



GOVERNO DO ESTADO DE SÃO PAULO  
Secretaria da Educação

# APRENDER SEMPRE

VOLUME 2

3<sup>a</sup> SÉRIE - ENSINO MÉDIO

FÍSICA  
2022

PROFESSOR



**Governo do Estado de São Paulo**

Governador

**Rodrigo Garcia**

Secretário da Educação

**Hubert Alquéres**

Secretário Executivo

**Patrick Tranjan**

Chefe de Gabinete

**Vitor Knöbl Moneo**

Coordenadora da Coordenadoria Pedagógica

**Viviane Pedroso Domingues Cardoso**

Presidente da Fundação para o Desenvolvimento da Educação

**Nourival Pantano Júnior**

## APRESENTAÇÃO

Estas sequências de atividades foram elaboradas com o intuito de oferecer um suporte adicional aos estudantes, auxiliando-os no processo de recuperação e aprofundamento de aprendizagens essenciais para seu percurso educacional.

Com o intuito de favorecer a aprendizagem de todos os estudantes, não deixando ninguém para trás, serão oferecidas, além das sequências de atividades, avaliações diagnósticas e formativas para acompanhar a evolução da aprendizagem dos estudantes e direcionar o ensino às suas necessidades; e formações, com foco no uso do resultado das avaliações, em metodologias que favorecem a recuperação e aprofundamento da aprendizagem, e no desenvolvimento das atividades presentes neste material.

Os materiais, as avaliações e as formações do Programa de Recuperação e Aprofundamento estão articulados entre si, fortalecendo o desenvolvimento das habilidades essenciais para o percurso educacional dos estudantes.

Essas habilidades essenciais foram selecionadas a partir de análises do Currículo Paulista no Ensino Fundamental e na 1ª série do Ensino Médio, e do Currículo Oficial vigente na 3ª série do Ensino Médio, dos resultados de avaliações externas, diagnósticas e formativas realizadas pela SEDUC-SP, em um trabalho conjunto entre as equipes curriculares da Coordenadoria Pedagógica (COPEP), PCNP e professores da rede. Considerando a importância da continuidade do trabalho de recuperação iniciado em 2020, a matriz de habilidades essenciais que serviu de base a este material, foi elaborado tendo em conta um ciclo de progressão das aprendizagens de 2020 a 2021.

As sequências de atividades contam com orientações didáticas que auxiliarão no trabalho para o desenvolvimento das habilidades essenciais de cada ano/série, de forma articulada aos demais materiais disponibilizados pela SEDUC.

Para favorecer esse entrelaçamento, há indicações de como utilizar as sequências de atividades juntamente com os materiais didáticos Currículo em Ação / São Paulo Faz Escola.

Cada professor, a partir de seu contexto, poderá utilizar essas sequências de atividades para promover o desenvolvimento dos estudantes, de acordo com as necessidades de cada um, com o objetivo de oferecer a todos oportunidades de aprendizagem, não deixando ninguém para trás.

Desejamos a todos um excelente trabalho!

Coordenadoria Pedagógica - Coped





FÍSICA

3º Bimestre





FÍSICA  
SEQUÊNCIA DE ATIVIDADES 1



## Olá, Professor(a)!

Nesta Sequência de Atividades, propomos um trabalho sobre ondas eletromagnéticas, suas principais características, os diferentes tipos de radiação a elas associadas, assim como as respectivas aplicações cotidianas e os efeitos sobre o corpo humano. Isso é feito tendo em vista as habilidades previstas para a 3ª série do EM. Tais atividades têm o intuito de promover a compreensão dos conceitos e fenômenos físicos ligados ao tema abordado, sua presença e aplicação em fenômenos e tecnologias do nosso cotidiano e da sociedade contemporânea como um todo. Dessa forma, é esperado também que o(a) estudante se torne capaz de avaliar os efeitos que os diferentes tipos de radiação podem ter no ambiente em que vivemos e no nosso corpo. Por fim, buscamos propor aulas e atividades que potencializem a interação entre professor-estudante e estudante-estudante, promovendo aprendizado mútuo e coletivo, um espaço propício para a manifestação dos estudantes que contribua para o desenvolvimento de habilidades e competências socioemocionais, que dizem respeito à cooperação, à empatia, à argumentação e à comunicação, entre outras.

Vale ressaltar que os estudantes devem chegar ao fim da Sequência de Atividades sendo capazes de reconhecer e aplicar conceitos, propriedades e procedimentos em contextos que envolvem as diferentes formas de radiação, suas propriedades e os impactos ambientais e sociais envolvidos no processo.

A escolha das habilidades propostas para esta Sequência de Atividades foi feita considerando a recuperação e o aprofundamento de conhecimentos. Dessa forma, indicamos as habilidades essenciais previstas para o terceiro bimestre da 3ª série EM que serão explicitadas no início das aulas, assim como as habilidades de séries anteriores do EM (Currículo do Estado de São Paulo, 2011) e de anos finais do Ensino Fundamental (Currículo Paulista, 2019) aqui apontadas como suporte. A saber:

- **2ª série EM:** *identificar a luz no espectro de ondas eletromagnéticas, diferenciando as cores de acordo com as frequências. Utilizar o modelo eletromagnético da luz como uma representação possível das cores na natureza (Currículo do Estado de São Paulo – quarto bimestre);*
- **SARESP**  
**(H29):** *identificar os principais meios de propagação e detecção de ondas eletromagnéticas*

As atividades estão organizadas, conforme o planejamento a seguir:



## AULA 1

### Ondas Eletromagnéticas e Respectivas Propriedades

#### Objetivos de Aprendizagem

- Compreender o conceito de onda eletromagnética e suas principais propriedades (comprimento de onda, frequência, velocidade, energia) e a relação entre elas.

#### QUANTO MAIOR A FREQUÊNCIA DE UMA ONDA, MAIOR SUA ENERGIA

Você já pensou sobre o que define uma onda? Se pararmos para pensar, veremos que utilizamos esse mesmo termo em situações muito distintas. Podemos nos referir a ondas do mar ou ondas em uma corda, por exemplo. Também usamos o termo “onda” para fazer uma referência a um modismo ou tendência de comportamento, intensa, porém passageira. Podemos dizer, por exemplo, que “a onda agora é gostar dessa ou daquela banda”. Por fim, você já deve ter aprendido que a luz, tão presente no nosso dia a dia, também é uma onda. Mas o que essas situações têm em comum?

Na Física, denominamos onda os fenômenos nos quais há a propagação de energia sem que haja propagação de matéria. Se observarmos uma onda do mar ou ondas em um lago, por exemplo, veremos que a água se movimenta tanto na horizontal quanto na vertical, e de um lado para outro. Esse movimento pode ser melhor verificado se colocarmos uma rolha na água, ou mesmo observarmos um barco ou uma boia: ao passar pela onda, a água, a rolha, a boia ou barco, se moverá para cima e para baixo, para frente e para trás. Ela leva consigo uma determinada quantidade de energia cinética, associada ao movimento oscilatório da água e dos objetos que estão sobre ela. Dinâmica semelhante ocorre se observarmos ondas em uma corda. Se amarrarmos um laço em um ponto da corda, veremos que ele subirá e descerá, na vertical, enquanto cada pulso de onda se desloca na direção horizontal: a corda transmite energia cinética na direção horizontal sem que haja deslocamento de matéria nessa direção.



Créditos: Freepik.

Ao produzirmos ondas em uma corda, cada pedaço dela se movimenta para cima e para baixo sem se deslocar na horizontal. O pulso, no entanto, desloca-se nessa direção, carregando com ele energia cinética.

to de onda, frequência e velocidade, bem como as relações entre elas. Ela está organizada da seguinte forma: na **Atividade 1**, os(as) estudantes são convidados a pensar sobre as ondas eletromagnéticas e identificar as respectivas características a partir da leitura do texto e debate com a turma. Já a **Atividade 2** envolve apenas

a divisão da turma em grupos e uma rápida reunião destes, para que eles se planejem para realizar as pesquisas e seminários que serão apresentados nas **Aulas 2 e 3**. Neste momento, seu papel será orientar os(as) estudantes sobre a pesquisa que deve ser realizada e os seminários que serão apresentados, assim como na divisão dos

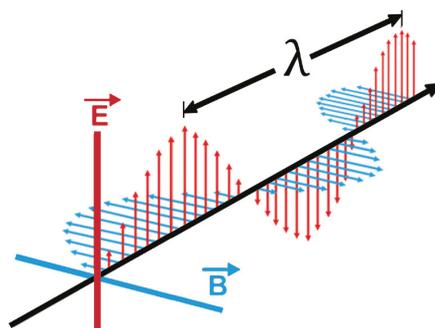
grupos, garantindo que todos os tipos de radiação sejam contemplados, e que os grupos tenham aproximadamente o mesmo número de estudantes. Sugerimos que, antes da realização das atividades, você faça, em caráter demonstrativo, uma atividade experimental bastante simples que permita introduzir o tema.

Para tal, serão necessários dois telefones celulares que funcionem corretamente e um pedaço de papel-alumínio. Inicialmente, ligue de um dos telefones (chamaremos esse de A) para o outro (chamaremos esse de B). Certifique-se de que todos escutaram o telefone B tocando. Se preferir, você pode solicitar que um estudante faça a ligação para mobilizar a participação da turma. Em seguida, embrulhe o telefone B no papel-alumínio e tente novamente fazer a ligação. Você e os(as) estudantes notarão que o telefone não tocará e a chamada cairá na caixa postal. Questione-os(as) sobre por que eles acham que isso ocorreu e conduza o debate de forma que percebam que, de alguma forma, papel-alumínio impediu que a informação da chamada, ou o “sinal” a ela associado, chegasse ao telefone B. A partir desse exemplo, apresente, então, que esse “sinal” é uma onda eletromagnética e que será esse o tema que vocês discutirão nesta e nas próximas aulas.

## DESENVOLVENDO

Após a introdução, solicite a leitura do texto presente no Caderno do Estudante: “O que é uma onda eletromagnética?”. Peça que os estudantes façam-na em duplas, discutam sobre o que entenderam e registrem dúvidas ou elementos que não tenham compreendido. Em seguida, promova a discussão sobre o que são e as principais características e propriedades das ondas eletromagnéticas. Trabalhe com os conhecimentos prévios sobre o tema, envolvendo o que os estudantes já sabem tanto sobre campos elétricos e magnéticos quanto sobre ondas como um todo. Discuta os conceitos de amplitude, período, comprimento, frequência e velocidade de uma onda, apontando semelhanças e diferenças entre ondas mecânicas e ondas eletromagnéticas, dando exemplos de fenômenos que envolvam tanto umas quanto outras. Por fim, apresente e discuta a relação matemática entre velocidade, frequência e comprimento de onda. Destaque, em especial, a dependência da energia de uma onda com sua frequência. Embora desejemos tratá-la aqui apenas de forma qualitativa e manter uma abordagem ondulatória da luz, você pode utilizar a **atividade3**, página 45, do Caderno SP Faz Escola,

E no caso das ondas eletromagnéticas? O que está oscilando? Diferentemente dos exemplos de ondas mecânicas, fornecidos acima, as eletromagnéticas não precisam de um meio material para que se propaguem. Isso porque consistem em oscilações de campos elétricos e magnéticos que se propagam pelo espaço mesmo que não haja matéria alguma. Por conta da dinâmica descrita pelas Equações de Maxwell, a variação temporal no campo elétrico gera um campo magnético, cuja variação, por sua vez, gera um campo elétrico. Esse mecanismo é o que dá origem às ondas eletromagnéticas. Isso porque, novamente, é transmitida energia (no caso, eletromagnética) sem que haja transporte de matéria. As ondas eletromagnéticas podem ter diferentes frequências e comprimentos de ondas e têm a velocidade no vácuo de aproximadamente  $3 \times 10^8$  m/s (velocidade da luz), representada usualmente pela letra  $c$ .



Créditos: Pixabay

Como toda onda, existem algumas grandezas determinantes na descrição das ondas eletromagnéticas.

- **Período (T):** o tempo necessário para que a onda complete uma oscilação completa.
- **Frequência (f):** o número de vezes que a onda em questão oscila em um determinado intervalo de tempo. A unidade para frequência no Sistema Internacional de Unidades é o hertz, sendo que  $1\text{Hz}=1$  oscilação/segundo.
- **Comprimento de onda ( $\lambda$ ):** é a distância necessária para formar uma oscilação completa. No caso de uma onda mecânica, isso equivale a distância entre dois pontos consecutivos que realizam o mesmo movimento, ou seja, a distância entre duas cristas ou dois vales sucessivos, por exemplo. No caso das ondas eletromagnéticas, isso equivale a dois pontos consecutivos nos quais a variação dos campos elétrico e magnético é idêntica.
- **Velocidade (v):** a velocidade com a qual cada pulso de onda se desloca pelo espaço.
- **Amplitude (a):** é a distância entre o ponto médio de vibração de uma onda e o ponto mais alto ou o ponto mais baixo dessa onda. O ponto mais alto é denominado crista da onda e o ponto mais baixo é denominado vale da onda. A amplitude está relacionada com a intensidade da onda.

volume sobre efeito fotoelétrico para fundamentar a sua exposição.

## FINALIZANDO

Após o debate sobre as ondas eletromagnéticas e respectivas propriedades, explique sucintamente que, a partir da frequência, podemos definir diferentes tipos de radiação.

A seguir, peça que a turma forme sete grupos. Proponha que cada grupo realize uma pesquisa e organize uma exposição para a turma sobre um tipo de radiação: rádio, micro-ondas, infravermelho, luz visível, ultravioleta, raios gama e radiação corpuscular (gama e beta). Explique que eles devem pesquisar a frequência e as características do

Além da importância de descrever e caracterizar as ondas eletromagnéticas, três dessas grandezas são responsáveis por uma relação importante no estudo das ondas, em que  $V$  é a velocidade da onda,  $\lambda$  (lê-se lambda) é o comprimento de onda e  $f$  é a frequência.

$$V = \lambda \cdot f$$

Como veremos nas próximas aulas, existem diversos tipos de ondas eletromagnéticas, caracterizadas principalmente pela sua frequência: quanto maior a frequência de uma onda eletromagnética, maior sua energia. Além disso, elas estão por toda a parte: no nosso dia a dia, em fenômenos naturais e aparelhos tecnológicos. Você consegue citar exemplos? Quais?

### 1. Trabalho de pesquisa

Para o trabalho de pesquisa, a turma deve se organizar em sete grupos. Cada grupo ficará responsável por realizar uma pesquisa sobre um tipo diferente de radiação, sendo: ondas de rádio, micro-ondas, infravermelho, luz visível, ultravioleta, raios X e raios gama. A pesquisa deve envolver:

- Caracterização e definição do tipo de radiação eletromagnética;
- Principais propriedades dessa radiação;
- Fenômenos naturais e aplicações tecnológicas desse tipo de radiação, sendo importante apresentar uma descrição detalhada de dois ou três exemplos;
- Efeitos dessa radiação sobre o meio ambiente e sobre a saúde humana.

Durante a pesquisa, é essencial selecionar fontes diversificadas e confiáveis. Vocês podem usar livros, páginas e vídeos da internet. É importante, conforme o grupo for realizando a pesquisa, buscar informações mais aprofundadas sobre temas importantes e interessantes que surgirem. Para além dos temas requeridos na pesquisa, procurem dar espaço a temas que vocês você e seus(suas) colegas podem achar especialmente interessantes ou tenham conhecimento prévio. A partir da pesquisa, cada grupo deve elaborar uma apresentação de cerca de sete minutos para apresentar à turma.

Verifique com o(a) professor(a) quais são os recursos existentes na escola e que poderão ser utilizados na apresentação. Se houver disposição, vocês podem utilizar cartazes, meios digitais, projetor de imagens e outros meios disponíveis. Lembrem-se de que é importante organizar um roteiro de apresentação do grupo que envolva todos os participantes.

pode substituir o painel por outro formato expositivo, como um painel, uma página na internet ou um vídeo, por exemplo, ou mesmo propor que a turma escolha de que forma prefere sistematizar a pesquisa realizada.

tipo de radiação em questão, as diferentes aplicações ou processos (naturais ou gerados pelo homem) nos quais estão envolvidos e os efeitos que podem ou não gerar sobre o corpo humano, pois farão uma rápida apresentação para a turma sobre tais temas na **Aula 2**. Se possível, disponibilize

o projetor para essa aula e estimule os grupos para que preparem uma rápida exposição nesse formato. É importante, no entanto, que as apresentações sejam breves. Explique que, após os seminários, eles terão que construir, coletivamente, um painel sobre os diferentes tipos de radiação. Se desejar, você

## AULAS 2 E 3

### Conhecendo o Espectro Eletromagnético e Suas Aplicações

**Habilidade essencial:** Identificar diferentes radiações presentes no cotidiano, reconhecendo sua sistematização no espectro eletromagnético e sua utilização por meio das tecnologias a elas associadas (rádio, radar, forno de micro-ondas, raios X, tomografia, laser, etc.).

#### OBJETIVOS DE APRENDIZAGEM

- *Conhecer e compreender as propriedades dos diferentes tipos de radiação, espectro eletromagnético e suas aplicações.*

#### ORGANIZAÇÃO DA TURMA

Professor(a), organize os estudantes para a apresentação dos seminários. Verifique e disponibilize os materiais necessários para a apresentação de cada grupo. Se desejar, organize a lousa para que cada grupo possa registrar as informações mais pertinentes sobre a pesquisa que fizeram, de forma que, no fim da aula, ela esteja preenchida pelas principais informações.

## AULAS 2 E 3

### Conhecendo o Espectro Eletromagnético e Suas Aplicações

#### Objetivos de Aprendizagem

- *Conhecer e compreender as propriedades dos diferentes tipos de radiação, espectro eletromagnético e suas aplicações.*

#### 1. Apresentação de seminários

A maior parte do tempo das aulas 2 e 3 será dedicada à apresentação dos seminários. Eles devem ser apresentados na ordem crescente da frequência da radiação escolhida. O(a) professor(a) ajudará a organizar as apresentações. A turma toda deve participar de todas as apresentações, seja falando, ouvindo, anotando ou fazendo perguntas. Assim, fique atento ao seminário dos seus colegas. Se houver dúvidas ou contribuições, registre-as e coloque-as no momento oportuno. Ao apresentar o seu seminário, procure falar de forma clara e estar atento também às perguntas, dúvidas ou contribuições por parte da turma. Lembre-se de que, embora seja importante realizar uma pesquisa dedicada e preparar uma boa apresentação, não há problema em contar com a contribuição dos colegas ou não saber responder a alguma pergunta. Isso vale tanto para o grupo que estiver apresentando, que não deve se sentir intimidado com perguntas, quanto para os colegas ouvintes, que não devem ter receio de perguntar ou contribuir com a exposição.

#### 2. Atividade coletiva: construção do espectro eletromagnético

Já no fim da aula 2, o(a) professor(a) apresentará à turma a atividade coletiva a ser realizada após a conclusão dos seminários. Tanto no fim da aula 2 quanto no da aula 3 você e seus(suas) colegas podem terão um tempo para debater e se organizar. Além disso, o(a) professor(a) combinará um prazo para que você e seus(suas) colegas possam realizá-la em casa.

A atividade em questão consiste na construção coletiva do que denominamos “espectro eletromagnético”. Trata-se de uma forma de organizar os diferentes tipos de radiação eletromagnética, em ordem crescente de frequência. Longe de ser uma criação humana, esse espectro pode ser parcialmente visto em fenômenos que envolvem a refração, como o arco-íris, ou em aparelhos construídos especialmente para isso, os chamados espectroscópios. Para a construção do espectro, você e seus(suas) colegas devem sistematizar as informações coletadas por cada grupo, buscar informações faltantes, articulá-las e, então, construir uma representação do espectro que contenha as principais informações sobre cada tipo de radiação, aplicações e fenômenos em que estejam presentes, assim como seus efeitos sobre o meio ambiente e sobre a saúde humana. O(A) professor(a) poderá orientá-los nesse processo.

Quanto à forma escolhida para materializar essa construção, cabe à turma, orientada pelo(a) professor(a), escolher qual será. Você e seus(suas) colegas podem, por exemplo, representar o espectro em um papel kraft, gravar um vídeo ou construir uma página na internet.

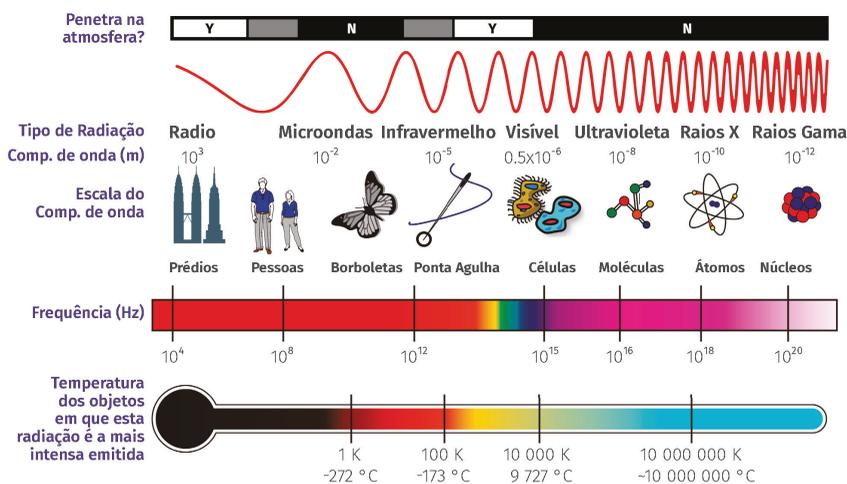
Na figura a seguir, vemos alguns exemplos de representação do espectro eletromagnético. Não se prendam a ele e usem a criatividade, tendo em vista também a exposição completa e clara das informações que desejam comunicar.

