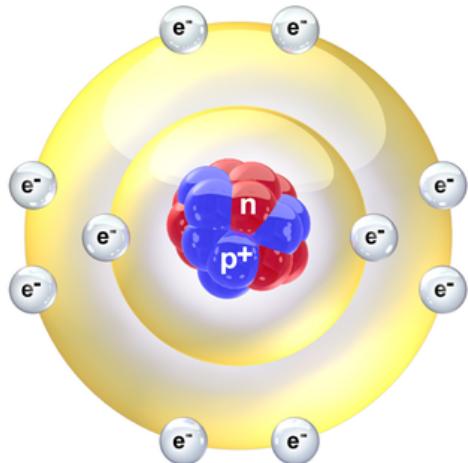


Figura 2: Um átomo é composto por elétrons de cargas negativas, com um nucleon de prótons com carga positiva e nêutrons sem carga. Fonte: [Wikipédia](#).

Nucleossíntese primordial

O universo primordial era então como uma praia cheia de ondas muito poderosas, que destruíam os átomos. Porém, conforme ele se expandiu, chegou a um ponto no qual as ondas foram perdendo energia, até que elas permitissem a formação de núcleos de átomos. Esse instante é muito importante para a História do Universo, sendo chamado de **Nucleossíntese Primordial**, e ocorreu cerca de 10 a 20 minutos depois do que chamamos de “origem” do universo.

Em seguida, ocorreu a chamada **Recombinação**, quando os núcleos capturaram elétrons e foram formados os primeiros átomos de hidrogênio, hélio, e outros elementos leves. Isso ocorreu há cerca de 13,8 bilhões de anos, aproximadamente 380 mil anos depois da Nucleossíntese Primordial. Em seguida, conforme o universo evoluiu, eles se condensaram em elementos mais pesados, depois estrelas e galáxias.

A origem dos átomos por si só já é uma

consequência incrível do modelo do Big Bang, pois a abundância de hidrogênio e hélio em nosso universo não é explicada por outros modelos cosmológicos. Porém, surge uma outra pergunta: agora que a luz primordial perdeu energia e parou de colidir com os átomos e destruí-los, o que aconteceu com ela?

Radiação Cósmica de Fundo(CMB)

Desde o momento da recombinação, os fótons³ não conseguiram mais destruir os átomos, passando a vagar livremente pelo universo. Eles então vagaram e vagaram, por todo o cosmos, ou melhor, até a parte do cosmos que tiveram tempo de andar⁴.

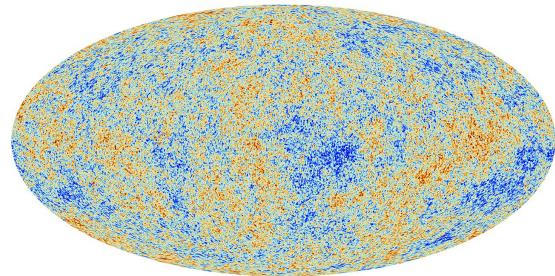


Figura 3: Mapa de calor da radiação cósmica de fundo (CMB). As regiões mais alaranjadas tem maior temperatura, enquanto as azuladas são mais frias. Fonte: [Wikipédia](#).

Mas o que diabos aconteceu com esses fótons vagantes, se nada mais havia para pará-los? A resposta é que eles andaram até onde conseguiram, e vários deles chegaram até a Terra. Sim, fótons/luz de 13,8 bilhões de anos chegaram até nós! Na verdade, a afirmação é mais forte ainda: luz de 13,8 bilhões de anos chegou até aqui na Terra, e está colidindo com você neste exato momento. Você está a todo momento sendo banhado de luz primordial!

Obviamente, quando fazemos afirmações fortes como “luz primordial chegou até nós”, elas recebem um ar meio misterioso e até mítico. Mas devo relembrá-lo de que este é um

³Partículas de luz.

⁴Porque a velocidade da luz é finita.

A HISTÓRIA DO UNIVERSO: ERA PRIMORDIAL

conceito científico: esta luz primordial já foi observada, e é essencial para a cosmologia moderna.

Chamamos essa luz, a mais antiga já vista pelo homem, de *radiação cósmica de fundo* (CMB⁵). Ela foi medida pela primeira vez por Penzias e Wilson em 1964 [1]. Na verdade, eles tentaram medir outro efeito, mas detectaram um sinal luminoso muito fraco, inicialmente atribuindo-o a falhas do equipamento. Na verdade, estavam descobrindo algo de muito profundo.



Figura 4: Satélite COBE, enviado para o espaço a fim de observar a CMB. Fonte: [Wikipédia](#).

Depois de sua primeira detecção, a CMB foi estudada por várias outras missões, pois ela é, no sentido mais literal da palavra, uma foto do universo primordial (ver Figura 3). Através dela, podemos realmente fazer “arqueologia” com nosso universo e descobrir características que ele tinha há 13,8 bilhões de anos!

Atualmente, a CMB é tema de estudo de diversos pesquisadores no Brasil e no mundo. A quantidade de informação que ela nos dá sobre o universo primitivo é incrível, tanto que daria praticamente um outro texto aqui do Newton. Apenas para mencionar alguns satélites lançados para estudar a CMB, temos o COBE⁶(1989-1990), WMAP⁷(2001-2010), e Planck (2009-2013).

⁵Do inglês *Cosmic Microwave Background Radiation*.

⁶*Cosmic Microwave Background Explorer*. Ver Figura 4 .

⁷*Wilkinson Microwave Anisotropy Probe*.

O Plasma Primordial

Vimos então que, antes da Recombinação, não existiam sequer átomos no universo: os prótons e elétrons eram livres e, quando tentavam se juntar, eram separados por um fóton altamente energético.

Chamamos esse estado da matéria, no qual não há sequer átomos, de **plasma**. Porem, antes da Nucleossíntese Primordial, nem os núcleos dos átomos existiam. Mais precisamente, os prótons e nêutrons que os constituem estavam quebrados em seus componentes, os quarks e os glúons.

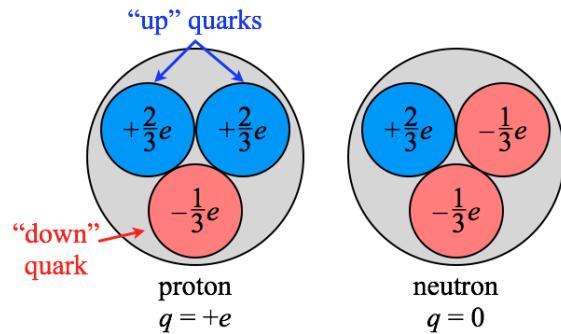


Figura 5: Os prótons e nêutrons são feitos de quarks. Fonte: [An Introduction to Electricity and Magnetism](#).

Chamamos então o estado do universo nessa época de um **plasma de quarks e glúons**. As outras partículas, como fôtons, neutrinos e elétrons também estavam ali, mas o nome é dado porque quarks e glúons livres só ocorrem nesse estado da matéria.

Esse plasma pode então ser descrito como um grande carnaval, com partículas de todas as cores e sabores sambando em um frenesi louco nessa sopa primordial. Esse era o passado do Cosmos.

Mais problemas

A HISTÓRIA DO UNIVERSO: ERA PRIMORDIAL

Quando observamos a CMB (Figura 3), notamos uma coisa curiosa: ao longo de todo o céu, ela possui em média a mesma temperatura (cerca de 3 Kelvin, ou -270°C). Isso é muito estranho pois, para que um sistema entre em equilíbrio térmico (atinja uma mesma temperatura), é necessário que diferentes partes dele tenham tido contato. Por exemplo, um cubo de gelo jamais derreterá se não for tirado da geladeira.

No caso da CMB, vemos então que regiões muito afastadas do céu têm a mesma temperatura. Mas elas não tiveram contato térmico: a luz de um lado não interagiu com a do outro lado para que todas tenham a mesma temperatura (ver Figura 6). Esse fato não é bem compreendido pela cosmologia moderna, sendo conhecido como **Problema do Horizonte**.

Na verdade, há outros mistérios de nosso universo: assumimos que ele é espacialmente plano⁸, mas por que haveria ele de ser assim?

Além disso, vemos um universo cheio de estruturas: galáxias, buracos negros, filamentos, planetas, sóis, aglomerados de galáxias, etc. Uma outra pergunta a ser respondida é: daonde vieram tais estruturas? Como elas se formaram?

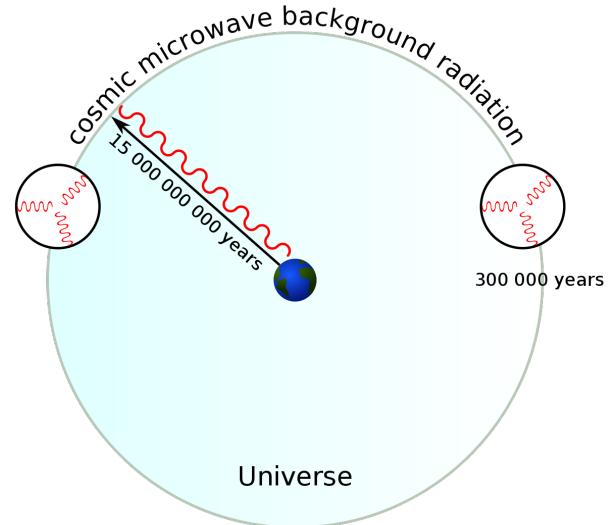


Figura 6: Ao olharmos a CMB, vemos pontos de direções opostas(direita e esquerda) tem a mesma temperatura. Fonte: [PNGwing](#).

A resposta é que tais problemas... ainda não têm resposta. Mas há tentativas de resolvê-los. Uma das mais comuns é a chamada **Inflação**, que modifica a expansão do universo e resolve o problema do Horizonte e os outros em uma única tacada. Veremos isso no próximo texto da coleção: **Era Inflacionária**, aqui no Newton!