#### MATERIAIS NECESSÁRIOS

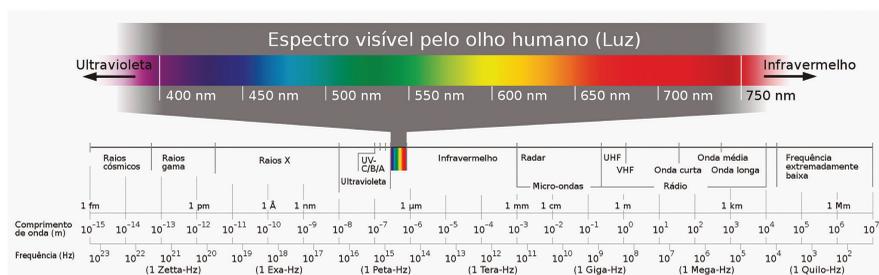
- *Caderno do Estudante;*
- *Papel Kraft;*
- *Canetas ou giz colorido (caso você opte pela elaboração de um painel), projetor ou outros recursos necessários à elaboração do material escolhido.*

#### INICIANDO

Inicie a **Aula 2** retomando rapidamente os conceitos principais debatidos na aula anterior e contextualizando a existência de diferentes tipos de radiação. Em seguida, organize as apresentações dos grupos em ordem crescente da frequência da radiação estudada: rádio, micro-ondas, infravermelho.



Créditos: Wikimedia Commons.



Créditos: Wikimedia Commons.

lho, luz visível, ultravioleta e raios gama. Explique que os grupos devem, ao longo da explicação ou no fim dela, anotar as principais características da radiação estudada no local reservado na lousa, além de ser importante que a turma ouça atentamente as apresentações e, no término de cada

uma, apresente as dúvidas ou questões que tiverem surgido.

### DESENVOLVENDO

Cada grupo deve levar cerca de sete minutos para apresentar. Para isso, reserve as **Aulas 2 e 3**. Ao longo das exposições, estimule a turma a levantar dúvidas, questões e infor-

mações faltantes. Caso o grupo não saiba a resposta, procure resolvê-las ou sugira à turma que as registre para que o grupo encarregado complete a pesquisa para a aula seguinte. É importante que eles compreendam tanto os conceitos físicos envolvidos como os diferentes processos e aplicações de cada tipo de radiação, assim como as tecnologias associadas. Se necessário, faça pequenas intervenções, principalmente pontuando que todos os tipos de radiação apresentados, com exceção das corpusculares, são ondas eletromagnéticas com diferentes frequências.

No fim da **Aula 2**, explique que os(as) estudantes terão que construir coletivamente o espectro eletromagnético e fazer uma caracterização dos diferentes tipos de radiação, incluindo as radiações alfa e beta, envolvendo as características principais, as aplicações e os processos envolvidos, bem como os efeitos sobre o ambiente e sobre a saúde humana. A proposta inicial é que organizem as informações de maneira a construir um painel de papel kraft em que elas estejam representadas em conjunto com o espectro eletromagnético. Você pode propor, no entanto, que discutam e escolham de que forma pretendem sistematizar e organizar essa síntese.

## Anotações

Isso pode envolver uma apresentação via projetor, um vídeo, uma página na internet ou outra mídia que preferirem. Assim, reserve um tempo no fim da **Aula 2** para que a turma discuta como realizará essa síntese e como se organizará para tal.

Na **Aula 3**, devem ser realizados os seminários restantes.

### FINALIZANDO

No fim da **Aula 3**, após as apresentações restantes, pode também ser utilizado com esse intuito. Marque uma data para a entrega do trabalho, de preferência entre as **Aulas 4 e 5**. Se preferir e a depender do projeto elaborado pelos estudantes, você pode disponibilizar a **Aula 4** para isso. Procure divulgar o trabalho para o restante da escola, podendo ser em um mural, nas redes sociais ou em páginas da internet. Isso deve motivar a turma a prepará-lo de maneira que apresente com clareza e de forma atrativa as informações relevantes sobre as diferentes formas de radiação e a presença delas em nosso dia a dia. Não se esqueça de, ao longo da realização, intervir sempre que julgar necessário, orientando os(as) estudantes, avaliando de forma contínua seus avanços e aprendizagens, ou abordando temas mais complexos para garantir o aprendizado da turma.

## AULAS 4 E 5

### *Emissão e Absorção de Radiação*

#### HABILIDADE ESSENCIAL

Identificar diferentes radiações presentes no cotidiano, reconhecendo sua sistematização no espectro eletromagnético e sua utilização por meio das tecnologias a elas associadas (rádio, radar, forno de micro-ondas, raios X, tomografia, *laser*, etc.).

#### OBJETIVO DE APRENDIZAGEM

- *Compreender os princípios básicos envolvidos nos processos de emissão e absorção de radiação.*

#### ORGANIZAÇÃO DA TURMA

Professor(a), para a realização das atividades das **Aulas 4 e 5** será necessário o uso de um computador para cada dois ou três estudantes. Caso não seja possível, realize-as utilizando os telefones celulares dos próprios estudantes, desde que estejam conectados à internet de forma satisfatória. Os estudantes podem permanecer organizados em duplas para a realização do debate coletivo.

#### MATERIAIS NECESSÁRIOS

- *Caderno do Estudante;*
- *Computadores ou telefones celulares com conexão de internet.*



**FINALIZANDO**

No fim das **Aulas 4 e 5**, retome rapidamente os processos estudados sobre absorção e emissão de radiação. Relacione-os com os temas tratados nas **Aulas 1, 2 e 3** e permita que os estudantes tirem dúvidas que tenham permanecido. Peça que alguns deles expliquem os fenômenos observados na simulação, agora à luz dos conceitos debatidos durante a aula, utilizando esse momento para avaliar se os objetivos de aprendizagem foram contemplados. Você pode também solicitar que eles avaliem como esses processos ocorrem em diferentes situações cotidianas. Outra opção é solicitar que eles entreguem ao(a) professor(a) as respostas das questões propostas nas atividades, que poderão ser avaliadas posteriormente.

**Respostas observação do programa “Absorption and Emission of Light”:**

**1.** Aos processos de emissão e absorção de luz pela matéria.

**2.** Os pulsos de onda representam a radiação eletromagnética.

**AULAS 4 E 5****Processos de Absorção e Emissão de Radiação****Objetivos de Aprendizagem**

- Compreender os princípios básicos envolvidos nos processos de emissão e absorção de radiação.

**Conhecendo os Processos de Absorção e Emissão de Radiação**

Até agora, estudamos propriedades e diferentes tipos de radiação. Mas como será que essas radiações interagem com a matéria? Como são emitidas ou absorvidas? É isso que estudaremos nas aulas 4 e 5.

Para compreender tais processos, é preciso primeiramente retomar a estrutura do átomo. Ele é formado por um núcleo, composto por prótons e nêutrons e, girando ao seu redor, os elétrons, ou seja, partículas com massa muito pequena e carregadas negativamente. Essa configuração de elétrons pode assumir diferentes níveis de energia. Considerando mais especificamente um elétron, ele pode ocupar órbitas distintas, associadas a diferentes energias. Tais órbitas têm valores discretos de energia, o que significa que um elétron só pode mudar para uma órbita mais ou menos energética se absorver ou perder uma quantidade de energia que equivalha à diferença de energia entre sua órbita final e sua órbita inicial. É justamente aí que entra a radiação: a absorção ou a emissão de ondas eletromagnéticas estão relacionadas à mudança do elétron entre diferentes níveis energéticos e, portanto, ocorrerão somente no caso de valores específicos de energia.

Para entender um pouco mais esse processo, realize com seus colegas a atividade a seguir.

Explorando a emissão e absorção da radiação

Nesta atividade, você e seus colegas explorarão dois programas que simulam o processo de absorção e emissão de radiação eletromagnética por átomos. Durante a utilização de cada um deles, é importante que, antes de se atentarem às questões e observações propostas, explorem as opções apresentadas, especialmente no caso do programa “Spectrum of Hydrogen Atom”. Solicite ajuda do(a) professor(a) caso tenham dificuldade de lidar com os comandos na tela. Após o momento exploratório inicial, realizem as observações e respondam às perguntas propostas.

Programa “Absorption and Emission of Light”, disponível em:

[https://javalab.org/en/absorption\\_and\\_emission\\_of\\_light\\_en/](https://javalab.org/en/absorption_and_emission_of_light_en/)

A partir do que vocês observaram no programa, respondam às perguntas:

**1.** A que fenômeno o nome do programa faz referência?

**2.** O que significam os símbolos que aparecem na tela?

Programa “Spectrum of Hydrogen Atom”, disponível em:

[https://javalab.org/en/spectrum\\_of\\_hydrogen\\_en/](https://javalab.org/en/spectrum_of_hydrogen_en/)

A partir do que vocês exploraram no programa, respondam às perguntas:

**3.** O que são as figuras representadas na tela?

**Respostas observação do Programa “Spectrum of Hydrogen Atom”:**

**3.** A figura maior representa um átomo e suas órbitas eletrônicas (os diferentes estados de nível de energia possível para um elétron). Já o pequeno círculo azul representa um elétron, e a flecha indica a posição inicial e a posição final dele.

4. Mantenham a posição inicial do pequeno círculo azul (elétron) fixa. Seleccionem diferentes posições finais para o elétron/ponta da seta.

- a) O que significa o processo representado? E o comprimento de onda indicado em cada situação?
- b) Observem o valor do comprimento de onda indicado pelo programa em cada caso e a região apontada no espectro eletromagnético na parte superior da tela: qual é a relação existente? Vocês sabem o que significam as linhas verticais presentes no espectro? Pensem a respeito.

5. Agora, mantenham a posição final do elétron fixa, seleccionando diferentes posições iniciais para ele. Reflitam novamente sobre os itens do exercício 2. Procurem explorar diferentes combinações entre a posição inicial e a final do elétron, prestando atenção no comprimento de onda associado, na região do espectro eletromagnético indicada e se há linhas verticais nessa região. Tentem inferir o que significam os conjuntos de linhas verticais.

### ESPECTRO DE CORPO NEGRO

Como vimos, cada átomo possui um espectro específico de emissão e absorção. No entanto, nem todos os corpos emitem dessa forma. A maioria emite o que chamamos “espectro de corpo negro”. Um corpo negro é um objeto que absorve toda a radiação emitida sobre ele. Esse corpo não existe na realidade e é, portanto, uma idealização. A partir disso, é possível prever a quantidade de energia que será emitida por esse corpo em cada frequência em função de sua temperatura. A essa relação denominamos distribuição de corpo negro. Embora pareça apenas um modelo teórico, a distribuição de corpo negro tornou-se importante à medida que a maioria dos corpos emite radiação seguindo essa distribuição conforme sua temperatura. Isso vale, inclusive, para o nosso corpo, os objetos ao nosso redor, as lâmpadas e estrelas como o Sol! Nesta aula, vamos compreender um pouco mais sobre o tema.

#### 1. Explorando o espectro de corpo negro

Nesta atividade, vocês explorarão o programa “Espectro de Corpo Negro”, disponível em: [https://phet.colorado.edu/sims/html/blackbody-spectrum/latest/blackbody-spectrum\\_pt\\_BR.html](https://phet.colorado.edu/sims/html/blackbody-spectrum/latest/blackbody-spectrum_pt_BR.html)

Assim como nas atividades anteriores, antes de realizar as observações solicitadas, é importante se familiarizar com o programa. Se necessário, consultem o(a) professor(a). Quando tiverem compreendido o funcionamento realizem as observações a seguir.

- a) Observem o espectro emitido pelo Sol. Quais são as principais características dele? Em qual frequência ocorre o máximo de emissão? Observem a intensidade de emissão no infravermelho. Por que ela é importante para o planeta Terra?
- b) Comparem o espectro de emissão da estrela Sirius com o do Sol. Quais são as principais diferenças entre eles?
- c) O que ocorre com o espectro conforme aumentamos/diminuímos a temperatura da fonte?
- d) Observem o espectro de uma lâmpada incandescente. Que característica dele podemos associar à baixa eficiência desse tipo de lâmpada?

**4.** a) Os processos representados são a absorção e a emissão de luz por um átomo a partir da mudança de nível de energia de um elétron. O comprimento de onda indicado representa o comprimento de onda do pulso de onda absorvido ou emitido quando o elétron faz a transição

de orbital/estado indicada/o, e está relacionado aos níveis de energia de cada órbita.

**B)** A região indicada pela seta é a região do espectro associada ao comprimento de onda da radiação emitida. Cada uma das linhas representa exatamente o comprimento de onda associado à radiação emitida ou ab-

sorvida pela transição simulada e, portanto, à diferença de energia entre dois níveis atômicos.

**5.** Os conjuntos de linhas verticais representam os comprimentos de onda associados às energias envolvidas em todas as transições de estado possíveis em um átomo de hidrogênio.

**Respostas Atividade 1. Explorando o espectro de corpo negro:**

**A)** Ele obedece à curva de corpo negro, tendo o máximo de emissão na frequência do visível, em especial do verde e do azul, possuindo também alta emissão no infravermelho. Isso é importante para a Terra, pois a radiação infravermelha é a principal responsável pelo transporte de calor até o nosso planeta, o que é importante para a manutenção dos ecossistemas aqui presentes.

**B)** A potência emitida por Sirius é maior, devido à alta temperatura que possui. Além disso, a curva de emissão é deslocada para a direita, sendo que a frequência de máxima emissão é maior que a do Sol.

**C)** Ao aumentar a temperatura a curva se desloca para a esquerda, para valores de frequências maiores.

**D)** A alta taxa de emissão no infravermelho. Essa energia é dissipada na forma de calor, e não de luz visível, diminuindo a eficiência luminosa da lâmpada.





## Anotações

### 3. Gabarito: b)

I. Verdadeira. Por se tratar de radiação ionizante, ela retira elétrons dos átomos dos alimentos após atravessá-los.

II. Falsa. O infravermelho não é uma radiação ionizante.

III. Verdadeira. Em ambos os casos, é utilizada radiação ionizante, como os raios x

IV. Falsa. A radiação não impregna os alimentos, e não gera danos à saúde.

### 4. Gabarito: c). *Retome o espectro eletromagnético com os estudantes e situe as ondas de raio x na região com frequência acima do ultravioleta.*

### 5. Gabarito: a). Sabemos que:

$$V = 3,0 \times 10^8 \text{ m/s}$$

$$f = 2,45 \times 10^9 \text{ Hz}$$

$$\lambda = ?$$

$$V = \lambda \times f$$

$$3 \times 10^8 = \lambda \times 2,45 \times 10^9$$

$$\lambda = \frac{(3 \times 10^8)}{(2,45 \times 10^9)}$$

$$\lambda \cong 0,12\text{m}$$

**B)** *Os metais são bons condutores elétricos, e a frequência das ondas emitidas pelo micro-ondas pode provocar movimento de elétrons (corrente elétrica) no metal e produzir faíscas, gerando aquecimento e podendo danificar o forno.*

## REFERÊNCIAS:

São Paulo Faz Escola - Caderno do Professor. SEE/SP - Secretaria da Educação do Estado de São Paulo, São Paulo, 2019. Disponível em: [www.educacao.sp.gov.br](http://www.educacao.sp.gov.br). Acesso em: 2 fev. 2021.

*Proposta Curricular do Estado de São Paulo: Ciências da natureza*, SEE/SP-Secretaria da Educação do Estado de São Paulo. Disponível em <https://www.educacao.sp.gov.br/a2sitebox/arquivos/documentos/235.pdf>

*Base Nacional Comum Curricular*, BRASIL. Ministério da Educação. Brasília, 2018. Disponível em <http://basenacionalcomum.mec.gov.br/>

Para acesso aos programas de simulação utilizados na sequência didática, além de outros, visite: [https://phet.colorado.edu/pt\\_BR/simulations/filter?type=html&sort=alpha&view=grid](https://phet.colorado.edu/pt_BR/simulations/filter?type=html&sort=alpha&view=grid)



## Anotações

84 | FÍSICA

**3. (UEL)** A irradiação para a conservação de produtos agrícolas, tais como batata, cebola e maçã, consiste em submeter esses alimentos a doses minuciosamente controladas de radiação ionizante. Sobre a radiação ionizante, considere as afirmativas.

- I. A energia da radiação incidente sobre um alimento pode atravessá-lo, retirando elétrons do átomo e das moléculas que o constituem.*
- II. As microondas e os raios infravermelho e ultravioleta são exemplos de radiação ionizante.*
- III. As fontes radioativas utilizadas na conservação de alimentos são de mesma natureza das utilizadas na radioterapia.*
- IV. Por impregnar os alimentos, o uso de radiação ionizante causa sérios danos à saúde do consumidor.*

Assinale a alternativa correta.

- a)** Somente as afirmativas I e II são corretas.
- b)** Somente as afirmativas I e III são corretas.
- c)** Somente as afirmativas III e IV são corretas.
- d)** Somente as afirmativas I, II e IV são corretas.
- e)** Somente as afirmativas II, III e IV são corretas.

**4. (PUC-RS)** Em 1895, o físico alemão Wilhelm Conrad Roentgen descobriu os raios X, que são usados principalmente na área médica e industrial. Esses raios são:

- a)** Radiações formadas por partículas alfa com grande poder de penetração.
- b)** Radiações formadas por elétrons dotados de grandes velocidades.
- c)** Ondas eletromagnéticas de frequências maiores que as das ondas ultravioletas.
- d)** Ondas eletromagnéticas de frequências menores do que as das ondas luminosas.
- e)** Ondas eletromagnéticas de frequências iguais as das ondas infravermelhas.

**5. (Fuvest – SP)** Um forno de microondas é projetado para, mediante um processo de ressonância, transferir energia para os alimentos que necessitamos aquecer ou cozer. Nesse processo de ressonância, as moléculas de água do alimento começam a vibrar, produzindo o calor necessário para o cozimento ou aquecimento. A frequência de ondas produzidas pelo forno é da ordem de  $2,45 \cdot 10^9$  Hz, que é igual à frequência própria de vibração da molécula de água.

- a)** Qual é o comprimento das ondas do forno?
- b)** Por que os fabricantes de forno micro-ondas aconselham os usuários a não utilizarem invólucros metálicos para envolver os alimentos?



FÍSICA  
SEQUÊNCIA DE ATIVIDADES 2



## Olá, professor(a)!

Nesta Sequência de atividades sugerimos um trabalho que nos auxiliará a compreender qual é a natureza das interações nucleares, avaliar a dimensão da energia contida nas ligações, transformações e reações nucleares, explicar como a energia nuclear é utilizada para a produção da energia elétrica, seus usos na medicina, na agricultura e também na indústria.

A ideia é que os (as) estudantes possam construir coletivamente um entendimento global sobre o que envolve a energia nuclear, desde a estrutura do átomo até as aplicações das radiações nos mais diversos contextos.

No final do processo, os (as) estudantes devem ser capazes de pensar criticamente a respeito do uso da energia nuclear, conhecer suas origens de forma sistematizada e entender a importância dessa fonte energética para a humanidade.

As habilidades usadas para a elaboração dessa Sequência de Atividades foram selecionadas levando em conta o aprofundamento dos conhecimentos que os (as) estudantes apresentam com relação ao eletromagnetismo e à termologia. Dessa maneira, sugerimos o uso das habilidades essenciais relativas ao 3º bimestre da 3ª série EM e habilidades de séries anteriores do EM (Currículo do Estado de São Paulo, 2011) e de anos finais do Ensino Fundamental (Currículo Paulista, 2019). Nesse sentido, norteamos a confecção da presente sequência de atividades na habilidade essencial:

**3ª série EM:** Reconhecer a natureza das interações e a dimensão da energia envolvida nas transformações nucleares para explicar seu uso na geração de energia elétrica, na indústria, na agricultura e na medicina.

Tais habilidades, por sua vez, vem de encontro à contemplação dos seguinte objetos de conhecimento:

- *Núcleos estáveis e instáveis;*
- *Radiatividade natural e induzida;*
- *A intensidade da energia no núcleo e seus usos médico, industrial, energético e bélico;*
- *Radiatividade, radiação ionizante, efeitos biológicos e radioproteção.*
- *Cujas habilidades suporte, a serem trabalhadas, são listadas:*

### **HABILIDADES SUPORTE:**

**2ª série EM:** Explicar as propriedades térmicas das substâncias, associando-as ao conceito de temperatura e à sua escala absoluta, utilizando o modelo cinético das moléculas. (1º bimestre);

**SARESP – H47:** Reconhecer aplicações e avaliar argumentos sobre os riscos e benefícios da energia nuclear em diferentes setores, como na medicina, agricultura e geração de eletricidade.

## Anotações

As atividades estão organizadas, conforme o planejamento a seguir:

AULA/TEMPO	ATIVIDADE
1ª e 2ª aulas /90 min	Estabilidade nuclear/ As partículas elementares e suas interações
3ª aula /45 min	Equivalência entre massa e energia
4ª aula /45 min	Processos de decaimento radioativo
5ª aula /45 min	Aplicações tecnológicas da energia nuclear
6ª aula /45 min	Avaliação da aprendizagem

Cada aula tem como intuito a socialização dos estudantes, de modo que eles possam construir o conhecimento de forma coletiva. Desse modo, a participação do professor como norteador do conhecimento é parte fundamental na orientação dos estudantes. Ademais, sinta-se a vontade para mudar, sugerir ou fazer quaisquer tipos de inclusões nesse material, de acordo a realidade de suas turmas, disponibilidade de recursos, tempo e etc.

Desejamos a você e a nossos estudantes um ótimo trabalho!

## AULAS 1 e 2

### Estabilidade Nuclear/ As Partículas Elementares e Suas Interações

#### HABILIDADE ESSENCIAL

- Reconhecer a natureza das interações e a dimensão da energia envolvida nas transformações nucleares para explicar seu uso na geração de energia elétrica, na indústria, na agricultura e na medicina

#### ORGANIZAÇÃO DA TURMA

- Os (as) estudantes deverão ser separados em quatro grupos, cada um dos grupos pesquisará sobre uma das forças elementares da natureza: força forte, fraca, eletromagnética e força gravitacional. Os estudantes poderão usar, com a permissão do professor, o celular, para fim de pesquisas. Uma página da internet (<http://www.if.ufrgs.br/tex/fis01043/20032/Humberto/>) pode auxiliar o professor a guiar as pesquisas dos alunos. Para a atividade 2 da sequência de atividades, os estudantes poderão permanecer assentados em seus lugares de forma individual.

#### MATERIAIS NECESSÁRIOS

- Material do estudante, celulares, computadores e Datashow (caso a escola possua) para apresentação da pesquisa desenvolvida pelos estudantes.

## AULAS 1 e 2

### Estabilidade Nuclear/ As Partículas Elementares e Suas Interações

#### Objetivos de Aprendizagem

- Entender a estabilidade nuclear como o resultado de diferentes tipos de forças fundamentais (força nuclear forte e fraca, força eletromagnética).

#### A ESTABILIDADE NUCLEAR

Os átomos, independentemente de qual elemento, apresentam uma estrutura similar entre si e são formados de prótons, nêutrons e elétrons. A maior parte da massa de um átomo fica concentrada em um espaço muito pequeno, conhecido como núcleo atômico. No núcleo, diferentes quantidades de prótons e nêutrons são ligadas entre si.

Quando combinados em certas proporções de prótons e nêutrons, o núcleo atômico torna-se estável, esse é o caso da maior parte da matéria ao nosso redor. Porém, os núcleos dos átomos são objetos muito pequenos e por isso, estão sujeitos às leis probabilísticas da física quântica.

Mas o que torna os núcleos estáveis? Pense bem: os núcleos dos átomos são formados de nêutrons e prótons. Os prótons são partículas dotadas de cargas elétricas de mesmo sinal. Os prótons presentes no núcleo atômico se repelem fortemente, mas uma força ainda mais forte que a repulsão elétrica os mantém unidos: a força forte.

A força forte é uma das forças fundamentais da natureza, sem ela, a repulsão entre os prótons tornaria impossível a estabilidade dos núcleos dos átomos.

Além da força forte, existe um outro tipo de interação presente no núcleo dos átomos – a força fraca. Essa força é a principal responsável pelos processos de decaimento e, subsequentemente, pelas emissões de radiação.



Créditos: Wikimedia, Maximilien Brice, CERN, CC BY-SA 3.0  
Os aceleradores de partículas são usados para investigar diversas propriedades da matéria, tais como a composição dos núcleos dos átomos e as forças fundamentais da natureza.

#### INICIANDO

Inicie a aula com um vídeo que chame a atenção dos (as) estudantes para o assunto central da estabilidade nuclear – os átomos. Sugerimos um vídeo que explica os aspectos mais fundamentais da teoria atômica ([https://www.youtube.com/watch?v=8i-6SJ-K-TYA&ab\\_channel=Ci%C3%AanciaTodoDia](https://www.youtube.com/watch?v=8i-6SJ-K-TYA&ab_channel=Ci%C3%AanciaTodoDia)).

Ao fim do vídeo, separe um tempo para ouvir as opiniões dos estudantes acerca do vídeo, indague-os sobre o que eles compreenderam do vídeo e investigue quais assuntos relacionados à física dos átomos e partículas subatômicas mais lhes interessam. As respostas dos estudantes podem ajudar a personalizar o conteúdo de acordo com o envolvimento de cada turma.

Professor(a) o objetivo central dessa primeira aula é que os (as) estudantes entendam que o equilíbrio das forças fundamentais da natureza é o principal responsável pela estabilidade atômica. Peça para que os (as) estudantes façam a leitura do texto – A estabilidade nuclear e, durante a leitura, reforce com os (as) estudantes as características de cada uma das forças elementares. Discuta com a turma sobre o alcance de cada uma dessas forças, pois, sabemos que cada uma dessas interações é somente efetiva para uma distância máxima entre as partículas. Aproveite também para ressaltar com os (as) estudantes que a força gravitacional é a mais fraca de todas essas interações, mas que, apesar disso, é a força que “reina” a grandes distâncias, como no caso das órbitas planetárias em torno do Sol.

Na **atividade 2**, relativa à segunda aula desta sequência de atividades, oriente os (as) estudantes a fazerem a leitura do texto – As partículas elementares e suas interações e em seguida, peça para que respondam às perguntas contidas em seu material.

## DESENVOLVENDO

Professor(a), tente organizar a turma em quatro grupos diferentes. Esses grupos serão divididos por tema, isso é, cada um dos grupos ficará responsável por elaborar uma pesquisa sobre uma das forças fundamentais da natureza. O critério utilizado para designar o tema de cada grupo é livre, faça-o na forma de sorteio, caso ache conveniente.

Oriente os (as) estudantes a pesquisar em sites confiáveis, relacionados à páginas de conteúdo educativo e peça que anotem todas as informações que acharem relevantes sobre o tema pesquisado.

Com relação aos tópicos de busca, sugerimos os seguintes exemplos de perguntas a serem pesquisadas: 1. O que é a força nuclear forte? 2. Quando a força nuclear fraca foi descoberta? 3. Quem descobriu cada uma das forças elementares? 4. Qual foi a relevância da descoberta das forças elementares para a ciência? 4. Qual foi o reconhecimento dado aos idealizadores/ descobridores? 5. Quais são as descobertas mais recentes com relação ao tema? 6. Quais são as curiosidades mais interessantes sobre o tema? 8. Quais são as tecnologias derivadas dessa descoberta?

## 86 | FÍSICA

**Trabalho de pesquisa:** Neste trabalho de pesquisa, aprenderemos mais sobre as forças fundamentais da natureza. A turma deverá ser dividida em grupos. Cada grupo pesquisará sobre um dos temas a seguir, por meio da internet ou livro didático:

- Força eletromagnética
- Força nuclear fraca
- Força nuclear forte
- Força gravitacional

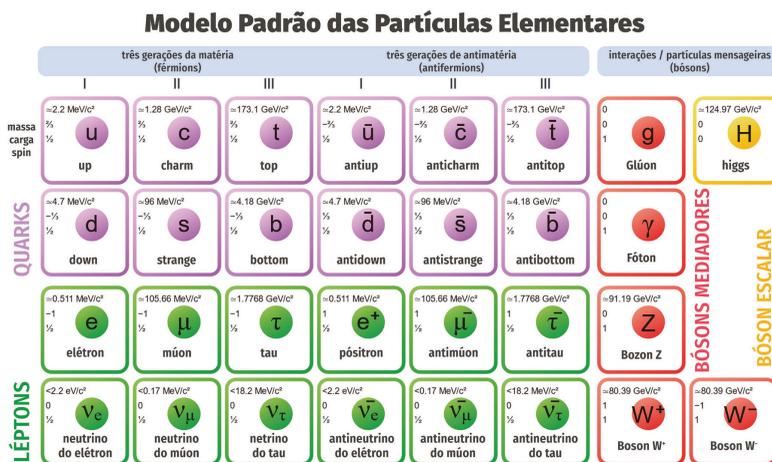
Professor(a), o tempo que cada grupo levará para compreender cada um dos conceitos pode variar muito, por isso, oriente os grupos que apresentarem mais dificuldade.

Após o período de pesquisa, os grupos deverão entregar para o(a) professor(a) um relatório sobre as informações pesquisadas então, deverão explicar para sua turma aquilo que pesquisaram e/ou descobriram sobre a força fundamental que o seu grupo pesquisou: quais as suas características, aplicações, histórico, curiosidades, etc.

## AS PARTÍCULAS ELEMENTARES E SUAS INTERAÇÕES

Sabemos que os átomos apresentam uma estrutura interna, ou seja, são formados por componentes menores. Para compreendermos a estabilidade nuclear, é necessário conhecer um pouco mais sobre as características dessas partículas.

Na Física, chamamos de partícula elementar, qualquer partícula que não apresenta uma estrutura interna, isso é, uma partícula que não pode ser dividida. O conjunto de partículas elementares é conhecido como o modelo-padrão da física de partículas.



Modelo padrão da física de partículas<sup>1</sup>  
 Créditos: Wikimedia, MissMJ, CC BY 3.0

<sup>1</sup> Maximilien Brice, CERN, CC BY-SA 3.0 <<https://creativecommons.org/licenses/by-sa/3.0/>>, via Wikimedia Commons  
 Retirado de: [https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/e/eb/Views\\_of\\_the\\_LHC\\_tunnel\\_sector\\_3-4%2C\\_tirage\\_1.jpg](https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/e/eb/Views_of_the_LHC_tunnel_sector_3-4%2C_tirage_1.jpg)

Esses são somente, alguns exemplos de perguntas que o(a) professor(a) pode sugerir aos estudantes, portanto, aqui, cabe a intervenção do docente em perceber o ritmo das pesquisas em cada grupo. Oriente os estudantes a construir um documento escrito que compile todas as

informações obtidas de forma organizada e sistematizada. O documento pode ser feito na forma de relatório, tabela, mapa mental ou quaisquer outras técnicas que deixem os participantes confortáveis ao registrar as informações pesquisadas.

A figura anterior agrupa diferentes categorias de partículas existentes. Cada categoria está ilustrada, na figura, com cores iguais. Em roxo, temos os quarks, que são os "tijolos" da natureza, uma vez que, é pela combinação de quarks que são formados os prótons e nêutrons. Ao todo, existem seis tipos de quarks e seis antiquarks. A diferença entre quarks e antiquarks é o sinal da carga elétrica dessas partículas.

Os léptons, pintados de verde, são partículas elementares "leves", indivisíveis, de massas pequenas e que não são formadas pela combinação de quarks. Os elétrons, por exemplo, foram os primeiros léptons a serem descobertos.

Os bósons, em vermelho, são partículas que não tem massa. Essas partículas são responsáveis por estabelecer a interação entre as partículas que têm massa (quarks, antiquarks e léptons).

Pesquise na internet e nos livros sobre o modelo-padrão da física de partículas e responda com suas palavras:

1. O que são férmions? Explique.

---

---

---

---

---

---

---

---

2. O que são bósons? Explique.

---

---

---

---

---

---

---

---

3. O que é o modelo-padrão da Física de partículas?

---

---

---

---

---

---

---

---

4. Qual é a importância de conhecermos cada vez mais sobre a natureza dos átomos e das partículas subatômicas? Explique.

---

---

---

---

---

---

---

---

5. Pesquise e responda em seu caderno: Quais são as forças fundamentais da natureza e quais partículas do modelo padrão são mediadoras dessas forças?

---

---

---

---

---

---

---

---

Oriente os (as) estudantes a elaborar, juntamente ao documento, um roteiro de apresentação de sua pesquisa. Esse roteiro deverá conter o objetivo ou o tema da fala de cada estudante, que terá, durante a pesquisa, o tempo para se familiarizar com o que aprendeu. Nessa etapa é importante

que todos os (as) estudantes participem, para que trabalhem suas habilidades de socializar o conhecimento com outros colegas, entretanto, não force aqueles que não se mostrarem abertos à tal experiência, somente sugira a eles que façam sua explicação de forma individualizada e ouça-as, apontando os pontos fortes da apresentação e

aquilo que por algum motivo, o (a) estudante não tenha compreendido.

A ideia da pesquisa é ser rápida, os (as) estudantes devem usar em torno de 30 minutos para realizá-las, para isso, poderão se organizar, de modo que cada um deles pesquise uma das perguntas.

Na **atividade 2**, acompanhe o progresso da pesquisa dos estudantes e verifique se eles estão conseguindo responder às perguntas constantes em seu material.

Professor(a), durante o desenvolvimento das atividades, aproveite os momentos de interação e observação para realizar as intervenções necessárias e avaliar a aprendizagem dos (das) estudantes.

### FINALIZANDO

Passado o momento inicial, em que os(as) estudantes realizaram suas pesquisas e as compilaram em um documento, os estudantes começarão as suas apresentações, de acordo com a finalização dos trabalhos. É fundamental que o professor deixe seus estudantes cientes da passagem do tempo para que seja possível para os(as) estudantes compartilharem seus resultados.

Professor(a), durante as apresentações, tente guiar os(as) estudantes que parecerem se perder em seus raciocínios. Mesmo que tenham um roteiro, faça perguntas com base nas pesquisas realizadas pelos(as) estudantes. Você pro-

vavelmente perceberá que, se a apresentação deles acontecer no formato de uma conversa, as informações fluirão e os estudantes mostrarão maior desenvoltura em suas falas.

Ao término das apresentações, faça reflexões com os(as) estudantes sobre aquilo que foi apresentado e indague sobre o que gostaram de descobrir, o que lhes chamou atenção, o que lhes despertou curiosidades e sobre o que gostariam de saber mais. Comente ainda, com os(as) estudantes, qual é o papel de cada uma das forças fundamentais da natureza e como cada uma delas interage com as partículas fundamentais.

Ao final da **atividade 2**, peça para que os(as) estudantes compartilhem as respostas de suas perguntas com base nas pesquisas realizadas por eles e comente com a turma os acertos e erros, caso haja existam.

**1 Resposta:** São os blocos fundamentais da natureza, são partículas dotadas de spin semi-inteiro e são subdivididos em léptons, hádrons e mésons, quarks e neutrinos.

**2 Resposta:** São as partículas que promovem a interação entre outras partículas. São partículas que não apresentam massa, apresentam spin

inteiro e são divididas em glúons, fótons, bósons W e Z e bósons de Higgs.

**3 Resposta:** Modelo padrão da Física de partículas é o nome dado à teoria que explica a constituição básica das partículas subatômicas, bem como as interações entre partículas elementares.

O modelo padrão é dividido em férmions e bósons em um número total de 17 partículas e 17 anti-partículas.

**4 Resposta:** A resposta a essa questão é pessoal, no entanto, quando for comentar as respostas produzidas pelos estudantes, argumente com eles sobre

## AULA 3

### Equivalência Entre Massa e Energia

#### Objetivos de Aprendizagem

- Conhecer e compreender a equivalência entre massa e energia.

#### EQUIVALÊNCIA MASSA E ENERGIA

A equivalência entre massa e energia foi proposta pelo físico alemão Albert Einstein, em 1905. De acordo com a teoria relativística, a matéria que compõe os átomos e moléculas corresponde a uma grande quantidade de energia, que é chamada energia de repouso. A fórmula usada para calcular essa quantidade de energia é talvez uma das mais famosas de toda a física:  $E = mc^2$ .

Nessa fórmula, E é a quantidade de energia, em joules, armazenada em uma certa massa m, em quilogramas, multiplicada pela velocidade da luz no vácuo ( $c = 3 \cdot 10^8$  m/s), elevada ao quadrado.

A energia elétrica obtida nas usinas nucleares é inicialmente liberada na forma de ondas eletromagnéticas e outras partículas quando os átomos de urânio sofrem fissões nucleares. Estas fissões, entretanto, são induzidas e ocorrem quando o urânio enriquecido é exposto à alguma fonte emissora de nêutrons. (na maioria das vezes utiliza-se átomos como o califórnio).

Os átomos de urânio enriquecido (urânio-235) são estáveis, porém, se "adicionarmos" um único nêutron ao núcleo destes átomos, eles se transformam no urânio-236, que é altamente instável e rapidamente fissiona-se, dando origem a núcleos dos elementos bário e criptônio, junto à uma grande quantidade de energia e mais nêutrons.

A estabilidade nuclear é diretamente proporcional à energia de ligação entre os prótons e nêutrons, uma vez que ela mede quanta energia é necessária para separar um núcleo em partes menores. Curiosamente, a energia de ligação dos núcleos é crescente até os átomos mais leves que o  $^{56}\text{Fe}$ , portanto, os átomos mais pesados que este último tornam-se cada vez menos estáveis a medida que seu número de prótons e nêutrons aumenta. Além da energia de ligação, a razão entre o número de prótons e nêutrons também afeta a estabilidade nuclear, fazendo com que os átomos sofram diferentes tipos de decaimentos.

O decaimento nuclear é o processo, que conhecemos como radioatividade. Todos os elementos químicos que conhecemos apresentam um "prazo de validade". Em um certo período, seus núcleos terão emitido energia nas formas das radiações alfa, beta e gama e, ao longo do tempo, e então se transformarão em novos átomos.

Com base no texto e em leituras complementares, responda:

1. Estime qual é a quantidade de energia liberada pela fissão de 1 g de um material físsil qualquer e comente o resultado obtido.

---

2. Assumindo que a energia nuclear obtida por meio da fissão de 1 g de matéria seja integralmente convertida em calor e, levando em conta que 1 cal equivale à cerca de 4,2 J, estime a quantidade de calor que é liberado pela fissão, em calorias.

---





3. Se todo o calor produzido no processo de fissão nuclear fosse usado para aquecer 2500 m<sup>3</sup> de água (volume de uma piscina olímpica), estime qual seria a elevação de temperatura sofrida pelo líquido? (Dados:  $c_{\text{ÁGUA}} = 1,0 \text{ cal/g}^{\circ}\text{C}$ ).

## AULA 4

### Processos de Decaimento Radioativo

#### Objetivos de Aprendizagem

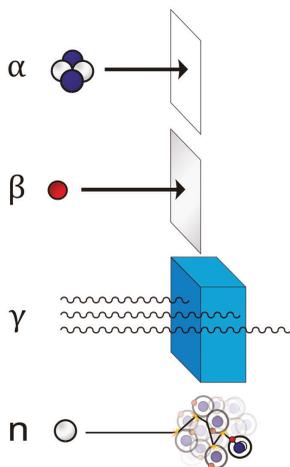
- Conhecer as características dos principais processos de decaimento radioativo (decaimentos alfa, beta e gama).

#### DECAIMENTOS RADIOATIVOS

Existem diversos tipos de processos de decaimento radioativo na natureza, no entanto, há algo em comum entre eles: em todos os casos, o núcleo do átomo se desintegra em partes menores, buscando tornar-se mais estável.

Nos diferentes tipos de decaimentos, existem emissões eletromagnéticas, como no caso da radiação gama e radiações corpusculares (partículas), como no caso das radiações alfa e beta.

Os processos de decaimento mais conhecidos são os decaimentos alfa, beta e gama, vamos conhecer um pouco mais sobre eles.



Decaimentos radioativos alfa, beta e gama  
Créditos: Wikimedia, Anyonbody-commonswiki, CC BY-SA 4.0

## AULA 4

### Processos de Decaimento Radioativo

#### HABILIDADE ESSENCIAL

- Reconhecer a natureza das interações e a dimensão da energia envolvida nas transformações nucleares para explicar seu uso na geração de energia elétrica, na indústria, na agricultura e na medicina

#### ORGANIZAÇÃO DA TURMA

- Professor(a), para essa aula os(as) estudantes poderão permanecer em seus lugares convencionais, assentados em filas paralelas.

#### MATERIAIS NECESSÁRIOS

- Material do estudante, quadro, canetão e/ou giz.

#### INICIANDO

Professor(a), você pode iniciar essa aula com um curto vídeo motivador que traga a atenção dos(as) estudantes para a temática da aula, para tanto, sugerimos um vídeo do youtube (<https://www.youtube.com/watch?v=lOVeFSwPagY>) que pode ser usado para abrir as conversas sobre os decaimentos radioativos. Depois de ter assistido o vídeo com os(as) estudantes, indague-os sobre o que

## Anotações

90 | FÍSICA

**Decaimento alfa:** Nesse tipo de decaimento, o núcleo do átomo emite partículas alfa. As partículas alfa são, nada mais que um núcleo de Hélio, isso é, dois prótons, ligados a dois nêutrons.  ${}^4_2\alpha$

A lei que rege os processos de decaimento alfa, indica que um elemento X que sofre esse tipo de decaimento, transformando-se no elemento Y, tendo, desse modo, seu número de massa reduzido em 4, enquanto seu número atômico reduz em 2, confira:

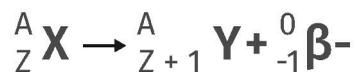


**Decaimento beta:** O decaimento beta consiste na emissão de elétrons ou pósitrons. Pósitrons são antipartículas que apresentam a mesma massa e a mesma carga dos elétrons, entretanto, são carregadas positivamente. Existem, portanto, dois tipos de decaimento beta, conhecidos como  $\beta^+$  e  $\beta^-$ .

No decaimento beta  $+$ , o átomo decai emitindo um pósitron, portanto, sua carga elétrica diminui em 1 unidade, observe a lei desse decaimento.

Decaimento beta  $+$ 

No decaimento beta  $-$ , o átomo perde uma carga negativa, portanto, aumenta em 1 seu número atômico, confira a lei que rege os decaimentos beta:

Decaimento beta  $-$ 

**Decaimento gama:** O decaimento gama é caracterizado pela emissão de ondas eletromagnéticas cuja frequência é localizada na faixa dos raios gama, isso é, é formada por fótons (partículas de luz) de altíssima energia. Entre todas as formas de radiação, essa é a que tem o maior poder de penetração e capacidade de ionização.

Nos decaimentos gama, o elemento não se altera, isso é, o número de prótons, nêutrons e elétrons dos átomos é mantido constante, uma vez que a radiação emitida não apresenta carga elétrica ou massa.

**Exercícios**

Leia e responda em seu caderno:

**1. (Enem - adaptada)** O avanço científico e tecnológico da física nuclear permitiu conhecer, com maiores detalhes, o decaimento radioativo dos núcleos atômicos instáveis, desenvolvendo-se algumas aplicações para a radiação de grande penetração no corpo humano, utilizada, por exemplo, no tratamento do câncer.

De acordo com o texto e com os seus conhecimentos, qual é o tipo de radiação ao qual o enunciado se refere? Explique.

- a) Beta.
- b) Alfa.
- c) Gama.
- d) Raios X.
- e) Ultravioleta.

**2. (IME)** Um isótopo radioativo X transforma-se em um elemento estável Y após reações de desintegração radioativa com emissão de radiação  $\alpha$ , radiação  $\beta$  negativa e radiação  $\gamma$ . Assinale a alternativa correta:

- a) A diferença entre os números de massa de X e de Y será igual à diferença entre o dobro do número de partículas  $\alpha$  emitidas e o número de partículas  $\beta$  emitidas.
- b) A emissão da radiação  $\gamma$  altera o número atômico de X.
- c) A diferença entre os números atômicos de X e de Y será igual ao quádruplo do número de partículas  $\alpha$  emitidas.
- d) X e Y são isótonos.
- e) A diferença entre os números de nêutrons de X e de Y será igual à soma do dobro do número de partículas  $\alpha$  emitidas com o número de partículas  $\beta$  emitidas.