Escrito por: Luiz Felipe Demétrio

⁸Ele poderia ter curvatura espacial e ser uma 3-esfera, por exemplo

TIPOS DE RADIAÇÕES

Tipos de radiações e a importância de materiais para blindagem contra radiação

Primeiros Contatos

A história da radiação teve seu início com as descobertas de Wilhelm K. Röntgen (Figura 7), em 1895. Em suas pesquisas sobre a propagação de raios catódicos, ele havia produzido radiação eletromagnética no comprimento de onda dos raios X. Tal feito possibilitou a outros cientistas o início de mais pesquisas sobre radiações, como é o caso de Henri Becquerel (Figura 7), que estudou as características de substâncias fosforescentes e fluorescentes, além das propriedades de sais de urânio que o levaram à descoberta da radioatividade.

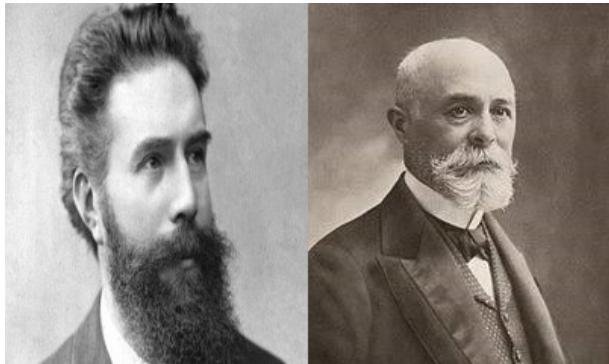


Figura 7: Wilhelm K. Röntgen (à esquerda) [Fonte: [Unicentro Pet Física](#)] e Henri Becquerel (à direita) [Fonte: [Unicentro Pet Física](#)].

Procedendo os trabalhos iniciados por Becquerel, o casal Marie e Pierre Curie (Figura 8) descobriu outros dois elementos químicos que também eram capazes de emitir radiação: Rádio (Ra) e Polônio (Po) [[1], [2]].

O que é radiação? Como se classificam? Quais suas aplicações?

Radiações são ondas eletromagnéticas ou partículas que se propagam com uma determinada velocidade. Possuem energia e cargas elétrica e magnética, podendo ser geradas por

fontes naturais ou por dispositivos construídos pelo homem. Elas apresentam energia variável desde valores pequenos até muito elevados [[1], [2], [7]].



Figura 8: Marie e Pierre Curie. [Fonte: [Brasil Escola](#)].

As radiações eletromagnéticas mais conhecidas são: luz, micro-ondas, ondas de rádio, radar, laser, raios X e gama. As radiações sob a forma de partículas – com massa, carga elétrica e carga magnética – mais comuns são os feixes de elétrons, os feixes de prótons, a radiação beta e a radiação alfa [7].

Devido ao seu amplo intervalo energético, uma radiação pode ser descrita como não ionizante ou ionizante a depender de sua energia, o termo ionização dá nome ao processo pelo qual um átomo ou molécula adquire carga negativa ou positiva ao ganhar ou perder elétrons, esse processo pode se dar por meio da colisão entre partículas como ilustra a Figura 9.

As *radiações não ionizantes*, por exemplo, possuem consideravelmente baixa energia e

TIPOS DE RADIAÇÕES

baixa frequência, obedecendo assim a Lei de Planck $E = h\nu$, sendo o tipo de radiação mais presente em nosso dia a dia. Alguns casos particulares são o calor, ondas de rádio e a luz, todas formas de radiação não ionizante. Sem este tipo de radiação não poderíamos apreciar um programa de TV em nossas casas ou cozinhar em um forno micro-ondas [[1], [2]].

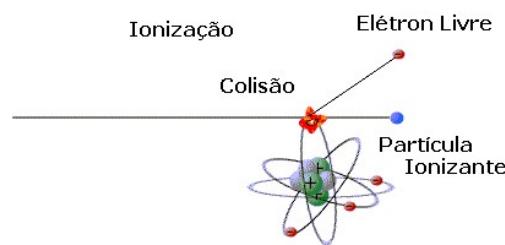


Figura 9: Diagrama esquemático do processo de ionização. [Fonte: [física.net](http://fisica.net)].

Já as *radiações ionizantes* são um tipo de radiação menos presente em nosso cotidiano habitual: é um tipo de radiação que possui altos níveis de energia e altas frequências quando comparadas às radiações não ionizantes. De forma geral, as radiações ionizantes são aquelas que têm energia suficiente para provocar ionização em átomos e moléculas, tornando eletricamente carregado o meio físico em que penetra. Seus efeitos podem ser danosos para as células, afetando o material genético e causando doenças graves, como o câncer. Alguns tipos de radiação ionizante são as partículas alfa e beta, os raios gama e os raios-X [1].