**3. (Enem)** “A bomba reduz neutros e neutrinos, e abana-se com leque da reação em cadeia”

ANDRADE, C. D. Poesia completa e prosa. Rio de Janeiro, 1973 (fragmento).

Nesse fragmento de poema, o autor refere-se à bomba atômica de urânio. Essa reação é dita “em cadeia” porque na

- a) Fissão do  $^{235}\text{U}$  ocorre liberação de grande quantidade de calor, que dá continuidade à reação.
- b) Fissão do  $^{235}\text{U}$  ocorre liberação de energia, que vai desintegrando o isótopo  $^{238}\text{U}$ , enriquecendo-o em mais  $^{235}\text{U}$ .
- c) Fissão do  $^{235}\text{U}$  ocorre uma liberação de nêutrons, que bombardearão outros núcleos.
- d) Fusão do  $^{235}\text{U}$  com  $^{238}\text{U}$  ocorre formação de neutrino, que bombardeará outros núcleos radioativos.
- e) Fusão do  $^{235}\text{U}$  com  $^{238}\text{U}$  ocorre formação de outros elementos radioativos mais pesados, que desencadeiam novos processos de fusão.

eles entenderam e pergunte-os sobre quais partes do vídeo eles mais gostaram, o quê eles aprenderam de novo e etc.

Peça para que os(as) estudantes façam a leitura do texto sugerido no material do estudante – Decaimentos radioativos, em seguida, questione os(as) estudantes acerca

do que entenderam sobre o assunto. Nesse momento, tente extrair tudo que conseguiram compreender sobre o conteúdo do texto.

**DESENVOLVENDO**

Depois de indagados quanto ao conteúdo do texto, inicie a resolução dos exercícios propostos com os(as) estudantes. Faça a leitura com eles e em seguida, esquematize a resolução no quadro, por meio de anotações ou quaisquer recursos que possam ajudá-los a responder aos problemas. Separe um tempo para visitar os(as) estudantes e assim, analisar o progresso de cada um deles.

**FINALIZANDO**

Ao final da aula, depois de ter respondido os exercícios, faça um resumo oral com os(as) estudantes, retomando os principais conteúdos abordados, recordando-os das características de cada tipo de emissão radioativa. Registre as contribuições dos(das) estudantes, para efetivar a avaliação da aprendizagem.

**1. c) Gama**

**2. e) A diferença entre os números de nêutrons de X e de Y será igual à soma do dobro do número de partículas  $\alpha$  emitidas com o número de partículas  $\beta$  emitidas.**

**3. c) Fissão do  $^{235}\text{U}$  ocorre uma liberação de nêutrons, que bombardearão outros núcleos.**

















FÍSICA  
SEQUÊNCIA DE ATIVIDADES 3



## Olá, professor(a)!

Nesta Sequência de Atividades, é desejado que os(as) estudantes desenvolvam julgamentos críticos com relação ao uso da energia nuclear no Brasil e no mundo. Com o desenvolvimento das atividades, esperamos que os estudantes se tornem capazes de compreender os impactos da energia nuclear pelos pontos de vista científico, tecnológico e social, bem como avaliar a necessidade do uso da energia nuclear face à matriz energética disponível em sua região.

Nosso objeto de conhecimento – núcleos estáveis e instáveis, Radioatividade natural e induzida – abre um grande leque de possibilidades de estudo e muitos caminhos diferentes; no entanto, em atenção à habilidade essencial, citada abaixo, nosso princípio norteador foi a pesquisa e argumentação acerca do uso da energia nuclear no Brasil e no mundo.

Consideramos importante que o(a) estudante compreenda como ocorrem e quais são as transformações da energia em uma usina nuclear até chegarmos a seu produto final, a eletricidade; buscamos que os(as) estudantes sejam capazes de perceber quais são os aspectos físicos pertinentes em sua região que apontem ou não a necessidade do uso da energia nuclear; procuramos estimular o senso crítico nos estudantes, com base em pesquisas orientadas e diálogos, de modo que eles sejam competentes para avaliar, mesmo que a curto prazo, quais são os possíveis impactos ambientais que uma usina nuclear poderia acarretar em seu ambiente.

Nossos objetivos de aprendizagem também englobam as dimensões técnicas envolvidas com a implementação das usinas nucleares. Nesse sentido, almejamos que os(as) estudantes descubram a riqueza de conhecimento que envolve o combustível utilizado nas usinas nucleares, reconhecendo tecnologias e processos empregados desde sua obtenção na natureza até seu refino para fins energéticos. Ao fim de todo o processo, queremos que os(as) estudantes estejam aptos a comparar os custos oriundos da energia nuclear com outras formas de energia capazes de gerar eletricidade em larga escala.

Ressaltamos também que o objeto de conhecimento desta Sequência de Atividades, por ser relacionado a assuntos apreciados por uma grande quantidade de estudantes, pode ser usado para mobilizar e aprofundar habilidades e conhecimentos de anos anteriores. Ressaltamos as habilidades utilizadas para a elaboração desta Sequência de Atividades, e que podem ser incorporadas ao modo de trabalho do docente:

### **HABILIDADE ESSENCIAL:**

- *Pesquisar e argumentar acerca do uso de energia nuclear no Brasil e no mundo.*

### **2ª SÉRIE EM:**

- *Identificar e caracterizar a conservação e as transformações de energia em diferentes processos de geração e uso social; comparar diferentes recursos e opções energéticas.*







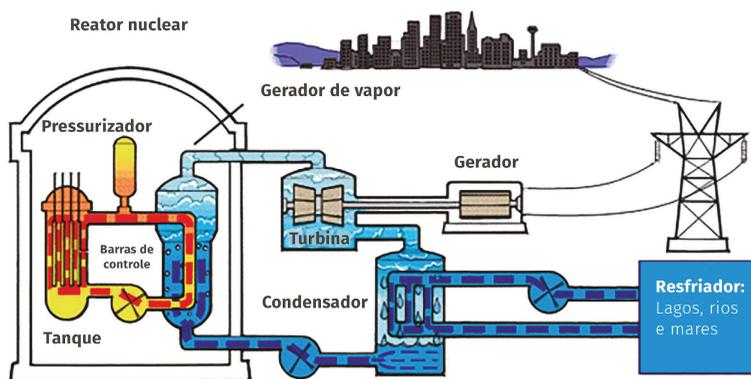


## Anotações

98 | FÍSICA

A capacidade de transformar a energia é uma das maiores conquistas da humanidade. A partir do atrito, fomos capazes de produzir energia térmica e dominar o fogo. Manipulando o curso das águas e aproveitando a direção dos ventos, fomos capazes de movimentar grandes máquinas, processar alimentos, velejar pelos mares etc.

As usinas nucleares são o exemplo claro de uma grande quantidade de transformações de energia que começam no núcleo do átomo e terminam na condução de elétrons nos fios de alta tensão que distribuem a energia elétrica aos consumidores finais.



Nas **usinas nucleares**, nêutrons lentos (nêutrons de baixa energia cinética), oriundos de uma fonte natural de radiação, iniciam um processo de reação em cadeia, fazendo com que os núcleos dos átomos do combustível nuclear, que está dentro do reator nuclear sofram fissões, ou seja, quebram-se em partes menores. Esse processo libera uma enorme quantidade de calor, que é irradiado para um circuito interno de água, denominado circuito primário. A água do circuito primário pode atingir temperatura acima de 300°C e não se transforma em vapor, pois nesse circuito a água está submetida a uma pressão muito alta devido a ação de um pressurizador.

Outro circuito de água, o circuito secundário, absorve parte do calor emitido pelo circuito principal sem que haja qualquer contato entre os líquidos. A água do circuito secundário é pressurizada e transformada em vapor, esse vapor, por sua vez, empurra uma turbina que move as pás de um gerador.

No interior do gerador, uma associação de ímãs e bobinas (fios condutores enrolados) produz a energia elétrica graças a um importante fenômeno físico conhecido como indução eletromagnética. Seja nas usinas nucleares, hidráulicas, termelétricas etc., a energia elétrica é produzida da mesma forma – a variação de um fluxo de campo magnético produz uma corrente elétrica, que é transmitida pelas fiações, chegando até nossas residências.

Em seguida, a água do circuito secundário passa por um condensador e volta para fase líquida, assim retorna ao gerador de vapor e o processo se repete. O condensador recebe água do mar ou de um rio, e, é denominado circuito terciário.



## Anotações

### AULA 2

## Onde a Energia Nuclear é Necessária?

#### HABILIDADE ESSENCIAL

- *Pesquisar e argumentar acerca do uso de energia nuclear no Brasil e no mundo.*

#### ORGANIZAÇÃO DA TURMA

- *Se possível, forme trios de estudantes para realizar esta atividade.*

#### MATERIAIS NECESSÁRIOS

- *Material do estudante, quadro, pincel.*

#### INICIANDO

Solicite que os(as) estudantes façam a leitura do texto constante no material do estudante; em seguida, instrua-os a fazer uma listagem com os fatores que eles acreditam tornar a instalação de usinas nucleares necessária, desejável, viável ou inviável. Confira alguns exemplos:

- *Potencial hídrico reduzido (poucos rios ou rios poucos volumosos);*
- *Demanda de grande quantidade de energia elétrica para atividade industrial;*
- *Baixa incidência de radiação solar;*
- *Potencial eólico reduzido, isolamento geográfico;*
- *Espaço físico reduzido etc.;*
- *Lixo nuclear;*
- *Proximidade do mar e de rios;*
- *Presença de espécies ameaçadas;*
- *Grande densidade populacional nas proximidades;*

- *Risco de acidentes naturais (tsunamis, terremotos);*
- *Desenvolvimento econômico.*

#### DESENVOLVENDO

Recolha as listas produzidas e analise-as rapidamente e, então, transcreva os critérios elencados pelos estudantes no quadro. Depois disso, leia-os com a turma e debata com os(as) estudantes sobre a relevância de cada um dos critérios para a instalação de uma planta nuclear em sua região. Estimule os(as) alunos a argumentarem, ressaltando os pontos positivos e negativos que sua região apresenta com relação aos critérios elencados.

#### FINALIZANDO

Finalize a aula solicitando que os(as) estudantes escrevam um pequeno texto resumindo aquilo que eles conseguiram aprender durante a aula. Instrua os estudantes a responderem à seguinte questão: Precisamos da energia nuclear? Explique. Essa etapa de conclusão do debate é de grande importância para exercitar a capacidade de síntese. Para tanto, é necessário que as conversas sejam momentaneamente cessadas e que os estudantes se concentrem na confecção de seu resumo sobre o debate.



## AULA 3

### Impactos Ambientais Envolvidos no Uso da Energia Nuclear

#### HABILIDADE ESSENCIAL

- *Pesquisar e argumentar acerca do uso de energia nuclear no Brasil e no mundo.*

#### ORGANIZAÇÃO DA TURMA

Professor(a), nesta aula os estudantes poderão permanecer em seus lugares convencionais, em filas paralelas. Após a exibição do vídeo, a turma será reorganizada de modo que as metades fiquem frente a frente.

#### MATERIAIS NECESSÁRIOS

- *Material do estudante, Datashow, notebook.*

#### INICIANDO

Professor(a), você poderá iniciar a aula exibindo um vídeo que trate das consequências do uso da energia nuclear para o meio ambiente. Para tanto, temos algumas sugestões:

- *Ciência Todo Dia: A crise do lixo nuclear.* <https://www.youtube.com/watch?v=YvwmzdoJPAg>
- *Minuto Energia: Energia nuclear no Brasil.* <https://www.youtube.com/watch?v=YvwmzdoJPAg>

## AULA 3

### Impactos Ambientais Envolvidos no Uso da Energia Nuclear

#### Objetivos de Aprendizagem

- *Avaliar os possíveis impactos ambientais envolvidos no uso da energia nuclear.*

#### A ENERGIA NUCLEAR É LIMPA?

A energia nuclear não é renovável como a energia eólica, solar e hidráulica, uma vez que os recursos utilizados nas usinas nucleares não se restabelecem na natureza. Apesar disso, a energia nuclear é considerada, por muitos, uma energia limpa, pois quase não ocorrem emissões de gases poluentes durante a geração de eletricidade pelas usinas nucleares.

Você já deve ter visto alguma imagem em que uma usina nuclear está posicionada ao lado de grandes chaminés que parecem liberar uma enorme quantidade de “gases”. O que essas chaminés emitem é, na verdade, vapor de água, sem qualquer contaminante radioativo. Perceba que todas as usinas nucleares são construídas próximas a mar e rios, e isso acontece em razão da necessidade de se resfriar o vapor d’água que move os geradores de eletricidade, conforme vimos na primeira aula dessa sequência.

Todo o vapor que as usinas nucleares produzem resulta do processo de condensação do vapor de água que circula pelo circuito secundário de água nas centrais nucleares. É nesse circuito que o vapor de água se expande, movimentando os reatores que produzem a energia elétrica.



Usina nuclear emitindo vapor d’água, localizada na Suíça. Crédito da imagem:

Nuclear Power Plant Cattenom, CC BY-SA 3.0 <[https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Nuclear\\_Power\\_Plant\\_Cattenom.jpg](https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Nuclear_Power_Plant_Cattenom.jpg)>, via Wikimedia Commons

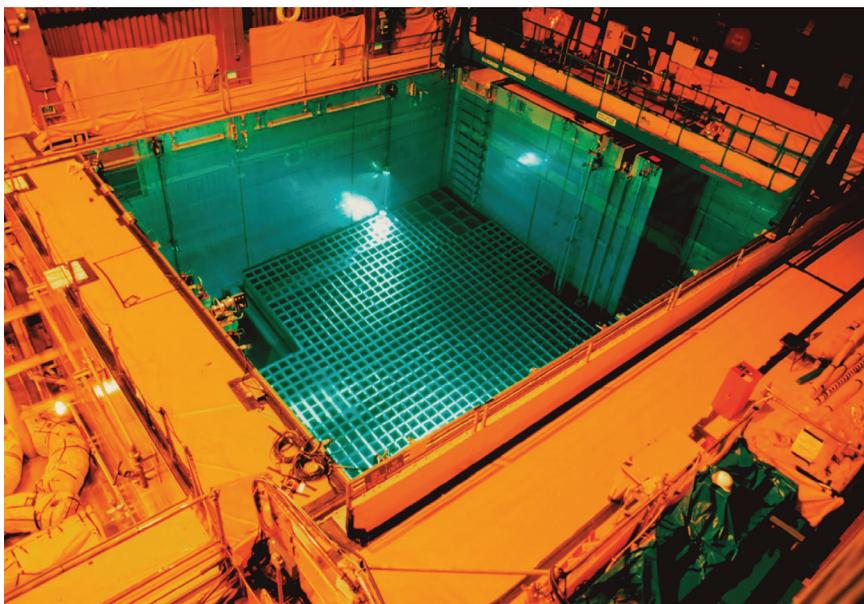
Caso os recursos tecnológicos não permitam a exibição das mídias sugeridas, solicite que os estudantes façam a leitura do texto da **Atividade 3**, presente no Caderno do Estudante.

Professor(a), os vídeos são somente sugestões, caso julgue necessário, você

pode escolher algum material em formato audiovisual que atenda melhor o perfil de seus estudantes.

Apesar de não emitir gases poluentes, as usinas nucleares produzem detritos, conhecidos como lixo nuclear. O lixo nuclear é composto dos produtos das reações nucleares, ou seja, uma enorme variedade de núcleos atômicos radioativos menores que os átomos originais, como os átomos de urânio-238, entre outros. Esse lixo pode levar milhares de anos até tornar-se seguro, e é por isso que o seu descarte não pode ser realizado de qualquer forma. Esse lixo ainda emite calor por isso é depositado em uma espécie de piscina em que a água é constantemente bombeada para evitar evaporação. Além disso, há quem defenda que o processo de enriquecimento do urânio, para ser usado como combustível na usina, também produz muita poluição, tornando a energia nuclear um pouco menos limpa do que imaginamos.

O processo de enriquecimento separa o urânio comum do radioativo e, para tanto, consome uma grande quantidade de energia elétrica, muitas vezes obtida por meio da queima de combustíveis fósseis, nas centrais termelétricas.



Crédito da imagem: [https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/e/e4/San\\_Onofre\\_Nuclear\\_Generating\\_Station\\_spent\\_fuel\\_pool%2C\\_2014.jpg](https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/e/e4/San_Onofre_Nuclear_Generating_Station_spent_fuel_pool%2C_2014.jpg)  
O lixo nuclear é depositado em grandes piscinas como na imagem. Depois de certo tempo, são colocados em barris e enterrados em locais protegidos.

O vídeo servirá como motivador para um debate a ser feito em sala de aula, no qual metade dos estudantes defenderá os benefícios ecológicos propiciados pelo uso da energia nuclear, enquanto a outra metade defenderá a não utilização dessa forma de energia, em virtude de seus malefícios.

Após a exibição do(s) vídeo(s), solicite que os(as) estudantes virem suas carteiras e que uma metade da sala fique voltada para a outra metade. O professor deverá selecionar, por meio de sorteio ou por afinidade, os estudantes que serão contra e os que serão a favor do uso da energia nuclear, face às

consequências ecológicas dela decorrentes.

## DESENVOLVENDO

O papel do professor durante o debate é o de mediador. Ele deverá passar a palavra aos grupos, que terão de organizar e defender seus argumentos durante um tempo definido pelo professor. Além disso, os estudantes deverão trabalhar sua capacidade de ouvir e responder; portanto, caso seja necessário, os grupos poderão perder ou ganhar pontos com base em seu nível de organização, ausência de interrupções, clareza de argumentos etc. Sugerimos que o debate seja guiado por questões como:

- *Alguma espécie seria afetada pela instalação de uma usina nuclear?*
- *A produção de lixo nuclear afetaria de algum modo a saúde das pessoas e demais seres vivos?*
- *O aquecimento da água causado pela energia nuclear traria consequências para a vida aquática?*
- *A presença de uma usina nuclear reduziria a emissão de gases estufa emitidos por usinas termelétricas da região?*

Durante o debate, o professor pode sugerir novas perguntas para guiar o debate, de modo que os(as) estudantes não fujam do assunto.

## FINALIZANDO

Professor(a), depois do debate acerca dos efeitos que a energia nuclear pode ter sobre o meio ambiente, faça um resumo retomando aquilo que foi discutido e ressaltando os pontos mais importantes. Aproveite para retomar também alguns dos conceitos trabalhados nas atividades anteriores, se achar necessário, transcreva essas informações no quadro para que os estudantes as registrem em seus cadernos, isso vai facilitar a retomada posterior de conteúdo.

## AULAS 4 e 5

### Como Funciona um Reator Nuclear?

#### Objetivos de Aprendizagem

- Compreender o funcionamento básico dos reatores e conhecer o combustível utilizado nas usinas nucleares, da sua obtenção ao refinamento.

#### COMO FUNCIONA UM REATOR NUCLEAR?

Os reatores nucleares são peças-chave no funcionamento de uma usina nuclear, afinal, é de lá que toda a energia é extraída. O principal combustível utilizado nas usinas nucleares é o urânio enriquecido.

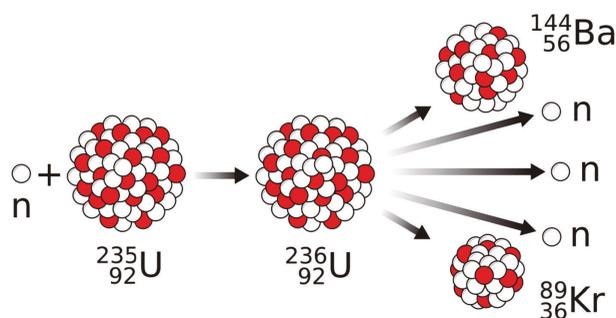
O urânio é extraído da natureza na forma de minério, no entanto, esse minério não está pronto para ser utilizado nas usinas nucleares, uma vez que, aproximadamente 0,7% de todo o urânio minerado vem na forma de urânio-235 (o restante é urânio-238), necessário para manter o processo de fissão nuclear. Por esse motivo, o urânio passa por um processo chamado enriquecimento. O processo consiste em uma separação dos isótopos mais leves por meio da centrifugação.

Cada usina funciona com uma certa porcentagem de urânio-235 que geralmente é de 3%, no caso das usinas nucleares que operam no Brasil (de acordo com a usina, os combustíveis podem variar). Esse material é encapsulado e colocado em hastas metálicas que são inseridas diretamente no núcleo do reator nuclear.

O processo de fissão nuclear precisa de um pontapé inicial que é feito a partir da emissão de nêutrons lentos, provenientes de alguma fonte natural de radiação, como os átomos de califórnio, césoio etc.

Esses nêutrons lentos, de baixa energia cinética, são absorvidos pelos núcleos dos átomos de urânio-235, que se transformam em átomos de urânio-236.

O urânio-236 é um isótopo do urânio-235, isso é, tem o mesmo número de prótons, porém, tem um nêutron a mais. A presença deste nêutron torna este isótopo instável, por isso, ele rapidamente se desintegra, formando átomos mais leves e liberando 3 nêutrons que, se absorvidos, podem dar início à outras três fissões nucleares.