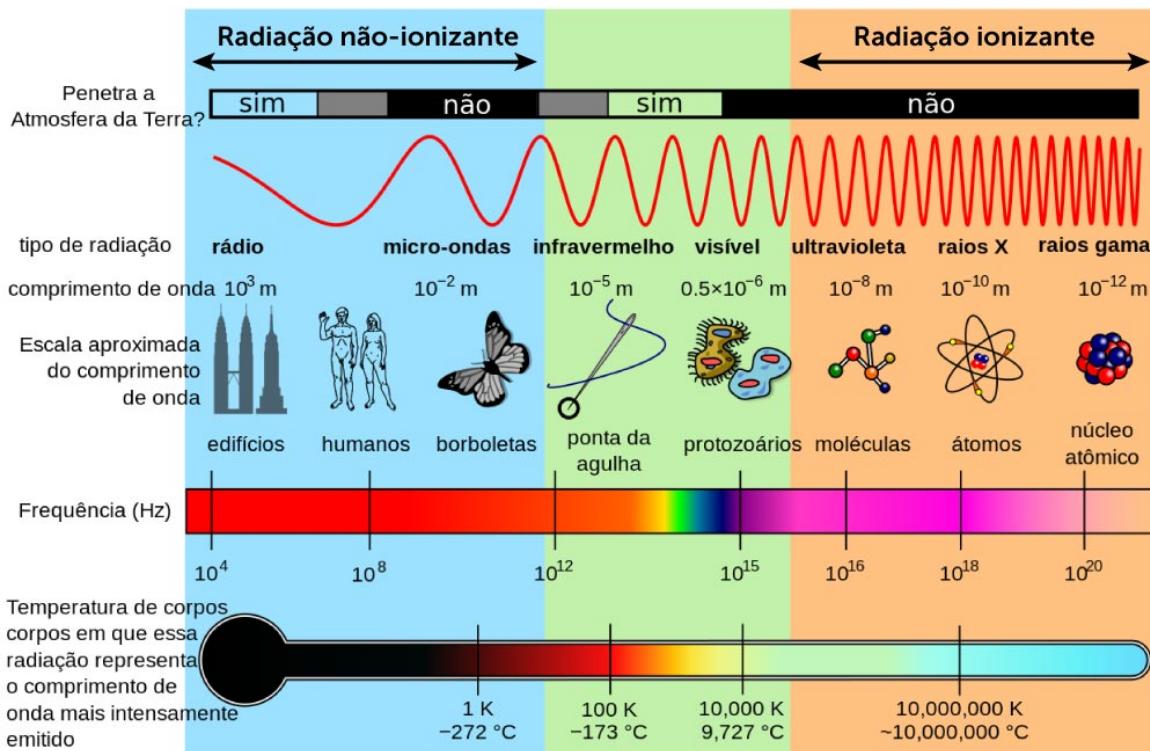


Figura 10: Diagrama esquemático dos tipos de radiações. [Fonte: Sapralandauer].

Suas principais aplicações se dão nas área de saúde - em radiografias, tomografias, exames de densitometria óssea, entre outros - e

alimentícia (...), matando micro-organismos presentes em frutas, verduras e legumes, fazendo com que durem mais tempo e sejam

TIPOS DE RADIAÇÕES

mais saudáveis para o consumo [8].

Na Figura 10, está um diagrama esquemático dos tipos de radiação, sua frequência, e uma escala aproximada de seu comprimento de onda.

Materiais para blindagem contra radiação ionizante

Devido ao perigo que as radiações ionizantes podem nos oferecer, ao longo das décadas diferentes materiais para proteção contra elas foram produzidos a fim de proteger os seres humanos e seus arredores de seu impacto desastroso [8].

Os materiais utilizados para tal finalidade devem possuir alta densidade a fim de se alcançar uma forte habilidade de blindagem. Por esse motivo, são comumente usados materiais como o chumbo e o concreto.

Entretanto, materiais livres de chumbo têm ganhado nos últimos anos notória apreciação por parte dos pesquisadores, pois o chumbo é um material tóxico. Assim muitas pesquisas visam propor novos materiais que não possuem toxicidade como meio de blindagem.

Em especial, pode-se citar os vidros livres

de chumbo, que, por possuírem boa transparência à luz visível e, mais importante ainda, sua composição, espessura e densidade pode ser alterada e controlada durante o processo de preparação. Isso os credencia como um material promissor para o desenvolvimento de diferentes tipos de equipamentos de proteção contra radiação, como protetores faciais e janelas de salas de raios X [9].

Tendo em vista tudo que foi apresentado, temos, mesmo que de forma sucinta, a percepção do que é radiação e a importância de seu uso e aplicações em nosso mundo. Também entendemos a importância dos materiais utilizados em proteção radiológica, pois a radiação ionizante, mesmo sendo tão benéfica nos mais diversos meios, ainda pode nos ser prejudicial à saúde. Por isso, temos que ter em vista a importância de seu uso controlado e a utilização de equipamentos que visem a nossa proteção quando necessário seu uso. Vimos também a importância da pesquisa de materiais que não sejam tóxicos, buscando assim por novas substâncias que não sejam prejudiciais à nossa saúde.

Escrito por: Murilo Aparecido

A Física dos Esportes



Figura 11: As leis Físicas estão presentes, sem exceção, em todos os esportes. [Fonte: [velocityspusa](#)].

A história da Física se inicia na antiguidade, quando as pessoas, por algum motivo, começaram a se perguntar os “porquês” das coisas. Ou melhor ainda, falando isso de uma maneira um pouco mais específica, começaram a se perguntar a respeito da natureza e suas interações, tentando entender os conceitos por trás destes elementos, sem que houvesse a necessidade de algo místico para explicá-los. E agora, no momento atual, você deve estar se perguntando o que isso tem a ver com o título desse texto, visto que eu sequer citei o termo “Esporte” nessa introdução. Pois bem, respondendo a sua pergunta, é interessante começar com essa introdução histórica pois foram nesses momentos iniciais da Física que surgiram os primeiros pensamentos a respeito do movimento e de como descrevê-lo. Nesse contexto, também não existe palavra melhor para se referir aos esportes do que movimento. Esportes são caracterizados por seres em movimento e a Física foi a primeira ciência que se preocupou em estudá-los.

Apesar dessa relação intrínseca entre os termos Física e Esportes para com a palavra movimento, hoje em dia não se vê uma conexão direta entre os três. Na verdade, o que podemos notar é uma relação um tanto quanto oposta, demonstrada no fato de que

muitos alunos, no geral, preferem as aulas de Educação Física do que as de Física ou Matemática. É claro que esse tipo de comparação não é justa, visto que diversos outros fatores interferem nessa escolha, mas o ponto principal que pretendo trazer aqui é que dificilmente as pessoas associam os esportes com pensamentos e conceitos Físicos. Nos esportes, tudo é mais dinâmico e intuitivo, não é necessário fazer cálculos para se chegar a um resultado e, por isso, talvez, a aula de Educação Física seja a preferida. No entanto, ao mesmo tempo, realizar um determinado movimento exige preparação física e psicológica para que ele seja executado da maneira correta. Dessa forma, pode até não parecer, mas isso exige diversos raciocínios físicos e aproximações que são calculadas de maneira intuitiva e que culminam naquele golaço do camisa 10 no gol do time adversário. Talvez seja exatamente por não enxergar esse tipo de relação, que as pessoas sintam um pouco de medo da Física e achem-na muito difícil. Quando se fala nesta disciplina, todo mundo se lembra das equações que estudava, ou na verdade, lembram que havia muitas equações, mas dificilmente se lembram dos conceitos por trás delas. Ideias como força e velocidade são comuns no nosso dia a dia e, no geral, todo mundo sabe ou tem uma noção

A FÍSICA DOS ESPORTES

mínima do que significam. Porém, quando partimos para conceitos como potência e trabalho, altamente relacionados com atividades esportivas, as pessoas não têm ideia de como explicá-los, embora cheguem a discutir ideias relacionadas a eles quando veem o movimento de um atleta numa modalidade olímpica. Além disso, ao realizar tal análise, as pessoas lidam com situações muito mais complicadas do que aquelas estudadas nas aulas de Física, em que o atrito era desprezível e todo o resto constante. Quando avaliamos uma situação na realidade, assim como nos esportes, nada é constante, ou melhor ainda, tudo está em constante mudança. Nesse sentido é um tanto quanto interessante observar que as pessoas sentem mais interesse em estudar uma situação complicada como esta do que uma situação simples como aquelas abordadas em salas de aula. Mas aqui, novamente, diversos fatores devem ser levados em consideração para justificar esse tipo de escolha. Talvez o mais importante deles é que nestas discussões a matemática não é a ferramenta principal, mas somente um guia que nos ajuda a ter uma noção de proporção, encaminhando a análise para algo que faça sentido. A nossa capacidade de avaliar proporções diretas ou indiretas e relacioná-las com aproximações torna tudo isso mais simples e configura o cerne dessa nossa conversa.

Para trabalhar um pouco disso, vamos revisar estes conceitos e ver como estas ideias se aplicam de maneira prática. Uma forma interessante de fazer isso é realizando a análise de duas modalidades olímpicas muito parecidas, mas também, ao mesmo tempo, muito diferentes: os 100m rasos e a maratona. Numa corrida, tudo que citamos está sendo aplicado: velocidade, força, trabalho, potência e ainda algumas coisas a mais. Porém vamos focar nestes 4 primeiros. Os alvos de nosso estudo serão os dois medalhistas de ouro que venceram as modalidades de Maratona e 100m rasos na Olimpíada do Rio de Janeiro, em 2016. Enquanto, na primeira modalidade,

o corredor percorre uma distância total de 42km, na segunda, o velocista percorre 100m. Em ambas o objetivo é o mesmo: chegar primeiro. Porém, podemos ver de maneira nítida a diferença entre as duas: a primeira apresenta uma distância a ser percorrida que é 420x maior que a segunda.

Os dados que vamos utilizar serão apenas três: a distância da prova, o tempo em que essa distância foi percorrida e a energia gasta para percorrê-la. Veja abaixo os dados de cada modalidade:

Distância	42 km	100 m
Tempo	2 h 08 min	9,8 s
Energia	2400 cal	13 cal

Figura 12: Tais dados levam em conta estimativas de gastos calóricos que não correspondem de maneira exata com a realidade, mas que servem como uma forma de aproximação mais do que suficiente para realizarmos nossos cálculos.

Tendo essas informações em mãos, podemos começar nossa análise. Primeiramente, iremos avaliar cada ponto utilizando como base nossa intuição e bom senso, para depois confirmarmos essa ideia através de alguns cálculos matemáticos. Essa pode até parecer uma prática simplista, visto que nessa etapa não utilizaremos nenhum conceito complexo para chegar a conclusão final. Mas a ideia é exatamente essa, tentar chegar a uma conclusão apenas utilizando nossas noções básicas do mundo que nos cerca.