Créditos de imagem: MikeRun, CC BY-SA 4.0 <<https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/>>, via Wikimedia Commons  
A figura mostra a reação que leva à fissão nuclear do urânio usado nas usinas nucleares

## Anotações

---

---

---

---

---

---

---

---



---

---

---

---

---

---

---

---







# Anotações

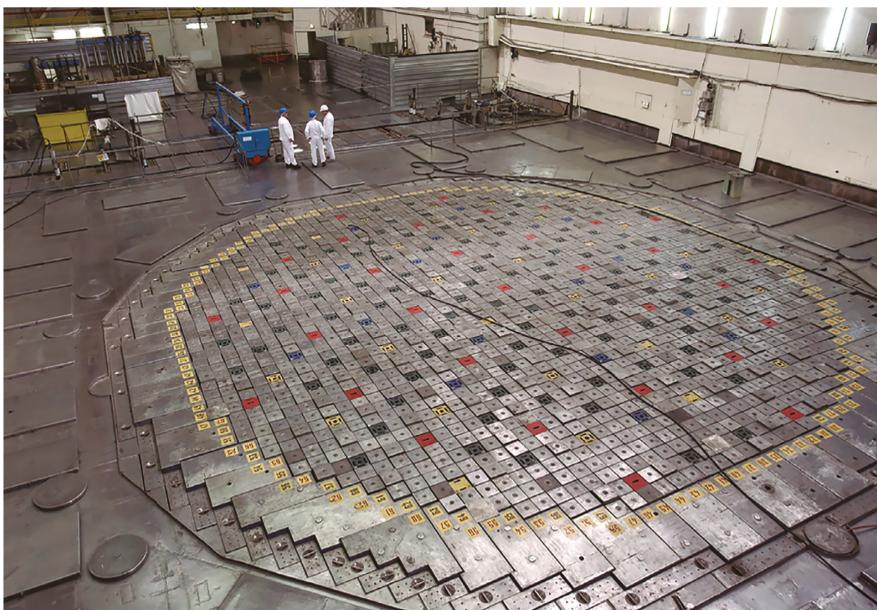
## 104 | FÍSICA

Os reatores nucleares emitem um brilho característico, chamado radiação Cherenkov. O efeito surge quando as partículas se movem mais rápido que a luz naquele meio.

O moderador é um meio que desacelera os nêutrons, fazendo com que eles sejam “capturados” pelos núcleos dos átomos mais facilmente, dando assim continuidade a um processo de fissão nuclear controlada. Uma vez que o processo de fissão nuclear se torna autossustentável, passamos a chamá-lo de crítico; quando ocorre o contrário, o processo de fissão que não se sustenta é chamado de subcrítico.

A maior parte dos reatores nucleares em operação atualmente utiliza a água como substância moderadora, no entanto, ainda existem reatores que são moderados por carbono, a tecnologia que era usada no reator da usina de Chernobyl, localizada na Ucrânia.

Uma vez que o processo de fissão é iniciado e se torna crítico, ele não é mais interrompido, e o reator passa a ser periodicamente abastecido com hastas carregadas de cápsulas de urânio enriquecido. Caso seja necessário reduzir a potência emitida pelo reator, os operadores podem inserir hastas carregadas com cápsulas de elementos que são bons em absorver nêutrons livres, como é o caso do elemento boro. Esses elementos que são capazes de capturar nêutrons livres reduzem a velocidade da reação nuclear.



Créditos de imagem: RIA Novosti archive, image #305011 / Alexey Danichev / CC-BY-SA 3.0, CC BY-SA 3.0 <<https://creativecommons.org/licenses/by-sa/3.0/>>, via Wikimedia Commons

Sala de um reator nuclear similar ao utilizado na usina de Chernobyl. As hastas de coloração vermelha e amarela são hastas de controle, as azuis, são emissoras de nêutrons lentos e as cinzas, são os tubos recheados de materiais radioativos.

Para segurança dos trabalhadores e da população que mora nas proximidades das usinas nucleares, os reatores são geralmente envolvidos em escudos de muitas toneladas, geralmente, de aço e concreto. Essa proteção é necessária por conta da enorme pressão exercida sobre a água presente no reator, que pode facilmente atingir 150 atm (1 atm é a pressão atmosférica da Terra ao nível do mar).







## Anotações

para que mantenham o foco na elaboração e apresentação dos argumentos de forma organizada.

Professor(a), a proposta do júri vai além da formulação de argumentos, uma vez que, durante a atividade, os(as) estudantes desenvolverão habilidades sociais de comunicação; portanto, não permita interrupções durante as falas de cada estudante.

### FINALIZANDO

O final do júri é marcado pelo momento em que todos os(as) estudantes (caso seja possível) tenham tido algum momento para expor argumentos ou respostas, nos momentos de réplica. Sendo assim, o júri já terá compilado os votos e deverá entregá-los ao(a) professor(a).

Depois de ter recebido os votos, confira as pontuações e informe para a turma qual é a decisão do júri sobre a instalação de uma central nuclear em sua cidade.

### REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- *O uso do júri simulado como metodologia de ensino ativa*. Nova Escola. Disponível em: <https://novaescola.org.br/conteudo/18041/o-uso-de-juri-simulado-como-metodologia-de-ensino-ativa>. Acesso em: 1 fev. 2021.
- GOLDEMBERG, José. *Energia nuclear para o Brasil: opção ou necessidade?* São Paulo, 2012.
- SÃO PAULO (ESTADO). *Currículo Paulista*. São Paulo: SEE, 2019. Disponível em: [http://www.escoladeformacao.sp.gov.br/portais/Portals/84/docs/pdf/curriculo\\_paulista\\_26\\_07\\_2019.pdf](http://www.escoladeformacao.sp.gov.br/portais/Portals/84/docs/pdf/curriculo_paulista_26_07_2019.pdf). Acesso em: 24 jan. 2021.
- SÃO PAULO (ESTADO). *Secretaria da Educação. SP Faz Escola – Ciências da Natureza, Caderno do Aluno, 3ª Série Ensino Médio, Volume 3*. São Paulo: SEE, 2019.



**FÍSICA**  
4º Bimestre





FÍSICA  
SEQUÊNCIA DE ATIVIDADES 4



## 3ª SÉRIE - SEQUÊNCIA DE ATIVIDADES 4

### OLÁ, PROFESSOR(A)!

Elaboramos esta Sequência de Atividades tendo como fundamento o desenvolvimento das habilidades essenciais propostas para o 4º bimestre da 3ª série do Ensino Médio :

- Reconhecer os principais modelos explicativos dos fundamentos da matéria ao longo da história, dos átomos da Grécia Clássica aos quarks.

A escolha das habilidades também considera a retomada e o aprofundamento das aprendizagens dos anos finais do Ensino Fundamental e séries anteriores do Ensino Médio, visando a melhorar a aprendizagem dos(as) estudantes. Assim, serão elencadas as seguintes habilidades-suporte:

- **2ª série EM:** Reconhecer o atual modelo científico utilizado para explicar a natureza da luz (4º bimestre).
- **H43 (SARESP):** Confrontar diferentes modelos atômicos e/ou concepções de constituição da matéria ao longo da história, analisando seus limites e desdobramentos.
- **(EM13CNT209) Currículo Paulista:** Analisar a evolução estelar associando-a aos modelos de origem e distribuição dos elementos químicos no Universo, compreendendo suas relações com as condições necessárias ao surgimento de sistemas solares e planetários, suas estruturas e composições e as possibilidades de existência de vida, utilizando representações e simulações, com ou sem o uso de dispositivos e aplicativos digitais (como *softwares* de simulação e de realidade virtual, entre outros).

Sempre que possível, as atividades práticas devem ser adaptadas à realidade de cada turma e do ambiente escolar e os procedimentos que exigirem mais cuidados devem ser realizados pelo(a) professor(a).

Esta Sequência Didática é organizada em dois temas:

AULA/TEMPO	ATIVIDADE
1ª e 2ª aulas/90 min.	O conceito de átomo e os diferentes modelos atômicos.
3ª, 4ª, 5ª e 6ª aulas/180 min.	O modelo padrão de partículas elementares.

Professor(a), esperamos que este material venha a enriquecer ainda mais suas aulas.

Bom trabalho!

## AULAS 1 E 2 – O CONCEITO DE ÁTOMO E OS DIFERENTES MODELOS ATÔMICOS

### HABILIDADE

Reconhecer os principais modelos explicativos dos fundamentos da matéria ao longo da história, dos átomos da Grécia Clássica aos quarks.

### ORGANIZAÇÃO DA TURMA

Para a realização das **Atividades 1 e 2**, organize os estudantes em duplas ou trios.

### MATERIAIS NECESSÁRIOS

Material do(a) estudante e computadores ou telefones celulares com conexão à internet.

### INICIANDO

Professor(a), apresente aos estudantes o objetivo de aprendizagem das Aulas 1 e 2. Na Aula 1, haverá a retomada e o debate sobre o conceito de átomo e os diferentes modelos atômicos desenvolvidos pela ciência e por pensadores anteriores ou contemporâneos ao surgimento da Física Moderna. Inicie a aula questionando os estudantes sobre o que compõe todas as coisas e resgatando diferentes respostas dadas a essa pergunta ao longo dos anos. Para esse momento, sugerimos a retomada do debate realizado no material *São Paulo Faz Escola de Ciências da Natureza, Ensino Médio, 3ª série, 4º bimestre, Tema 3*. Destaque a existência, em especial na Grécia Antiga, de teorias que não envolviam a ideia de átomo ou de uma partícula indivisível ou microscópica constituinte de todos os corpos, mostrando que essa concepção não é óbvia ou única. Um exemplo dessas teorias é a teoria dos quatro elementos, desenvolvida por Empédocles, por volta do século V a.C, e retomada por Aristóteles, segundo a qual tudo que existe no universo é formado por quatro elementos principais: terra, fogo, água e ar. Explique que a Sequência de Atividades será sobre a evolução dos modelos atômicos.

Para mais informações sobre a teoria dos quatro elementos e outras teorias anteriores ao conceito de átomo, sugerimos as seções 2 e 3 do material Ciências da Natureza e suas Tecnologias – Química, disponível em <http://projetoeduc.cecierj.edu.br/eja/recurso-multimedia-professor/quimica/novaeja/m1u11/Volume%201-Modulo%202-Quimica-Unidade%2011.pdf> e o texto Uma didática história da química, de Antonio Buonfiglio, disponível em <https://www.comciencia.br/comciencia/handler.php?section=8&edicao=68&tipo=resenha&print=true>.

### DESENVOLVENDO

Após esse debate inicial, oriente os estudantes na realização da Atividade 1. Explique que, nela, eles retomarão algumas explicações construídas ao longo da história para a constituição da matéria e, sobretudo, os principais modelos atômicos elaborados até hoje. Esta atividade contém sete temas, que será abordado por grupos de estudantes com até 4 integrantes. Para evitar sobreposições das pesquisas realizadas, é interessante que cada tema fique sob responsabilidade de um único grupo, o que pode demandar que eles tenham um número maior de estudantes. Também é possível, se necessário, que um mesmo tema seja abordado por dois grupos. Feita a divisão de grupos e tópicos, destaque que eles devem, primeiramente, levantar os conhecimentos que eles já possuem sobre o tema e, então, proceder uma rápida pesquisa, utilizando páginas na internet e outros materiais que estiverem disponíveis. Nesse sentido, é interessante disponibilizar, nessa aula, alguns livros e revistas que possam ser consultados em sala, incluindo o livro didático adotado. Destaque aos estudantes que, devido ao tempo limitado tanto para a pesquisa quanto para a apresentação dela à turma, é importante que, em ambos os momentos, eles mantenham o foco no tema e nas informações mais importantes. Estimule-os também a analisar as informações levantadas, os modelos e experiências, a partir dos conhecimentos de Física que possuem e que foram desenvolvidos nos bimestres e anos anteriores. Enquanto eles trabalham, caminhe pela sala, tirando dúvidas que surgirem, deixando algumas delas em aberto, se julgar interessante, para que sejam discutidas durante a apresentação, e fazendo as intervenções necessárias. Por fim, organize a exposição dos grupos. Conforme o tempo disponível, elas podem ser feitas de maneira mais formal ou informal. Em ambos os casos, é interessante que os estudantes possam

## AULAS 1 E 2 – O CONCEITO DE ÁTOMO E OS DIFERENTES MODELOS ATÔMICOS.

### Objetivo de aprendizagem

- Conhecer e compreender diferentes modelos atômicos, sua evolução histórica e suas formas experimentais de investigação, assim como os modelos atômicos clássicos.

1. Nessa atividade, vocês realizarão um levantamento e debate sobre diferentes modelos atômicos e teorias da constituição da matéria elaboradas até hoje. Para isso, dividam-se em grupos de até 4 estudantes. Cada grupo ficará responsável por lembrar, pesquisar, sistematizar e apresentar para a turma um modelo ou tipo de teoria específico. Utilizando seus conhecimentos prévios, assim como pesquisas rápidas feitas na internet e em livros disponíveis em sala, levantem as informações mais importantes sobre o modelo/teoria escolhida pelo seu grupo, assim como uma rápida contextualização histórica (quando ele foi proposto, cientista ou pensador responsável, experimentos relacionados, e outros elementos que julgarem interessantes). Procurem também, quando for o caso, analisar o modelo em questão utilizando seus conhecimentos de pesquisa. A seguir, apresentamos as teorias/modelos a serem considerados, assim como alguns materiais que podem auxiliá-los.

- a. Uma teoria não atômica para a constituição da matéria: a teoria dos quatro elementos (Empédocles/Aristóteles)

[https://www.youtube.com/watch?v=\\_qYYXd7sUBg](https://www.youtube.com/watch?v=_qYYXd7sUBg)

<https://www.youtube.com/watch?v=hq1i0cQPRB8>

- b. A teoria atômica de Demócrito e Leucipo

<https://www.youtube.com/watch?v=vnwOoNICnN0>

- c. O modelo atômico de Dalton e o modelo atômico de Thompson

<https://www.youtube.com/watch?v=Ykih1Qp2MZw&t=499s>

- d. O modelo atômico de Rutherford

<https://www.youtube.com/watch?v=VPJljeaalFc>

- e. O modelo atômico de Bohr

[https://www.youtube.com/watch?v=\\_GPrqg-NzCg](https://www.youtube.com/watch?v=_GPrqg-NzCg)



utilizar a lousa, elaborar cartazes, ou, no caso de aula virtual, compartilhar imagens úteis à exposição do tema abordado. Durante as apresentações, faça as correções e apontamentos que julgar necessários, e levante questões pertinentes à evolução dos modelos atômicos, destacando, sobretudo, os elementos que levaram à substituição de cada um dos modelos pelo que foi adotado na sequência. Destaque, também, o papel fundamental da observação empírica e dos experimentos, nesse processo de evolução, a partir do modelo de Thomsom, sempre lembrando que, ainda que de maneira mais intuitiva, também os que vieram antes dele elaboravam teorias buscando explicar o que observavam, de maneira menos sistemática. Esse debate pode ser ex-

plorado de forma a abordar o desenvolvimento do conhecimento humano, o surgimento da ciência moderna e suas práticas. É fundamental também que, a partir das exposições e dos debates por elas suscitados, os estudantes compreendam os principais elementos envolvidos em cada teoria, e como elas evoluíram até chegar à concepção que temos hoje do átomo. Com relação ao último tema, “O átomo quântico”, é importante lembrar que a sua compreensão envolve diversos conhecimentos, conceitos e mesmo concepções que fogem ao escopo dessa atividade. Assim, não é necessário esgotar o tema, mas apenas pontuar os principais elementos nele envolvidos, e apresentar um pouco das diferentes contribuições da mecânica quântica à visão atual de átomo e, eventualmente, do mundo em que vivemos.

Por fim, se julgar necessário, após as apresentações, faça uma retomada delas, destacando os pontos citados acima e outros que julgar relevantes. Você pode também solicitar que eles elaborem, no momento final da aula ou em casa (para ser entregue na aula seguinte), individualmente ou em duplas, um mapa conceitual ou mental sobre a evolução dos modelos atômicos, atividade que permitirá ao estudante sintetizar os

conhecimentos retomados e desenvolvidos na atividade.

Na Aula 2, os estudantes realizarão a atividade de mesmo número. Para isso, eles devem ser orientados a explorar um simulador da experiência realizada por Rutherford, disponível em [https://phet.colorado.edu/pt\\_BR/simulations/filter?subject=physics&type=html&sort=alpha&view=grid](https://phet.colorado.edu/pt_BR/simulations/filter?subject=physics&type=html&sort=alpha&view=grid). Os principais objetivos da **Atividade 2** são destacar o aspecto experimental da Física e levar os estudantes a refletir sobre a constituição do átomo e os conceitos de eletromagnetismo nela envolvidos, além dos efeitos que essa distribuição pode ter sobre o átomo. É importante que eles evitem “pular” etapas e respondam atentamente a cada um dos itens sugeridos, retomando, assim, seus conhecimentos prévios de eletromagnetismo. Caso não seja possível realizar a atividade com o simulador, você pode solicitar que os estudantes respondam apenas item b e mostrar para eles, em caráter demonstrativo somente, o resultado obtido com o simulador, debatendo-o com o grupo.

### FINALIZANDO

Ao final da Aula 2, retome as discussões realizadas e tire dúvidas. Faça um registro na lousa das principais características dos modelos atômicos estudados, e como eles evoluí-

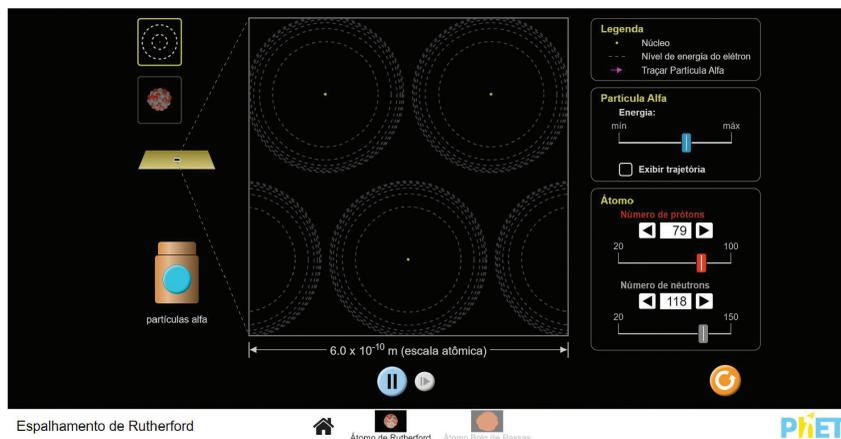
- f. O modelo atômico quântico.

<https://www.youtube.com/watch?v=h8zz4cRb9Ys> (após min 6)

Após o levantamento de informações, elabore uma apresentação sucinta, que será feita para o restante da turma. Se desejarem, vocês podem elaborar um cartaz para auxiliar nessa apresentação.

2. Nesta atividade você e seus colegas trabalharão diretamente com as evidências experimentais que motivaram a elaboração do modelo atômico de Rutherford. Para isso, utilizarão seus conhecimentos e o simulador do Espalhamento Rutherford, disponível em: [https://phet.colorado.edu/pt\\_BR/simulation/rutherford-scattering](https://phet.colorado.edu/pt_BR/simulation/rutherford-scattering). Junto com um colega seu, siga os passos propostos a seguir!

- a. Na figura abaixo, vemos uma das possíveis configurações apresentadas no simulador. A partir do que você e seus colegas aprenderam sobre o átomo e o espalhamento Rutherford, identifique os elementos nela presentes.



- b. Agora, com base em seu conhecimento de Física, em especial de eletricidade – e considerando os modelos atômicos de Thomson e Rutherford –, preveja o que seria observado na experiência de Rutherford nos casos:

1. Em que as cargas elétricas positiva e negativa são distribuídas pelo átomo de forma homogênea, como proposto no modelo de Thomson;

No caso de uma distribuição homogênea da carga positiva e de cargas negativas pelo interior do átomo, as partículas alfa ou atravessariam o átomo sem sofrer deflexão, pois estariam atravessando regiões neutras eletricamente, ou sofreriam pequenos desvios por conta de uma leve preponderância, na região atravessada, de cargas negativas ou positivas.

ram com o tempo. Destaque também o papel crescente das evidências experimentais nessas transformações. Retome, ainda, o modelo atômico de Bohr, abordado na **Atividade 1**, lembrando que ele fez parte do surgimento da Mecânica Quântica, que revolucionou a nossa visão sobre a matéria e o mundo em que vivemos. Explique que esse cientista, seu modelo e a Mecânica Quântica contribuíram para o desenvolvimento da Física Moderna, assim como para a descoberta de partículas elementares, que serão estudadas nas próximas aulas.



**CONVERSANDO  
COM O  
PROFESSOR**

À esquerda da figura, vemos representada a fonte do feixe de partículas alfa e a lâmina sobre a qual incidirá o feixe. A ampliação de uma pequena região da placa permite ver, na região central da figura, a representação dos átomos de ouro. Note também que, no canto superior esquerdo, é possível escolher a forma de visualização desses átomos. Já à direita da figura, vemos a legenda. São apresentadas também algumas grandezas que podem ser alteradas pelo usuário: a energia/velocidade partículas alfa, o número de prótons e o número de nêutrons. É possível ajustá-las para reproduzir o experimento de Rutherford – lembrando que, para o átomo de ouro, temos  $Z = 79$ ,  $A = 197$  – ou para simular átomos de outros elementos. É possível, também, optar pela representação ou não das trajetórias das partículas alfa. No centro da região inferior da figura, podemos “ligar” e “desligar” o simulador e optar pela simulação considerando os modelos atômicos de Rutherford e Thomson. Em cada um dos casos, o comportamento simulado pelo programa levará em conta o modelo escolhido.

Professor(a), o objetivo desta questão não é só retomar o conhecimento do(a) estudante sobre o espalhamento Rutherford e promover a compreensão do aparato experimental utilizado, mas também iniciar a sua familiarização com o simulador. Assim, explore cada elemento da figura, garantindo que os estudantes compreendam o que ele representa. Destaque as opções apresentadas pelo simulador, debatendo com eles como podem manejá-las e qual o significado físico das variáveis envolvidas. Você também pode sugerir que os estudantes apontem semelhanças e diferenças do aparato representado com o experimento original de Rutherford, como a presença, no aparato, da chapa detectora fluorescente e o uso de polônio como fonte de partículas alfa, o que não é especificado no simulador. Além disso, o simulador apresenta a possibilidade de variar a constituição da lâmina.



II. Em que a carga elétrica positiva do átomo está localizada no seu núcleo e a negativa, na eletrosfera ao seu redor, como proposto por Rutherford.

**No caso da distribuição de cargas propostas por Rutherford, haveria maior variação no comportamento das partículas alfa e, sobretudo, maiores deflexões, ou mesmo retrações de algumas partículas, pois a partícula alfa seria repelida por possuir carga elétrica positiva, assim como o núcleo do átomo. Ao atravessar a eletrosfera, essas partículas sofreriam uma intensa atração elétrica, já que a eletrosfera é a região onde se encontram os elétrons (cargas negativas).**

c. Utilizando o simulador sugerido, faça uma simulação do experimento realizado por Rutherford. Antes disso, pratique com o simulador para aprender a manuseá-lo e compreender o significado de cada opção apresentada. Se surgirem dúvidas, procure elucidá-las com o(a) professor(a) antes de fazer as observações finais. Após realizá-las, considerando ambos os modelos atômicos, responda:

I. Qual é o comportamento observado para as partículas alfa nos modelos atômicos de Rutherford e Thomson?

**No modelo de Thomson, não há deflexão das partículas, ou seja, elas atravessam o átomo em trajetórias retilíneas ou aproximadamente retilíneas. No modelo de Rutherford, parte das partículas sofrem desvios em maior ou menor grau; outra parte sofre colisões com os núcleos atômicos e não consegue atravessar a placa.**

II. Qual variação no comportamento é observada quando aumentamos ou diminuimos a energia do feixe? Por que isso ocorre?

**Ao aumentarmos ou diminuirmos a energia do feixe, a deflexão das partículas alfa diminui ou aumenta, pois partículas mais energéticas possuem maior velocidade. Assim, ao passarem próximo ao núcleo do átomo, elas sentem a força de repulsão gerada pelos prótons por menos tempo do que as partículas com velocidade mais baixa, sofrendo menor desvio.**

## AULAS 3, 4, 5 E 6 – O MODELO PADRÃO DE PARTÍCULAS ELEMENTARES

### HABILIDADE

Reconhecer os principais modelos explicativos dos fundamentos da matéria ao longo da história, dos átomos da Grécia Clássica aos quarks.

### ORGANIZAÇÃO DA TURMA

Para a realização das atividades propostas nestas aulas, os estudantes podem ser organizados em duplas ou trios.

### MATERIAIS NECESSÁRIOS

Material do(a) estudante, e computador ou celular conectado à internet.

### INICIANDO

Inicie a Aula 3 retomando com os estudantes a trajetória conceitual que fizeram até aqui. Destaque o fato de que o átomo, antes pensado como a menor partícula, se revelou composto de partículas menores, denominadas de partículas subatômicas.

Explique que o surgimento da Física Moderna no início do século XX e o desenvolvimento de experimentos e equipamentos cada vez mais potentes possibilitaram detectar e identificar um número muito grande de partículas subatômicas, de forças e fenômenos até então desconhecidos. Esse processo, por sua vez, levou ao surgimento da Física de Partículas, que culminou no chamado Modelo Padrão de Partículas Elementares, sobre o qual os estudantes aprenderão um pouco nas próximas aulas.

III. Retome a resposta que você e seus colegas deram na letra "a" da Atividade 2 e a comparem com a resposta dada ao item II, letra "b", do mesmo exercício. Elas são semelhantes ou diferentes? Discutam. A partir dessa comparação e do que foi de fato observado por Rutherford, procurem explicar como o comportamento observado motivou e impulsionou o modelo atômico dele.

Rutherford observou comportamentos variados entre as partículas alfa. Algumas atravessavam a placa sem sofrer deflexões, algumas retornavam e outras atravessavam sofrendo deflexões, maiores ou menores. Essas observações o levaram a inferir que, diferente do que propunha Thomson, o átomo era composto por duas regiões distintas: uma região central, densa, denominada de núcleo composto por cargas positivas (prótons); e uma região denominada de eletrosfera, composta por cargas negativas (elétrons) que giravam em torno desse núcleo.

## AULAS 3, 4, 5 E 6 – O MODELO PADRÃO DE PARTÍCULAS ELEMENTARES

### Objetivo de aprendizagem

- Identificar os elementos básicos do modelo padrão de partículas elementares e o papel dos aceleradores de partículas na física moderna.

Nas últimas aulas, você e seus colegas retomaram as diferentes respostas dadas pela Física à pergunta: "Do que é feita a matéria?". Nestas aulas, vocês aprenderão um pouco mais sobre a resposta dada hoje pela ciência a essa questão. Longe de esgotar o tema, a ideia é propiciar uma compreensão geral, mas ampla, do que chamamos Modelo Padrão das Partículas Elementares. Para isso, assista ao vídeo *Licenciatura em Ciências: Partículas Elementares*, publicado pelo canal UNIVESP <https://www.youtube.com/watch?v=bpK4bDAm58s>.

A seguir, forme grupos de dois a três estudantes, debata o vídeo e responda às perguntas sugeridas. Se necessário, utilize o texto a seguir de forma auxiliar. Procure compartilhar com o grupo o que você compreendeu do tema apresentado, além de trocar dúvidas e impressões e registrar perguntas a serem feitas para o(a) professor(a).

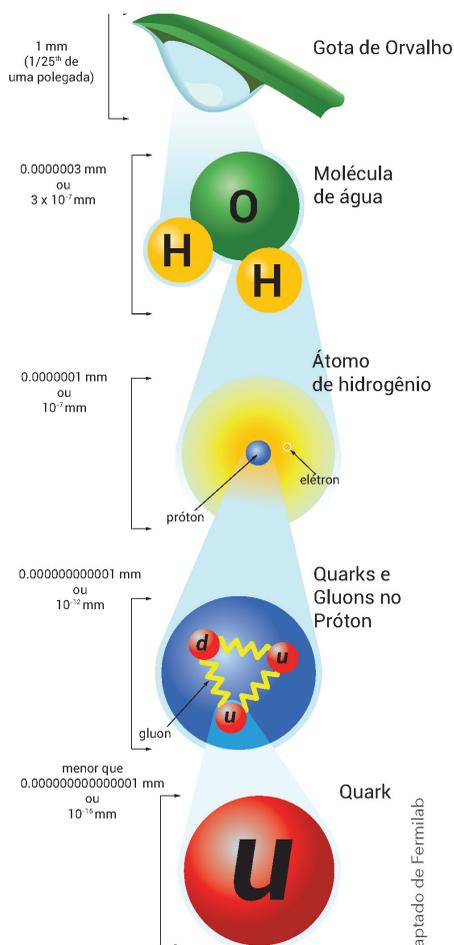
### Afinal, do que é feito tudo que existe?

Como vimos, a ideia de átomo surgiu a partir do intento humano em responder à pergunta: "Do que é feita a matéria?". Se, inicialmente, ele era visto como uma partícula fundamental e indivisível, aos poucos foi-se descobrindo que era composto de outras partículas: prótons, nêutrons e elétrons. Já na segunda metade do século XX, em 1964, o físico Murray Gell-Mann propôs que os prótons e nêutrons seriam compostos de uma terceira partícula: o quark, detectado experimentalmente em 1968. Aos poucos, mais partículas foram descobertas, e hoje temos o Modelo Padrão de Partículas Elementares, nome dado ao conjunto de teorias físicas que apresenta as partículas existentes na natureza, as forças por meio das quais elas interagem entre si e os fenômenos que decorrem dessas interações. Segundo esse modelo, existem 17 partículas elementares na natureza, distribuídas em dois grupos: férmions e bósons.

### DESENVOLVENDO

Após a retomada dos conceitos estudados até aqui, proponha a realização, em duplas ou trios, da Atividade 1. Nela, os(as) estudantes assistirão a um vídeo, discutirão os conceitos propostos nele e, em seguida, responderão à pergunta sobre a composição da matéria. Será apresentado também um texto, que poderá ser usado de maneira auxiliar ou como substituto ao vídeo, caso não seja possível sua exibição. Por fim, sugerimos a divulgação, para a turma, do aplicativo "As partículas", que pode ser facilmente instalado em computadores e telefones celulares (<https://sprace.org.br/index.php/sprace-lanca-as-particulas-aplicativo-educacional-sobre-fisica-de-particulas/>).

Os férmions estão associados à composição da matéria e se dividem em dois grupos: quarks e léptons, cujos exemplos mais conhecidos são o elétron e o neutrino. Enquanto os quarks são responsáveis pela constituição das partículas de matéria mais massivas e dos núcleos atômicos (nêutrons e prótons), os léptons são menos massivos.



Fonte: Adaptado de Fermilab

**Figura 1:** A matéria ao nosso redor é formada por partículas e estruturas com diferentes escalas de tamanho.

Tanto os férmions e as partículas por eles formadas como os prótons e os nêutrons podem interagir entre si através de quatro tipos de interação (ou forças) fundamentais: a força gravitacional e a força eletromagnética, que você já conhece bem; a força nuclear forte, responsável pela atração entre quarks e pela constituição dos prótons, nêutrons e do núcleo atômico; e a força fraca, responsável, por exemplo, pelo decaimento beta. A cada uma dessas interações está associada uma partícula distinta a essas partículas, que chamamos de bósons, de forma que sempre que dois férmions interagem através de determinada força, eles estão trocando bósons entre si. O bóson associado à força eletromagnética, por exemplo, é o fóton, que não possui massa. Já o bóson associado à força forte, que age entre quarks e é sempre atrativa, é o glúon. Ou seja, quarks, prótons e nêutrons permanecem juntos no núcleo atômico porque trocam glúons entre si e, assim, contrabalançam a repulsão eletromagnética que existe entre prótons. A força fraca, por sua vez, atua através da troca de bósons Z e W. E a força gravitacional, está associada a qual bóson? Como você pode ter lido ou ouvido, ela está associada ao gráviton, partícula mediadora do campo gravitacional que foi detectada recentemente. No entanto, o gráviton ainda não foi integrado de maneira completa ou satisfatória ao modelo padrão das partículas elementares. Essa integração é uma das questões em aberto na Física atual.

Na figura a seguir, bastante representativa do modelo padrão de partículas elementares, todas essas partículas são classificadas e têm suas principais características apresentadas, como massa e carga.

Fonte Texto: Elaborado para fins didáticos

governos a investirem nessas empreitadas. Essa é uma boa oportunidade para discutir as relações entre produção científica e sociedade, podendo ser citados outros exemplos nos quais interesses econômicos, políticos, médicos, entre outros, estimularam e foram influenciados pela produção científica, como os avanços na física nuclear, as aplicações da física na medicina, a corrida espacial, a relação entre o desenvolvimento das máquinas térmicas e da termodinâmica, o transistor etc. Por fim, destaque a participação brasileira em parte deles, ainda que em menor escala, e o uso coletivo de seus resultados. É importante mostrar como a ciência é algo vivo, que está sendo feito constantemente, muitas vezes em lugares nem tão distantes como se imagina.

Ao final do debate sobre os aceleradores, retome os principais elementos do Modelo Padrão de Partículas Elementares discutidos nestas aulas e sua relação com as pesquisas atuais e os aceleradores de partículas em atividade. Para a preparação da atividade, a pesquisa e a eventual exibição aos estudantes, sugerimos os seguintes vídeos:

O(a) professor(a) pode utilizá-lo como ferramenta auxiliar ao vídeo durante a realização da atividade ou sugerir sua exploração pelos estudantes em casa.

Após a compreensão da importância desses aceleradores para a ciência, aborde as questões práticas, tecnológicas, econômicas e até mesmo geopolíticas envolvidas na construção e realização desses experimentos. É provável que surjam questionamentos sobre os gastos envolvidos neles. Permita e estimule que os estudantes se manifestem a esse respeito, pontuando e levantando os interesses tecnológicos e econômicos envolvidos na realização desse tipo de experimento. É interessante citar inovações tecnológicas que foram desenvolvidas nesse contexto, como um dos estímulos dos

- *Maior acelerador do mundo vai em busca de uma nova física*, reportagem de Luiza Caires publicada no Canal USP, disponível em [https://www.youtube.com/watch?v=NSe4\\_0378J4](https://www.youtube.com/watch?v=NSe4_0378J4)
- *[Você Sabia?] - Acelerador de partículas*, reportagem de Marcella Affonso publicada no canal TV USP, disponível em [https://www.youtube.com/watch?v=NSe4\\_0378J4](https://www.youtube.com/watch?v=NSe4_0378J4).

- *Visitamos o acelerador de partículas brasileiro no LNL [CT Entrevista]*, de Igor Lopes, publicado no Canaltech, disponível em [https://www.youtube.com/watch?v=S\\_cx-96fFFss](https://www.youtube.com/watch?v=S_cx-96fFFss). (até o minuto 5 ou 7, conforme o tempo disponível).

Se preferir, selecione trechos dos vídeos que julgar mais interessantes. Além de proporcionar o conhecimento sobre o funcionamento desses aceleradores, eles mostram o envolvimento de pesquisadores brasileiros nos projetos realizados nessas máquinas, aproximando a produção científica dos estudantes.

Inicie a Aula 5 retomando o que foi debatido nas aulas anteriores, sobretudo nas Aulas 3 e 4, aprofundando um pouco mais os temas abordados, ressaltando pontos relevantes e tirando dúvidas. Após esse debate, proponha a realização da **Atividade 3**. Explique aos estu-



Fonte: [https://www.google.com/url?q=https://propg.ufabc.edu.br/mnpef-sites/neutrinos/index.php/situando-modelo-padrao/&sa=D&source=editors&ust=1630252924304000&usq=AFQjCNGPoJyC1vWU5BsqZCww2ukg\\_krPA](https://www.google.com/url?q=https://propg.ufabc.edu.br/mnpef-sites/neutrinos/index.php/situando-modelo-padrao/&sa=D&source=editors&ust=1630252924304000&usq=AFQjCNGPoJyC1vWU5BsqZCww2ukg_krPA)

**1. Discuta com seus colegas e responda às questões a seguir:**

- a. Quais são as partículas constituintes de prótons e nêutrons?

**As partículas constituintes de prótons e nêutrons são os quarks.**

---



---



---



---

- b. Se os prótons possuem cargas elétricas positivas, por que permanecem unidos no núcleo atômico?

**Os prótons permanecem unidos devido à ação da força nuclear forte, que é sempre atrativa e age entre os quarks.**

---



---



---



---

dantes o que é um mapa conceitual e um mapa mental, apontando semelhanças e diferenças entre eles. Para compreender melhor as diferenças, você pode assistir ao vídeo *Mapa Mental x Mapa Conceitual: Qual a diferença e como fazer cada um deles?*, publicado pelo canal Eu Adoro Ciência!, disponível no link: [https://www.youtube.com/watch?v=ftt8bh0l\\_ZM](https://www.youtube.com/watch?v=ftt8bh0l_ZM).

Destaque aos estudantes que, antes de iniciar a elaboração, eles devem optar por um dos tipos de mapa. Enquanto trabalham, caminhe pela sala, tirando dúvidas e fazendo as intervenções que julgar necessárias. Para além do mapa em si, é importante que a turma aproveite sua elaboração para retomar e sistematizar conhecimentos e

detectar dúvidas. Ao final da aula, peça que alguns estudantes compartilhem os mapas elaborados e faça as correções ou pontue os elementos incorretos ou faltantes.

### FINALIZANDO

Ao final da Aula 5, para concluir o debate sobre a constituição da matéria, proponha a realização da Atividade 4 em casa. Organize grupos com até seis estudantes para que possam compartilhar ideias e dividir o trabalho, além de garantir que a comunicação ocorra de forma adequada e que a possibilidade de eles não participem do trabalho seja minimizada. Estimule-os a utilizar a criatividade com relação à forma/mídia escolhida para divulgação, e fique atento para que a mídia escolhida esteja acessível. É importante lembrar que, caso não estejam disponíveis aparelhos de mídia ou eletrônicos, bons projetos podem ser realizados com cartazes ou painéis. Procure garantir, também, que os estudantes retomem os conhecimentos discutidos ao longo das aulas, realizem as pesquisas adicionais que julgarem necessárias para obter informações faltantes, aprofundem-se em temas que não foram citados e incrementem o material. Como o título da atividade sugere, é interessante motivar a reflexão e pesquisa sobre as diferentes escalas envolvidas nos elementos constituintes da matéria: moléculas, átomos, partículas elementares. Utilize a Aula 6 para a exposição dos materiais produzidos, organizando-a conforme a mídia escolhida pelos diferentes grupos. A partir das exposições, retome os pontos sobre os quais surgiram dúvidas, elucide-as e, se julgar pertinente, traga para a sala temas adicionais que os estudantes pesquisaram e inseriram no projeto. Se desejar, amplie o projeto, propondo sua realização coletiva pela turma, com o objetivo de expô-lo a um público maior. Nesse caso, é importante coordenar a atividade do grupo, o que poderá ser feito na Aula 6, visto que a exposição deverá acontecer em outro momento, externo à turma, e para um público maior.



### CONVERSANDO COM O PROFESSOR

Um acelerador de partículas é uma máquina capaz de acelerá-las a velocidades altíssimas, aumentando, assim, sua energia cinética. Na maioria dos casos, como no do LHC, após esse processo, elas são levadas a colidir com outras partículas ou objetos, como um cilindro de berílio. A partir da radiação e das partículas emitidas nesse choque, é possível fazer inferências sobre as propriedades da matéria – como a composição das partículas que colidiram e as forças que atuam entre elas – e dos objetos atingidos, assim como detectar novas partículas e processos gerados na colisão. Também existem casos em que não há colisão, e utiliza-se a radiação emitida pelas partículas aceleradas para estudar as propriedades dessas partículas ou dos objetos expostos a esse feixe de radiação, como uma proteína com dimensões atômicas. É o caso do Sirius, acelerador localizado em Campinas.

No caso de aceleradores como o Síncrotron, a aceleração de partículas a energias cada vez maiores permite gerar radiação com energias também maiores. Já no caso dos aceleradores que geram colisão, a aceleração do feixe até altas velocidades e energias permite criar choques violentos o suficiente para gerar o espalhamento e a criação de uma variedade maior de partículas. Assim, podemos observar uma gama maior delas, além de diversos fenômenos que necessitam altas velocidades para ocorrer. Um exemplo de fácil compreensão são os casos nos quais a reação em questão envolve a aproximação entre duas ou mais partículas que se repelem. Nesse caso, para que a reação ocorra, é necessário que a velocidade das partículas seja alta o suficiente para superar a força de repulsão atuante. Ou seja, quanto maior a velocidade das partículas envolvidas no choque, maior a quantidade de evento, como a observação de partículas elementares, em especial os que necessitam de mais energia para ocorrer. Essas colisões configuram-se, portanto, como uma das principais – às vezes a única – maneiras de observar e estudar muitas das partículas, forças e eventos que ocorrem ou atuam no mundo subatômico. Esse princípio pode ser mais bem compreendido se considerarmos a seguinte situação análoga: temos uma fruta e desejamos saber do que ela é composta sem cortá-la com uma faca. Uma alternativa radical de resolução seria atirar a fruta contra a parede com velocidade suficiente para que se despedace. Quanto maior a velocidade que conseguirmos imprimir à fruta, maior será o número de pedaços em que ela se despedaçará e, assim, mais detalhadamente conseguiremos observar sua composição.

Como fonte de pesquisa, sugerimos os seguintes textos e vídeo:

- *O LHC é pop*, de Marcos Pivetta, publicado na revista Pesquisa FAPESP, disponível em <https://revistapesquisa.fapesp.br/o-lhc-e-pop/>
- *O que é um acelerador de partículas?*, de Marcelo Girardi Schappo, publicado na revista Questão de Ciência, disponível em <https://revistaquestaoeciencia.com.br/questionador-questionado/2019/04/29/o-que-e-um-acelerador-de-particulas>.
- *Maior acelerador do mundo vai em busca de uma nova física*, reportagem de Luiza Caires publicada no Canal USP, disponível em <https://www.youtube.com/watch?v=vGQVai9DEcs>.



### CONVERSANDO COM O PROFESSOR ATIVIDADE 2c

O investimento necessário para a construção do LHC foi de cerca de 11 bilhões de dólares, que foram pagos por doações dos países envolvidos e interessados nas pesquisas. A Alemanha, o Reino Unido, a França e a Itália são, nessa ordem, os maiores investidores e respondem por mais de 90% do montante total. Com relação às pesquisas realizadas, há participação de diversos países, incluindo o Brasil, seja a partir da participação institucional em projetos e experimentos específicos, seja através de pesquisadores das mais diversas nacionalidades que trabalham

c. Quantas forças elementares existem na natureza? Como elas podem ser relacionadas com as partículas elementares?

**Há quatro forças elementares na natureza, que atuam entre diferentes partículas e são sempre mediadas por bósons. A força gravitacional age entre corpos com massa e é mediada pelos grávitons. A força eletromagnética age entre corpos com carga e é mediada por fótons. A força forte age entre quarks e é mediada por glúons. A força fraca age entre léptons e quarks e é mediada por bósons Z e W.**

d. Até aqui, você e seus colegas aprenderam sobre a constituição do átomo e as partículas subatômicas. Mas você sabe como tiveram origem os diferentes átomos presentes ao nosso redor? Onde eles foram formados?

**Os átomos dos elementos leves, como hidrogênio e hélio, foram formados no início do universo. Já os átomos de elementos mais pesados, como carbono, oxigênio e ferro, além do hélio, foram formados em processos de fusão nuclear ocorridos no interior das estrelas e no seu processo de colapso final quando esses núcleos atômicos são lançados ao espaço. É a partir desses núcleos atômicos que são formados os sistemas planetários e tudo que há neles, incluindo, no nosso caso, as moléculas que constituem a matéria viva.**

2. O vídeo ao qual você e seus colegas assistiram faz referência aos grandes aceleradores de partículas. É sobre eles que falaremos na próxima aula. Para prepará-la, vocês devem realizar em casa, individualmente ou em dupla, uma pesquisa sobre os grandes aceleradores de partículas da atualidade. É importante que vocês procurem responder às perguntas a seguir, podendo também abordar outros temas e informações que julgarem relevantes. A partir da pesquisa realizada, elaborem um relatório a ser entregue para o(a) professor(a).