O primeiro tópico a ser estudado será a velocidade, ou seja, pretendemos avaliar a rapidez com que os dois atletas completam a prova e chegar a conclusão de qual deles apresenta uma maior velocidade. Nesse ponto, não é segredo pra ninguém que, de longe, o

A FÍSICA DOS ESPORTES

velocista que percorre apenas 100 m apresentará uma velocidade muito maior que o maratonista. Não há uma justificativa direta para isso, de maneira que possamos escrevê-la aqui, apenas o bom senso. Uma forma de afirmar esse resultado pode ser dado observando alguns vídeos e comparando o ritmo de corrida de ambos os atletas. Agora, para confirmar essa análise por meios matemáticos, façamos o cálculo da velocidade média deles ao longo da prova. Para isso, aplicaremos uma equação, que é um tanto quanto intuitiva, e suas devidas conversões:

$$V_m = \frac{\text{distância}}{\text{tempo}}$$

Maratonista:

$$V_m = \frac{42 \text{ km}}{2 \text{ h } 08 \text{ min}} \approx 5,5 \text{ m/s}$$

Velocista:

$$V_m = \frac{100\text{m}}{9,8} \approx 10,2 \text{ m/s}$$

Perceba que os dois resultados foram bem diferentes, como era de se esperar, e também concordaram com a análise prévia que havíamos feito. Enquanto o maratonista corre com uma velocidade de cerca de 5,5 m/s o velocista corre com uma velocidade que é praticamente o dobro daquela apresentada pelo maratonista.

Seguindo por essa linha de raciocínio, podemos utilizar este resultado e inferir a força que cada atleta deve aplicar através dos músculos para alcançar essa velocidade. Tal ideia pode vir com um argumento muito simples: como o corredor de 100 m rasos atinge uma velocidade maior em menos tempo, provavelmente ele deve fazer muito mais “força nas pernas” para alcançar tal velocidade. Nesse caso, para realizar o cálculo matemático e comprovar, ou não, a nossa análise, utilizaremos uma pequena aproximação. Levaremos em conta que o tempo necessário para o velocista atingir sua velocidade máxima seja

de aproximadamente 4,5 s, ou seja, pouco menos de metade do tempo da prova. Agora, perceba, que não podemos utilizar o mesmo intervalo de tempo para o maratonista, visto que o mesmo não tem a necessidade de acelerar tudo de uma vez logo no começo. Por isso, para fins de aproximação, consideraremos que o maratonista terá cerca de 3 min para alcançar sua velocidade de prova. Então, utilizando a equação para calcular a aceleração média desses atletas no intervalo de tempo escolhido, temos os seguintes resultados:

$$A_m = \frac{\text{velocidade}}{\text{tempo}}$$

Maratonista:

$$A_m = \frac{5,5 \text{ m/s}}{3 \text{ min}} \approx 0,03 \text{ m/s}^2$$

Velocista:

$$A_m = \frac{10,2 \text{ m/s}}{9,8 \text{ s}} \approx 1,04 \text{ m/s}^2$$

Ou seja, como podemos observar, a aceleração do velocista é quase 35x maior do que a aceleração do maratonista. O que, quando colocado em termos de força, que de acordo com a Segunda Lei de Newton é calculada como sendo a massa multiplicada pela aceleração, obteríamos o seguinte:

Maratonista:

$$F = (60 \text{ kg}) \times 0,03 \text{ m/s}^2 = 1,8 \text{ N}$$

Velocista:

$$F = (80 \text{ kg}) \times 1,04 \text{ m/s}^2 = 83,2 \text{ N}$$

Nesse ponto, também fizemos uma pequena aproximação nas massas de cada atleta, mas veja que o nosso resultado continuou o mesmo. O velocista de 100m rasos executa uma força muito mais intensa para alcançar o final da prova do que o corredor de maratona. Mas aqui, vale uma ressalva muito grande. Perceba que eu falei “força muito mais intensa”, me referindo somente ao valor da força que foi aplicada no momento da aceleração.

A FÍSICA DOS ESPORTES

Mas quando falamos do corpo humano, para que ele permaneça em movimento, as pernas precisam continuar executando força. Assim, enquanto após os 9,8 s de prova do velocista ele pode parar e descansar, o maratonista, por sua vez, precisa continuar aplicando sua força para permanecer em movimento, e pior ainda, um movimento de mais de 2 horas.

Essa grande diferença no tempo de aplicação de uma força nos conecta diretamente ao quarto conceito que será abordado nessa revisão, o conceito de Potência. Porém, antes de chegar até ele, precisamos ter uma ideia do que significa Trabalho. Na Física, de maneira simples, Trabalho nada mais é do que a energia gasta para realizar um determinado movimento. Em nosso caso, tal conceito está relacionado a quantidade de calorias gastas pelo atleta para completar a prova em questão. Nesse caso, não sobra muito espaço para realizarmos uma análise inicial, visto que estes valores já foram dados previamente. Porém, isso ainda deve fazer sentido para nós que estamos estudando as duas situações. Enquanto o velocista realiza sua prova em menos de 10 s, o maratonista passa cerca de 2 horas correndo e, se deixarmos o “bom senso” nos guiar, facilmente poderíamos afirmar que o maratonista gasta mais energia para correr ao longo de sua prova do que o velocista. Ainda, nesse ponto, também não há um cálculo que confirme isso, já que pela informação da tabela já possuímos exatamente o valor associado ao trabalho. Logo nesse caso, nos demos bem.