- a. O que é um acelerador de partículas? Qual é o seu princípio de funcionamento e que tipo de problema físico ele permite estudar? Por que é importante construir aceleradores grandes e potentes?
- b. Qual o principal acelerador de partículas da atualidade? Onde ele está localizado?
- c. Procure caracterizar econômica, tecnológica e politicamente o acelerador citado no item b. Qual o montante de verba aproximado investido nessa máquina? Quais países o financiaram? Que países participam das pesquisas? Com que intuito(s) você acha que esse dinheiro é investido? Você considera esse um bom investimento? Justifique.
- d. Por fim, pesquisando, em especial, páginas de universidades e institutos de pesquisa brasileiros, procure descrever a participação brasileira nesses projetos. Cite também quais aceleradores de partículas – ainda que muito menores e menos potentes – temos no Brasil e para que são utilizados.

diretamente no LHC. Esse investimento é feito tanto com o intuito de promover descobertas físicas, que podem, a longo prazo, resultar em desenvolvimento tecnológico, como de estimular o desenvolvimento da tecnologia necessária para a construção do próprio acelerador. Grande parte dessa tecnologia pode ser aplicada em diversas áreas da indústria e das atividades humanas, como no desenvolvimento de novos fertilizantes para a agricultura; no desenvolvimento de medicamentos e novos métodos de diagnóstico para a medicina; entre outras.

Professor(a), procure deixar os estudantes se manifestarem livremente sobre o que acham do gasto nesses aceleradores. Com base nas informações levantadas, promova

o debate sobre o papel e a validade do investimento em ciência e tecnologia. Como fonte inicial de pesquisa sobre os gastos na construção e no funcionamento do LHC, sugerimos os textos:

- Quanto custou a 'partícula de Deus', de Mariana Congo, publicado no jornal O Estado de S.Paulo, disponível em <https://economia.estadodao.com.br/noticias/geral,quantocustou-a-particula-de-deus,118621e>
- Maior acelerador de partículas do mundo trará à sociedade a Internet do processamento de dados, de Mariana Franco, publicado pela Agência Universitária de Notícias da USP, disponível em <http://www.usp.br/aun/antigo/exibir?id=3269&e=-d-497&f=4>.



**CONVERSANDO  
COM O  
PROFESSOR 2d**

Em todos os projetos realizados no LHC há participação, direta ou indireta, de cientistas e instituições brasileiras de pesquisa. Isso se dá tanto pela presença de pesquisadores brasileiros no LHC como pela colaboração entre grupos de pesquisa localizados em universidades brasileiras e o LHC, envolvendo tanto o funcionamento da máquina quanto o estudo dos resultados obtidos. Atualmente, há

três aceleradores de partículas em operação em universidades brasileiras. Dois deles, o Pelletron e o Acelerador Linear, estão localizados no Instituto de Física da Universidade de São Paulo (USP), e o terceiro, o Sirius, pertence à Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP). No Pelletron, são acelerados íons, no Acelerador Linear, elétrons e no Sirius, o maior deles, a aceleração de partículas é utilizada para produzir um tipo de radiação denominada luz síncrotron. Nos três aceleradores, são realizados experimentos que permitem compreender as características de átomos e moléculas e estudar propriedades de materiais relacionados a diversas áreas de atuação.

Como fonte inicial de pesquisa sobre o Acelerador Linear do Instituto de Física da USP, sugerimos a página *Introdução*, no site da instituição, <http://portal.if.usp.br/microtron/pt-br/node/323>

Sobre o acelerador Pelletron do Instituto de Física da USP, a página *Acelerador Pelletron*, no site do Departamento de Física Nuclear, <http://portal.if.usp.br/fnc/pt-br/acelerador-pelletron>.

Sobre o Laboratório Nacional de Luz Síncrotron, a homepage do site da instituição, <https://www.lnls.cnpem.br/>.

Sobre a participação de grupos brasileiros no LHC, os seguintes textos:

3. Nesta atividade, você e seus colegas vão organizar o que aprenderam até aqui. Para isso, forme uma dupla ou um trio e elaborem um mapa mental ou conceitual sobre a constituição da matéria. Inclua nele desde os quarks até os núcleos dos átomos mais pesados, organizando as diferentes forças, partículas e estruturas estudadas e destacando suas principais características. Se tiver dúvidas durante a elaboração, peça ajuda ao(à) professor(a).

4. Agora que você e seus colegas aprenderam sobre a constituição da matéria nos níveis atômicos e subatômicos, que tal divulgar um pouco desse conhecimento? Para isso, formem grupos de até seis estudantes e elaborem um material de divulgação com o tema "Do que são feitos os objetos e o mundo ao nosso redor?". Para isso, vocês devem ter em mente o público que desejam atingir e, sobretudo, usar a criatividade. Para organizar esse trabalho, sugerimos os passos a seguir:

- Primeiramente, escolham a mídia a ser utilizada. Vocês podem elaborar um painel a ser afixado na escola, um site na internet, um vídeo, *podcast* ou outra mídia que desejarem.
- Façam um resumo dos temas a serem abordados e definam a maneira como farão isso. Além dos temas tratados nas atividades anteriores, vocês podem abordar outros assuntos que julgarem interessantes, como as teorias para a constituição da matéria elaboradas por outras culturas, as aplicações da física atômica e a nanotecnologia.
- Agora, mão na massa! Notem que o material deve comunicar a informação de forma atraente e, ao mesmo tempo, tratar corretamente os conceitos envolvidos.

- *Uerj avança em sua contribuição no acelerador de partículas LHC*, publicado no site do Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares (IPEN) ([http://intranet.ipen.br/portal\\_por/portal/interna.php?secao\\_id=40&campo=5804](http://intranet.ipen.br/portal_por/portal/interna.php?secao_id=40&campo=5804))
- *Ponto de encontro*, de Ricardo Zorzetto, publicado na revista Pesquisa FAPESP (<https://revistapesquisa.fapesp.br/ponto-de-encontro/>)
- *Participação brasileira no LHC é assegurada*, publicado no site da FAPESP (<https://fapesp.br/5152/participacao-brasileira-no-lhc-e-assegurada>)

- *Maior acelerador de partículas do mundo tem participação do Brasil*, de Salvador Nogueira, publicado no portal G1 (<http://g1.globo.com/Noticias/Ciencia/0,,MUL753790-5603,00-MAIOR+ACÉLERADOR+DE+PARTÍCULAS+DO+MUNDO+TEM+PARTICIPACAO+DO+BRASIL.html>).
  - *Corte de verba pode tirar Brasil do LHC, o superacelerador de partículas*, de Bruno Vaiano, publicado na revista Super Interessante (<https://super.abril.com.br/ciencia/corte-de-verba-pode-tirar-brasil-do-lhc-o-superacelerador-de-particulas/>)
-





FÍSICA  
SEQUÊNCIA DE ATIVIDADES 5



## 3ª SÉRIE - SEQUÊNCIA DE ATIVIDADES 5

### OLÁ, PROFESSOR(A)!

A presente Sequência de Atividades foi elaborada tomando como base o desenvolvimento da seguinte habilidade essencial, proposta para o 4º bimestre da 3ª série do Ensino Médio (Currículo do Estado de São Paulo, 2011):

- Identificar e caracterizar os novos materiais e processos utilizados no desenvolvimento da informática.

A habilidade citada também leva em conta a necessidade de aprofundar e reforçar conteúdos anteriores. Nesse sentido, elencamos as seguintes habilidades suporte:

- **2ª série EM:** Explicar o funcionamento básico de equipamentos e sistemas de comunicação, como rádio, televisão, telefone celular e fibras ópticas, com base nas características das ondas eletromagnéticas.
- **SARESP H29:** Identificar os principais meios de propagação e detecção de ondas eletromagnéticas, associar a cor de um objeto às formas de interação da luz com a matéria.

Todas as atividades sugeridas, sempre que for possível, deverão ser realizadas pelos estudantes, de modo que elas se adaptem à realidade e às condições de cada ambiente escolar. Além disso, quaisquer procedimentos que possam trazer algum tipo de risco aos estudantes deverão ser realizados pelo(a) professor(a).

A presente Sequência de Atividades está dividida em quatro temas, observe:

AULA/TEMPO	ATIVIDADE
AULAS 1 e 2 90 min	A evolução da eletrônica
AULA 3 45 min	Conhecendo os semicondutores
AULA 4 45 min	Aplicações dos semicondutores
AULA 5 e 6 90 min	O futuro da eletrônica

Esperamos que esse material venha enriquecer ainda mais as suas aulas. Bom trabalho!

## AULAS 1 E 2 – A EVOLUÇÃO DA ELETRÔNICA

### HABILIDADE

Identificar e caracterizar os novos materiais e processos utilizados no desenvolvimento da informática.

### ORGANIZAÇÃO DA TURMA

Professor(a), para o desenvolvimento desta atividade, os estudantes poderão permanecer em seus lugares, em filas.

### MATERIAIS NECESSÁRIOS

Papel sulfite, impressora colorida, tesoura de ponta redonda, cola, papel cartão, cartolina ou papel-pardo (papel kraft), notebooks, internet, quadro, pincel.

### INICIANDO

Professor(a), a presente atividade consiste em construir um túnel do tempo. Ao longo dos últimos anos, a eletrônica sofreu mudanças expressivas em diversos âmbitos. A internet, que funcionava por meio do sinal telefônico, agora atinge incríveis taxas de transferência graças às fibras ópticas; o armazenamento de dados, que era feito em disquetes, agora ocorre nas nuvens! Os computadores, que ocupavam salas inteiras, agora cabem em nosso bolso e tudo isso ocorreu em um intervalo muito pequeno de tempo, de modo que quase não conseguimos acompanhar tantas revoluções. Assim, é importante que os(as) estudantes conheçam e compreendam como ocorreu o desenvolvimento de tais tecnologias. Diante de tais argumentos, sugerimos que, no início desta atividade, você transcreva no quadro alguns nomes ligados às tecnologias do passado. Confira alguns exemplos:

- Internet discada;
- *Trackball* (antecessor do mouse);
- Mouses mecânicos ou “mouses de bolinha”;
- Disquetes e leitores de disquete;
- Telefones com discador;
- Vitrolas;
- CDs e leitores de CDs;
- Fax;
- Monitores CRT, ou monitores de tubo;
- Gabinetes;
- ENIAC;
- Válvulas termiônicas;
- Processadores antigos;
- Memória RAM limitada.

Além dos nomes exemplificados, peça sugestões para os(as) estudantes e, caso você se lembre de mais exemplos, liste-os no quadro.

### DESENVOLVENDO

Peça que os(as) estudantes façam a leitura do texto *A evolução da eletrônica* que consta no Caderno do Estudante, e, em seguida, se possível, sugira que pesquisem em seus smartphones, ou em computadores, notebooks ou tablets, previamente disponibilizados pela unidade educacional, informações sobre os objetos que foram listados no quadro. No caso em que não for possível realizar esse tipo de atividade em razão de não haver a disponibilidade de tais instrumentos ou materiais, o(a) professor(a) poderá disponibilizar as informações necessárias para a pesquisa no formato impresso e distribuir as impressões para que os(as) estudantes façam suas pesquisas. O(a) professor(a) pode ajudar os(as) estudantes sugerindo alguns temas de pesquisa como:

- Para que serve ou servia?
- Quando foi criado?
- Até quando foi usado?
- Quem inventou?
- Qual invenção o substituiu?

Física | Sequência de Atividade 5

## AULAS 1 E 2 – A EVOLUÇÃO DA ELETRÔNICA

### Objetivo de aprendizagem:

- Compreender e refletir sobre a evolução da eletrônica e sua importância no mundo moderno.

Olá! Nas atividades de hoje, nós construiremos um túnel do tempo. Além de fazermos uma viagem ao passado, vamos ambientar nossa sala de aula para que outras pessoas possam conhecer ou até mesmo se recordar da história da eletrônica. Para tanto, você e seus colegas deverão realizar pesquisas sobre objetos eletrônicos utilizados no passado, como rádios, vitrolas, os primeiros computadores, telefones, televisores, entre outros que se lembrarem.

Selecione três ou quatro destes objetos que mais chamam sua atenção e, assim, realize uma pesquisa sobre:

- Como funcionavam;
- Quem os inventou;
- Quais fenômenos físicos estavam por trás de seu funcionamento;
- Que tipos de materiais eram utilizados nestas tecnologias;
- Os motivos pelos quais a tecnologia desses objetos ficou ultrapassada;
- Curiosidades;
- Quaisquer outras informações relacionadas que você achar relevante.

Selecione figuras da internet ou produza imagens, maquetes, construções em papel dobrado, massa de modelar, empregue aplicativos como *padlet* e *jamboard* ou qualquer outra forma de expressão que possa ser utilizada para ilustrar aspectos relevantes dos objetos selecionados e seu funcionamento. Se o grupo tiver afinidade com a edição de vídeos e imagens, também poderá elaborar vídeos curtos ou apresentações sobre as tecnologias representadas.

Essas representações serão utilizadas para construir nosso túnel do tempo. Você e seus colegas poderão recortar imagens e colá-las em cartolinas ou desenhá-las diretamente, da forma como desejarem. Procurem ser criativos para representar os objetos e a melhor forma de apresentar suas características – apresentando-as verbalmente, listando-as em um cartaz, ou de algum outro modo. No entanto, busquem organizar as suas representações em ordem cronológica.

O texto a seguir servirá para te ajudar a entender um pouco melhor como ocorreu a evolução da eletrônica, realize a leitura junto ao seu grupo e mãos à obra!

### A evolução da eletrônica

Eletrônica é um ramo da tecnologia que se destina ao estudo e ao projeto de circuitos elétricos constituídos de transistores, microchips, entre outros elementos. Essa área do conhecimento é recente; por isso, a maior parte das descobertas e inovações na área da eletrônica ocorreram no século XX. No entanto, atualmente, novos dispositivos eletrônicos surgem a todo momento.

Para entendermos melhor como viemos parar aqui, em um mundo rodeado de dispositivos eletrônicos, é preciso saber como tudo começou e quais foram as peças fundamentais para a evolução da eletrônica.

aplicativos (powerpoint, padlet, canva, etc.) que possam ser utilizados para representar os objetos e as suas características.

Organize os objetos de acordo com sua data de criação e instrua os estudantes para que cole as imagens do objeto ao longo das cartolinas (ou qualquer outro papel), unidas na direção horizontal, fazendo uma longa linha. Deixe sobrar um espaço embaixo das imagens. Nesse espaço, as informações que os(as) estudantes pesquisaram sobre cada um dos objetos deverão ser listadas, conforme a ordem que eles mesmos elencarem (incentive os(as) estudantes a listar primeiro as informações mais relevantes de cada objeto). Fixe a linha do tempo na sala de aula ou ainda, no corredor da escola, como uma exposição do trabalho dos estudantes. Aproveite o momento para observar os trabalhos dos estudantes, pergunte quais dificuldades tiveram e como foram capazes de resolvê-las. Questione-os sobre quais foram os pontos fortes e fracos de seu grupo. Além disso, você pode fazer perguntas referentes ao conteúdo apresentado e aproveitar o momento para tirar dúvidas e avaliar os estudantes.

- Curiosidades
- Capacidade (armazenamento, transferência, potência etc.)

Agora, oriente os(as) estudantes para que busquem por imagens desses objetos –o(a) professor(a) também pode optar por levá-las já impressas caso não tenha a infraestrutura necessária – e então, peça que as recortem. Para obter melhores resultados, opte por imagens que apresentem os objetos isolados, com fundos neutros, fáceis de recortar. Além da utilização das imagens impressas, o(a) professor(a) também pode sugerir que os estudantes produzam cartazes, maquetes ou até mesmo empreguem

**FINALIZANDO**

O túnel do tempo termina com uma reflexão sobre como a tecnologia da informática mudou e tem mudado rapidamente ao longo dos últimos anos. Argumente com os(as) estudantes como a pesquisa científica favoreceu o surgimento de novas tecnologias e resalte a importância de se pesquisar por técnicas, métodos e materiais cada vez mais sofisticados. Encoraje os(as) estudantes para que falem sobre suas previsões – pergunte sobre o que acreditam que o futuro lhes reserva para os próximos anos; quais tecnologias acreditam que poderão surgir para facilitar ainda mais as nossas vidas; e outras questões sobre o tema.

A válvula termiônica representa o marco zero da eletrônica uma vez que essas válvulas passaram a ser utilizadas como díodos. Os díodos são dispositivos que possibilitam a passagem da corrente elétrica em um único sentido.



Créditos: commons.wikimedia.org

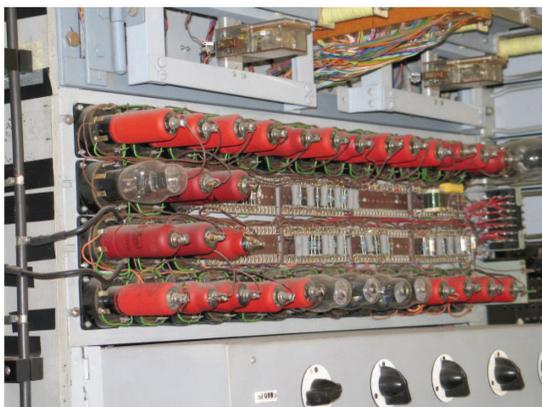
**Legenda:** As válvulas termiônicas se parecem com lâmpadas incandescentes, uma vez que era necessário produzir um vácuo parcial em seu interior.

A primeira aplicação dos díodos foi a comunicação via rádio. Em 1896, Guglielmo Marconi desenvolveu o telégrafo sem fio e, em 1901, essa tecnologia foi usada pela primeira vez para transmitir sons. Inicialmente, os transmissores de rádio só eram capazes de emitir curtos sinais sonoros, usados para transmitir a informação em código Morse, para fins militares. Entretanto, com o avanço da tecnologia dos díodos, foi possível estabelecer as primeiras transmissões de FM (frequência modulada), que se popularizaram imensamente por volta de 1920 e se tornaram uma das principais formas de entretenimento da época.

As primeiras televisões também surgiram na época de 1920; no entanto, só foram se popularizar por volta de 1947. Esses primeiros televisores eram eletromecânicos, ou seja, eram capazes de converter energia elétrica em energia mecânica e vice-versa, isto é, tinham partes móveis, como chave liga/desliga, chave seletora de canais, conectadas aos seus circuitos elétricos. Com o passar do tempo, os especialistas da empresa *Bell Labs* perceberam que os televisores poderiam ser melhorados se fossem puramente eletrônicos e, assim, os primeiros televisores em cores foram introduzidos no mercado. Esses televisores utilizam tubos de raios catódicos, que continham, em seu interior, uma válvula termiônica.

Os tubos de raios catódicos (conhecidos como CRT) aceleravam os elétrons emitidos pelas válvulas termiônicas por meio da aplicação de um campo elétrico e, então, controlavam a trajetória dos elétrons usando um campo magnético, de modo que essas partículas fossem direcionadas para o pixel que deveria cintilar, ou seja, brilhar.

O uso dos tubos CRT foi muito além dos televisores. Esses tubos foram utilizados nos primeiros computadores. Entretanto, por conta do seu tamanho, seu uso para a implementação de computadores se tornou impraticável.

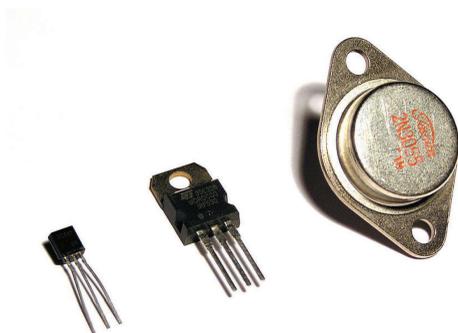


Créditos: commons.wikimedia.org

**Legenda:** Colossus são computadores que utilizavam válvulas termiônicas e foram usados durante a segunda guerra mundial para decodificar mensagens.

Por conta do tamanho de suas válvulas, os computadores chegavam a ocupar salas inteiras, consumiam uma grande quantidade de energia e tinham um alto custo de manutenção. Essa realidade mudou em 1947, quando o transistor foi inventado. O transistor fazia exatamente a mesma tarefa das válvulas termiônicas; no entanto, era muito menor e mais barato de produzir. Na sua composição, havia contatos metálicos, bem como materiais semicondutores, como o GERMÂNIO.

O objetivo do transistor usado nos computadores é exatamente o mesmo da válvula termiônica: regular o fluxo de elétrons, permitindo ou barrando sua passagem. A diferença, entretanto, é que o transistor é capaz de fazer isso de maneira muito mais eficiente. O transistor funciona como uma espécie de interruptor, que permite ou não a passagem da corrente elétrica, sendo assim utilizado para traduzir a linguagem binária dos computadores.



Créditos: commons.wikimedia.org

**Legenda:** Transistores de diferentes tamanhos e épocas

## AULA 3 – CONHECENDO OS SEMICONDUTORES

### HABILIDADE

Identificar e caracterizar os novos materiais e processos utilizados no desenvolvimento da informática.

### ORGANIZAÇÃO DA TURMA

Professor(a), para o desenvolvimento desta atividade, os estudantes poderão ser organizados em grupos.

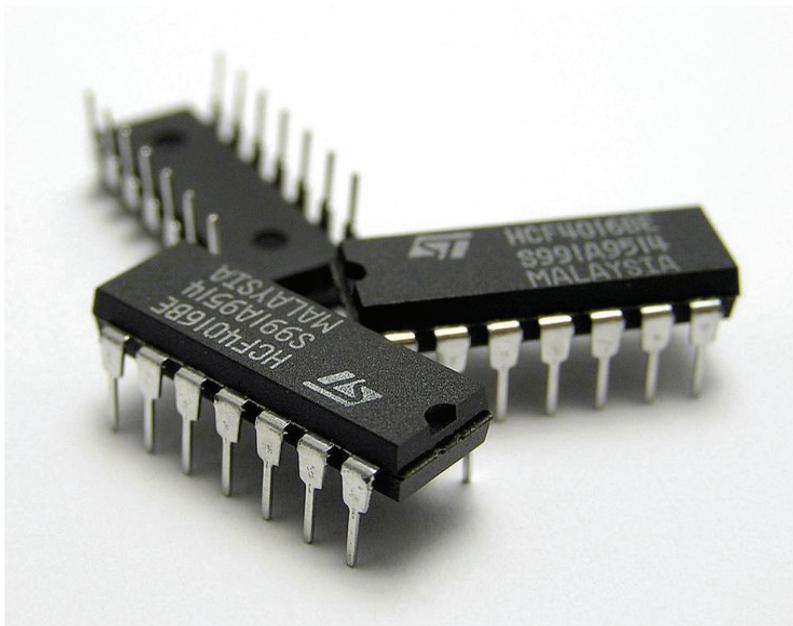
### MATERIAIS NECESSÁRIOS

Papel sulfite, quadro, pin-céis. Televisão, Datashow e notebook são opcionais.