Por fim, abordando agora o quarto conceito, podemos relacionar a discussão exercida quando falamos de força com a ideia de trabalho. No contexto que estamos abordando, o corredor de maratona exerce uma força através de suas pernas por um período de mais de 2 horas, enquanto que o velocista dos 100 m rasos, completa a modalidade em menos de 10 s. Avaliando o tempo em que as provas são realizadas, torna-se difícil classificar

o movimento dos atletas no sentido de a quantidade total de força aplicada. Dessa forma, para contornar esse problema, podemos levar em conta o conceito de potência, que está associado a energia consumida num determinado intervalo de tempo. Tal ideia representa a eficiência com que a energia é gasta num determinado movimento, de forma que quanto mais energia é gasta num menor intervalo de tempo, mais potente seria esse movimento. Com base nessa descrição e utilizando um pouco de conhecimento comum, poderíamos dizer que o velocista apresenta uma potência maior, visto que ele acelera mais e alcança uma velocidade maior num intervalo de tempo menor. Ou seja, o seu movimento é muito eficiente no sentido de alcançar grandes resultados rapidamente. Ao mesmo tempo, o maratonista desenvolve uma prova muito mais longa e apesar de consumir muito mais energia, apresenta resultados menores. Para confirmar então essa análise, poderíamos calcular a potência entre os atletas de ambas as modalidades considerando a seguinte equação:

$$P_m = \frac{\text{trabalho}}{\text{tempo}}$$

Maratonista:

$$V_m = \frac{2400 \text{ cal}}{2 \text{ h } 08 \text{ min}} \approx 0,31 \text{ cal/s}$$

Velocista:

$$V_m = \frac{13m}{9,8} \approx 1,33 \text{ cal/s}$$

Por meio desses resultados, podemos concluir que um atleta de 100 m rasos apresenta uma potência de movimento que é cerca de 4x maior do que a de um maratonista. Também, analisando este resultado, verifica-se que ele faz sentido, visto que um corredor aplica toda a sua força e energia para conseguir atingir a linha de chegada dos 100 m primeiro, de forma que esta é uma distância curta, então movimentos explosivos e com altas velocida-

A FÍSICA DOS ESPORTES

des acabam sendo vantajosos. Ao mesmo tempo, um maratonista não deseja aplicar toda a sua força e energia nos primeiros instantes do trajeto, pois, caso isso aconteça, ele se esgotará muito rápido e não terminará o percurso. Logo, a estratégia de uma maratonista é equilibrar a aplicação de força e velocidade com gasto energético de forma a aumentar a eficiência da sua corrida.

Ambas as modalidades estudadas aqui são completamente diferentes. Exigem treinos e estratégias diferentes. Mas são excelentes exemplos para entender os conceitos de velocidade, força, trabalho e potência. Além dessas diferenças conceituais em termos relacionadas a física básica, também podemos descrever diferenças importantes no que diz respeito a biofísica do movimento. Por exemplo, observe a foto abaixo, em que comparamos um atleta de maratona com um atleta de atletismo que corre os 100 m rasos.



Figura 13: A esquerda, o maratonista Vanderlei Cordeiro de Lima. A direita o velocista Usain Bolt. [Fonte: [Museu Escola](#)]

Note que os músculos do corredor de 100 m rasos são bem maiores e mais desenvolvidos do que os músculos do maratonista. Isso está diretamente ligado à potência que o músculo pode desenvolver. Dentro da fisiologia de um músculo, quando queremos algo com maior eficiência em tempos curtos, ou seja,

movimentos explosivos, a melhor estrutura é alcançada com fibras que quando fortalecidas ficam mais grossas, aumentando o volume do músculo de maneira significativa. Enquanto isso, quando se tem como objetivo realizar movimentos de intensidade moderada por um longo período de tempo, a estratégia é que o músculo seja resistente e capaz de aplicar um força por um tempo bem maior. Nesse caso, a estrutura muscular que alcança esse resultado é aquela com fibras que mesmo fortes não variam muito de tamanho, como podendo ser observado na perna do corredor de maratonas.

Toda a análise realizada aqui foi uma grande aproximação para que eu tentasse demonstrar a você, caro leitor, essa conexão entre Física e Esportes. Por meio da aplicação de conceitos básicos relacionados à Física, podemos desenvolver nosso entendimento sobre as modalidades esportivas e assim aumentar muito mais a nossa percepção sobre movimentos e jogadas que muitas vezes parecem impossíveis. Não é necessário que tudo seja regrado fixamente pela matemática, afinal, como já foi dito, somos capazes de realizar cálculos “de cabeça” de uma maneira muito dinâmica através de aproximações e experiências. É exatamente isso que um atleta faz ao lançar uma bola de basquete, ele calcula a força e o ângulo necessário para que ao efetuar a jogada, a bola caia exatamente no centro do aro que configura a cesta e assim marca o ponto para o seu time. Usando esses métodos, somos capazes de entender não só um pouco mais de Física e de Esportes, como também de vários outros aspectos do mundo que nos cerca, basta um pouco de curiosidade e interesse, assim como é com esse amor mundial pelos esportes.

Escrito por: Vitor Hugo Ribeiro

REFERÊNCIAS

Referências

A HISTÓRIA DO UNIVERSO: ERA PRIMORDIAL

- [1] GUTH, Alan H. *The Inflationary Universe: The Quest For a New Theory of Cosmic Origins.* [S.l.]: Helix Books, 1997. v. 33-57, Chapter 3: The birth of modern cosmology, p. 3357.
- [2] Canal D-Dimensões. *Big Bang: História e Evidências.* Disponível [aqui](#). Acessado em 28/11/2021, às 21:32.
- [3] RYDEN, Barbara. *Introduction to cosmology.* [S.l.]: Cambridge University Press, 2017. 5.
- [4] PETER, Patrick; UZAN, Jean-Philippe. *Primordial cosmology.* [S.l.]: Oxford University Press, 2013.

TIPOS DE RADIAÇÕES

- [1] O que é radiação? Noções básicas de proteção radiológica. Sapra landauer, [SD]. Disponível clicando [aqui](#). Acesso em: 6 jun. 2022.
- [2] SILVA, J.M. et al. Radiação. **Mundo educação**, [SD]. Disponível clicando [aqui](#). Acesso em: 6 jun. 2022.
- [3] RIBEIRO, Sanderson Carlos. text. Wilhelm Conrad Röntgen (1845-1923). Sl, 2 mar. 2018. Disponível clicando [aqui](#). Acesso em: 6 jun. 2022.
- [4] SANTOS, Gabriel Grube. text. Antoine Henri Becquerel (1852-1908). Sl, 22 jun. 2017. Disponível clicando [aqui](#). Acesso em: 6 jun. 2022.
- [5] DIAS, Diogo Lopes. “Marie Curie”. **Brasil Escola** [SD]. Disponível clicando [aqui](#). Acesso em: 6 jun. 2022.
- [6] Radiação. [SL], [SD]. Disponível clicando [aqui](#). Acesso em: 6 jun. 2022.
- [7] ABUALROOS, Nadin Jamal et al. Conventional and new lead-free radiation shielding materials for radiation protection in nuclear medicine: A review. **Radiation Physics and Chemistry**, [s.l.], ano 2019, v. 165, n. 108439, 2019. DOI doi.org/10.1016/j.radphyschem.2019.108439. Disponível clicando [aqui](#). Acesso em: 6 jun. 2022.
- [8] SAYYED, M.I. et al. Effect of ZnO on radiation shielding competence of TeO₂-ZnO-Fe₂O₃ glass system. **Optik**, [s. l.], ano 2022, v. 249, n. 168270, 2022. DOI doi.org/10.1016/j.ijleo.2021.168270. Disponível clicando [aqui](#). Acesso em: 6 jun. 2022.
- [9] Radiação. [SD]. Disponível clicando [aqui](#). Acesso em: 6 jun. 2022.

A FÍSICA DOS ESPORTES

- [1] VÍRGULA. Quantas calorias os atletas olímpicos perderam durante as provas?. Disponível clicando [aqui](#).
- [2] NutriRunners. Velocista x Maratonista - porque corpos tão diferentes?. Disponível cliando [aqui](#).

FIGURAS DA CAPA E SUMÁRIO

REFERÊNCIAS

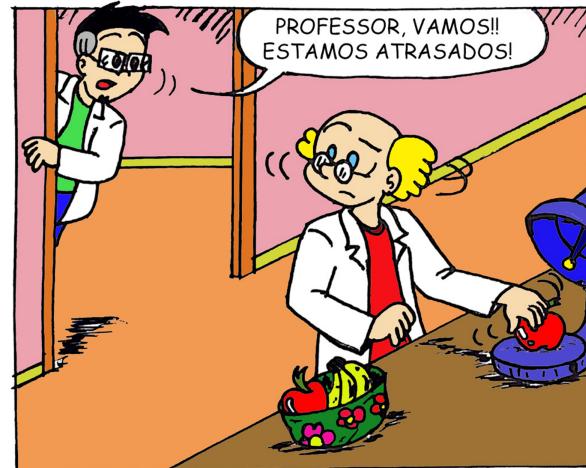
Figuras da capa: [CMB](#) e [Fundo da capa](#);

Figura da contra-capa: [Nebulosa Helix - EOS](#);

Figuras do sumário:

- i) [História do Universo](#);
- ii) [À Luz de Caravaggio](#);
- iii) [Tipos de Radiação](#);
- iv) [Física dos Esportes](#);

Sir APPLE



Nota do autor: Os outros personagens que aparecem nesta tirinha são o Prof. Cloro e Estrôncio, que também estão em outras tirinhas de minha criação. Aqui, apresenta-se a origem do Sir Apple em uma coleção de tirinhas especiais. A história continua...

SAN
CAR

O Newston Jornal surgiu como uma iniciativa estudantil envolvendo alunos dos cursos de Física, Letras e Arquitetura e Urbanismo da Universidade Estadual de Maringá (UEM) em 2018, e foi oficializado como projeto de extensão vinculado oficialmente à universidade em março de 2021.

Desde o início, a finalidade do projeto consiste em produzir material para divulgação científica e cultural que atenda à comunidade externa e interna da universidade, visando sempre a integração de diversas áreas do conhecimento.