### INICIANDO

Entregue folhas em branco para os estudantes e peça-os que escrevam a palavra **semicondutores**. Comente com os estudantes que o fato de um elemento ser caracterizado como semicondutor está relacionado a muitos fatores, tais como suas propriedades físicas e químicas. Este é um momento oportuno para relacionar as propriedades físicas e químicas dos semicondutores e, para tanto, forneça a *Tabela Periódica Interativa* (disponível em: <https://www.sabermas.am.gov.br/odas/tabela-periodica-interativa-52097>) para os estudantes, ou projete-a usando um Datashow. Instrua os estudantes a clicarem sobre os elementos químicos (preferencialmente sobre o Silício e, depois, o Germânio) para que possam obter infor-

A miniaturização dos transistores, por sua vez, motivou o surgimento de circuitos integrados. Esses circuitos são usados para operar sequências lógicas que nada mais são do que condições em que uma corrente elétrica pode ou não fluir por um determinado ramo do circuito. Os circuitos integrados passaram a ser usados em praticamente todos os dispositivos eletrônicos e, desde então, seu tamanho vem diminuindo. Os chips mais modernos do mercado, como aqueles encontrados nos *smartphones* mais avançados, já contêm bilhões de transistores em áreas muito pequenas – nesses casos, o tamanho destes componentes pode chegar a 7 nm ou menos. Se você não se lembra, 1 nm (nanômetro) é a bilionésima parte de um metro, ou seja, dívida uma régua de um metro em 1 bilhão de partes e, então, terá pedaços de 1 nm ou, 0,000000001 m. Por conta deste tamanho, estes transistores são até mesmo menores que algumas bactérias!



Créditos: [https://commons.m.wikimedia.org/wiki/File:Three\\_IC\\_circuit\\_chips.JPG#mw:jump-to-license](https://commons.m.wikimedia.org/wiki/File:Three_IC_circuit_chips.JPG#mw:jump-to-license)

**Legenda:** Os circuitos integrados são usados em todos os aparelhos eletrônicos atuais, sua funcionalidade é possível graças às características dos semicondutores.

Grande parte dos transistores atuais utilizam o silício como material de fabricação. A escolha desse material para tal função é baseada em sua capacidade de se associar a outros materiais, por ser bastante abundante e, em uma característica dos semicondutores, sua condutividade varia com a temperatura. Quando aquecido, o silício tem a condutividade aumentada, fazendo com que se comporte como um condutor.

Elaborado para fins didáticos

Agora que chegamos até aqui, vamos construir o nosso próprio túnel do tempo, conforme a proposta do início da atividade. Vamos lá!?

mações de propriedades físico-químicas (pontos de fusão, ebulição, massa molar, densidade, etc.).

### DESENVOLVENDO

Após a conversa, que preferencialmente deve durar até 10 minutos, solicite que os estudantes leiam o texto *Conhecendo os semicondutores*, presente em seu caderno de atividades. Em seguida, instrua-os a produzir um **resumo** ou **mapa mental** sobre o tema. Durante a confecção dos trabalhos dos estudantes, faça pequenas intervenções

## AULAS 3 – CONHECENDO OS SEMICONDUTORES

### Objetivo de aprendizagem:

- Compreender o que são semicondutores, sua importância e como estão presentes nos dispositivos eletrônicos.

Vamos conhecer um pouco mais sobre semicondutores? A atividade desta aula começará com uma pesquisa: Nosso objetivo é aprendermos sobre os elementos semicondutores, por meio de uma *Tabela Periódica Interativa* (disponível em: <https://www.sabermais.am.gov.br/odas/tabela-periodica-interativa-52097>). Você e seus colegas deverão anotar as informações que acharem mais relevantes e, em seguida, elaborar conexões entre tais informações, para, então, construir um mapa mental. Os mapas mentais são úteis para conectar visualmente as ideias. Você pode utilizar diferentes cores, formas geométricas, setas, e outros elementos que facilitem sua leitura e entendimento.

A palavra central do seu mapa mental é: **Semicondutores**. É a partir dela que todas as demais palavras e conexões serão feitas. Essas palavras surgirão enquanto você estiver utilizando a Tabela Periódica Interativa e fazendo buscas na internet sobre o tema abordado.

Agora que seu mapa mental está pronto, discuta com seus colegas qual a importância dos semicondutores na evolução da eletrônica e quais os principais impactos provocados em nossas vidas.

Vamos lá!?

## AULA 4 – APLICAÇÕES DOS SEMICONDUTORES

### Objetivo de aprendizagem:

- Conhecer e identificar propriedades e aplicações dos semicondutores tradicionais e de novos semicondutores.

Na atividade de hoje, discutiremos um pouco sobre as numerosas aplicações dos semicondutores e, em seguida, faremos uma roda de conversa para debater a importância dos semicondutores na evolução da tecnologia e em nossas vidas. O texto a seguir traz algumas informações sobre diversas aplicações dos semicondutores. Ele servirá para auxiliá-lo durante sua participação na roda de conversa. No entanto, aqui vão algumas sugestões de vídeos curtos, que lhes ajudarão a compreender quais são e como funcionam as principais aplicações dos semicondutores. Confira:

- *Me Salva! DIO02 - O Diodo - Introdução* - Canal Me Salva! (disponível em: [https://youtu.be/NeoNq7vc\\_4k](https://youtu.be/NeoNq7vc_4k))

- *Física Aplicada: LED* - Canal Engrenagens do Universo (disponível em: <https://youtu.be/1XK7Y8HegCw>)

- *Semicondutores - Silício e Germânio* - Funcionamento e História - Canal Conhecimento Industrializado. Vídeo de propriedade do Centro Paula Souza (disponível em: [https://www.youtube.com/watch?v=lyKTIXvxTZO&ab\\_channel=ConhecimentoIndustrializado](https://www.youtube.com/watch?v=lyKTIXvxTZO&ab_channel=ConhecimentoIndustrializado))

que os ajudem a elencar as informações mais relevantes e que auxiliem durante o processo avaliativo, de maneira organizada e de fácil entendimento.

### FINALIZANDO

No final da atividade, reserve alguns minutos para refletir com os estudantes sobre qual é a importância dos semicondutores para a eletrônica e quais foram os principais impactos que eles trouxeram às nossas vidas. Reflita sobre quais avanços tecnológicos se concretizaram, quais tecnologias surgiram e por quais motivos os semicondutores foram protagonistas na evolução da

microeletrônica. Neste momento, pode ser feita uma conexão com a atividade anterior, em que vimos como a evolução dos semicondutores está associada com o desenvolvimento de todas aquelas tecnologias que foram destacadas em nosso túnel do tempo. Tal conexão possibilitará observar o desenvolvimento da aprendizagem dos estudantes durante a realização das atividades propostas.

## AULA 4 – APLICAÇÕES DOS SEMICONDUTORES

### HABILIDADES

Identificar e caracterizar os novos materiais e processos utilizados no desenvolvimento da informática.

### ORGANIZAÇÃO DA TURMA

Professor(a), para o desenvolvimento desta atividade, os estudantes poderão se organizar em forma de círculo, uma vez que a atividade será dialogada.

### MATERIAIS NECESSÁRIOS

Papel sulfite, quadro, pincéis. Televisão, Datashow e notebook são opcionais.

### INICIANDO

Professor(a), esta atividade consiste em uma roda de conversa, seguida da produção de um pequeno texto. A partir desta atividade, esperamos que os estudantes sejam capazes de compreender em quais formas os semicondutores estão presentes nas tecnologias que fazemos uso cotidianamente e qual a sua importância dentro deste contexto. Além dis-

so, é interessante que o estudante seja capaz de avaliar, de acordo com seus argumentos, a real importância dos materiais semicondutores como um grande aliado do desenvolvimento tecnológico. Sinalize para os estudantes que o texto *Aplicações dos semicondutores* e os vídeos sugeridos que se encontram no Caderno do Estudante servirão de apoio para a roda de conversa e poderão ser consultados a qualquer momento.

Comece perguntando aos estudantes sobre qual é a real importância dos semicondutores e em quais tipos de tecnologias são usados. A intenção por trás desse questionamento inicial é mostrar que os semicondutores estão presentes em praticamente todo componente eletrônico.

Após o momento inicial, a roda de conversa deverá começar a discutir sobre as diferentes aplicações dos semicondutores. Os tópicos a serem dialogados deverão ser sugeridos pelo(a) professor(a), de modo que a conversa não fuja do objetivo da atividade. Por isso, de tempos em tempos, o(a) professor(a) poderá sugerir que algum(a) estudante fale um pouco sobre alguma das aplicações dos semicondutores, tais como: transistores, diodos, LEDs, células fotovoltaicas, sensores de câmeras digitais, entre outros.

Como já vimos nas atividades anteriores, os semicondutores estão presentes em muitas tecnologias e dispositivos, como os diodos, transistores, e nos circuitos integrados. A utilização desse tipo de material trouxe novas possibilidades para a evolução da eletrônica, graças a uma grande eficiência energética, baixo custo de produção e abundância (a maior parte dos semicondutores é encontrada facilmente na natureza).

Se comparados com dispositivos que desempenhavam funções semelhantes, os que utilizam semicondutores são menores, mais leves e muito mais fáceis de serem produzidos (exemplo: transistores).

Agora que já sabemos da importância dos semicondutores para o avanço tecnológico, vamos conferir mais detalhes de algumas de suas aplicações.

#### • Células fotovoltaicas

Alguns semicondutores respondem à incidência de luz produzindo uma corrente elétrica graças a um fenômeno parecido com o efeito fotoelétrico, chamado efeito fotovoltaico. Enquanto no efeito fotoelétrico ocorre a ejeção de elétrons para fora de um material, geralmente metálico, devido a incidência de uma radiação de determinada frequência, no efeito fotovoltaico ocorre o surgimento de uma corrente elétrica em um material semicondutor submetido a uma radiação de determinada frequência.

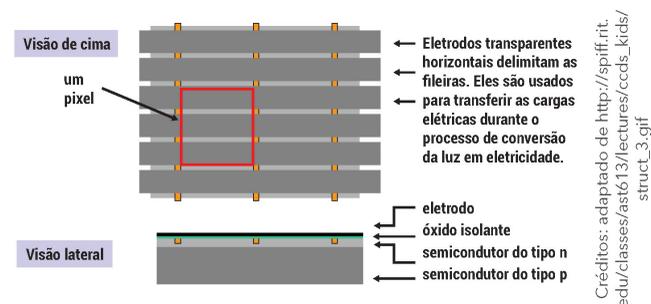
Células fotovoltaicas são dispositivos que produzem energia elétrica a partir da luz solar por meio de um efeito parecido com o efeito fotovoltaico. Esse tipo de tecnologia é de grande importância para o fornecimento de eletricidade em regiões muito distantes das centrais de fornecimento de energia elétrica.

Uma importante característica do efeito fotoelétrico é que a emissão de elétrons, que dão origem à corrente elétrica, não depende da intensidade luminosa, mas, sim, da frequência da onda eletromagnética incidente. O efeito fotoelétrico foi descoberto por Heinrich Hertz, em 1887 e explicado por Albert Einstein, em 1904.

O efeito fotoelétrico foi descoberto por Heinrich Hertz, em 1887 e explicado por Albert Einstein, em 1904.

#### • Câmeras digitais

A tecnologia utilizada nas células fotovoltaicas também foi aplicada em outros dispositivos, como os sensores usados nas câmeras digitais. Esses sensores são formados por uma matriz de capacitores, construídos a parte de materiais semicondutores. Quando a luz incide sobre a superfície dos sensores das câmeras digitais, a camada externa dos capacitores produz uma corrente elétrica por meio da incidência de fótons nessas camadas. Desse modo, é possível traduzir a informação luminosa em uma elétrica que, por sua vez, é interpretada por um processador gráfico.



**Legenda:** Na figura, vemos a esquematização de um sensor utilizado nas câmeras digitais. Na primeira figura, as linhas horizontais são transparentes, e representam os eletrodos, que transportam as cargas elétricas geradas a partir da incidência da luz sobre o sensor. A área destacada em vermelho, indica o pixel, que é a menor unidade de detecção de luz nos sensores fotográficos.

A visão lateral mostra as camadas do sensor digital: a superfície de eletrodos, um óxido isolante e a matriz de capacitores, formada pela junção de semicondutores do tipo p e n, que armazenam cargas positivas e negativas.

## DESENVOLVENDO

Durante a atividade dialogada, solicite que os estudantes registrem em seu caderno quais foram os pontos altos da conversa, ou seja, quais partes mais gostaram ou, ainda, qual parte lhes chamou mais atenção. Solicite que os estudantes respondam a seguinte questão em seus cadernos: **Os semicondutores são importantes para o desenvolvimento tecnológico? Explique.** Professor(a), você poderá sugerir que os estudantes desenvolvam um argumento em uma quantidade mínima de linhas caso ache necessário. A resposta de cada estudante é pessoal, entretanto, espera-se que

• Diodos emissores de luz (LED)

Os LEDs são dispositivos capazes de emitir luz quando sujeitos à aplicação de uma diferença de potencial elétrico. Leds são basicamente diodos semicondutores, feitos a partir de materiais semicondutores derivados do germânio, silício, entre outros. Além de não produzirem quase nenhum calor enquanto emitem luz, os LEDs são muito eficientes do ponto de vista energético, por isso, seu uso é indicado quando se deseja economizar no consumo de energia elétrica. Os materiais semicondutores mais utilizados na construção dos LED são o arsenieto de gálio (GaAs) ou fosfeto de gálio (GaP). No entanto, a "luz" emitida pelos LEDs feitos a partir destes materiais não é visível a olho nu, pois se encontra na faixa de frequência da radiação infravermelha. Portanto, para que os leds emitam luz visível, é necessário que se misture diferentes tipos de átomos ao material semicondutor. O processo de misturar outros átomos com os semicondutores é conhecido como dopagem.

A dopagem é um processo que consiste na inserção de diferentes tipos de átomos entre os átomos do material semicondutor usado na construção do led. Neste caso, estes átomos tem a função de absorver a radiação infravermelha emitida pelo led e reemitir-la em uma frequência que seja visível ao olho humano. A inserção de átomos de fosforo, por exemplo, é capaz de produzir luz vermelha ou amarela, os átomos de nitrogênio, por sua vez, são usados quando se deseja obter a luz verde.

Agora que você já conhece algumas aplicações dos semicondutores, vamos iniciar a nossa roda de conversa. Durante a roda de conversa, o(a) professor(a) irá atuar como moderador, fazendo algumas perguntas, e você, assim como seus colegas, será convidado a responder. Note que você também pode fazer perguntas quando quiser, porém, dê atenção à seguinte questão: Qual é a importância dos semicondutores?

Durante a roda de conversa, anote em seu caderno as informações e argumentos que achar mais importantes.

1. Com base nas discussões, responda: Os semicondutores são importantes para o desenvolvimento tecnológico? Explique.

---



---



---

## AULA 5 E 6 – O FUTURO DA ELETRÔNICA

**Objetivo de aprendizagem:**

- Refletir, a partir de conhecimentos físicos e tecnológicos, sobre a possibilidade de futuros avanços tecnológicos que envolvam a microeletrônica.

Nas atividades anteriores, já refletimos sobre quanto a eletrônica tem evoluído desde o surgimento das primeiras válvulas termiônicas, da criação dos transistores, dos circuitos integrados, chips de computador e outras tantas inovações. Portanto, nesta atividade faremos uma reflexão sobre o futuro da eletrônica.

Você e seus colegas são os diretores de uma empresa de tecnologia mundialmente famosa, em busca de desenvolver um novo dispositivo eletrônico baseado na tecnologia de semicondutores. Esse produto deverá ter um nome, uma função definida, seu funcionamento deverá contar com alguma característica dos semicondutores, um público-alvo, uma identidade visual e outras características.

tenham conseguido desenvolver argumentos sobre a real importância do assunto e que sejam capazes de explicar razões que fundamentem sua opinião.

**FINALIZANDO**

Ao final da atividade, recolha as produções dos estudantes e posteriormente faça as leituras dos textos. Se achar importante, faça observações sobre os argumentos utilizados pelos estudantes na aula seguinte. A fim de servir como uma forma de avaliação processual, solicite que os estudantes respondam ao questionário no final do texto da aula 4 - *Aplicações dos semicondutores.*

## AULAS 5 E 6 – O FUTURO DA ELETRÔNICA

**HABILIDADE**

Identificar e caracterizar os novos materiais e processos utilizados no desenvolvimento da informática.

**ORGANIZAÇÃO DA TURMA**

Professor(a), para o desenvolvimento desta atividade, os estudantes deverão ser divididos em grupo. O número de estudantes por grupo e a quantidade de grupos ficam a critério do(a) professor(a).

**MATERIAIS NECESSÁRIOS**

Papel sulfite, impressora colorida, tesoura de ponta redonda, cola, papel cartão, cartolina ou papel-pardo (papel kraft), notebooks, Datashow, internet, quadro, pincel.

**INICIANDO**

Professor(a), em nossa última atividade, desejamos promover reflexões sobre os avanços da eletrônica e sobre o modo como esses avanços poderão trazer mudanças às nossas vidas. Em resumo, nesta atividade, os estudantes interpretarão os executivos de uma grande empresa tecnológica. Sua principal função é a de comunicar a chegada de um novo dispositivo eletrônico que solucione algum problema cotidiano e que seja coerente com os conceitos físicos que estudamos nas atividades anteriores. Solicite que os estudantes façam a leitura do texto que está no Caderno do Estudante intitulado O

*futuro da eletrônica.* A leitura pode ser feita de forma compartilhada ou individualmente, a critério do(a) professor(a), e servirá como um ponto de partida para a realização da atividade. Existem inúmeras tecnologias de produtos eletrônicos em desenvolvimento em todo o mundo e enumerá-las seria uma tarefa muito complicada, portanto, instrua os estudantes a:

- Definir o tipo de problema que gostariam de resolver;
- Pensar em uma solução tecnológica para este problema;
- Avaliar quais seriam as características físicas deste produto;
- Determinar um público-alvo;
- Criar um nome, uma marca e/ou uma identidade visual que torne este produto interessante;
- Avaliar se o produto é fisicamente possível, com base nas pesquisas realizadas por eles.

Professor(a), perceba que o produto criado pelos estudantes, por si só, não é o principal intuito desta atividade, mas, sim, o desenvolvimento da habilidade de "identificar e caracterizar os novos materiais e processos utilizados no desenvolvimento da informática", como também as de ler, argumentar, imaginar, criar, avaliar, comunicar, pesquisar, trabalhar em grupo, entre outras.

Nos parágrafos seguintes, você conhecerá novas aplicações tecnológicas, novos materiais, novos procedimentos e descobertas que provavelmente resultarão em muitos avanços científicos e tecnológicos para a humanidade.

Essas informações servirão para que você, juntamente ao seu grupo, consiga pensar em um novo **produto**, capaz de resolver algum problema **real** e que utilize a tecnologia dos semicondutores. Para tanto, dividam as atividades para que cada integrante do grupo fique encarregado da tarefa em que se sinta mais à vontade de fazer.

Para divulgar o seu produto, você poderá utilizar diversos tipos de recursos, tais como:

- áudios (propagandas nas rádios, por exemplo);
- vídeos (comerciais de televisão, youtube);
- panfletos;
- cartazes;
- textos;
- apresentações (como aquelas que ocorrem durante o lançamento de produtos);
- experimentos;
- uso de realidade virtual;
- páginas da internet; entre outros.

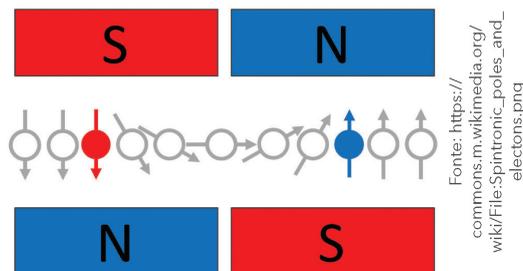
Agora, vamos conferir algumas áreas que marcarão o futuro da tecnologia. Os exemplos mostrados, entretanto, servirão de **inspiração**. Desse modo, o grupo não precisa escolher algum deles especificamente, mas, sim, realizar uma **investigação** sobre novas tecnologias e aplicá-las a um problema real.

Apontamos aqui alguns sites que poderão auxiliar o seu grupo durante as pesquisas para a criação do produto:

- IPEA – Centro de Pesquisa em Ciência, Tecnologia e sociedade (disponível em: <https://www.ipea.gov.br/cts/pt/>)
- *Jornal da USP* (disponível em: <https://jornal.usp.br/home-ciencias/>)
- *Google acadêmico* (disponível em: <https://scholar.google.com.br/>)
- *Scielo* (disponível em: <https://www.scielo.org/>)

#### • Eletrônica baseada no spin dos elétrons

A eletrônica funciona graças à manipulação de elétrons. Os transistores, por exemplo, controlam se essas partículas dotadas de carga elétrica podem ou não passar através de seus circuitos. A spintrônica, por sua vez (neologismo usado para se referir à eletrônica de spins), consiste não somente na movimentação das cargas elétricas, mas, também, na leitura e registro do spin dos elétrons.



Legenda: A spintrônica utiliza a manipulação dos spins dos elétrons para armazenar e processar informações.

O produto criado pelos estudantes deve demonstrar a possibilidade da evolução tecnológica a partir de problemas cotidianos. Por isso, desempenha um importante papel como uma forma de avaliação contínua, em que se preza mais o processo do que o resultado em si.

A utilização do spin na eletrônica é algo recente, no entanto, sua manipulação já é utilizada na área da saúde há um bom tempo. Uma grande quantidade de doenças pode ser detectada a partir da manipulação dos spins de partículas nucleares, como os nêutrons ou prótons, como exemplo - destacam-se os exames de ressonância magnética, muito utilizados pela medicina atual.

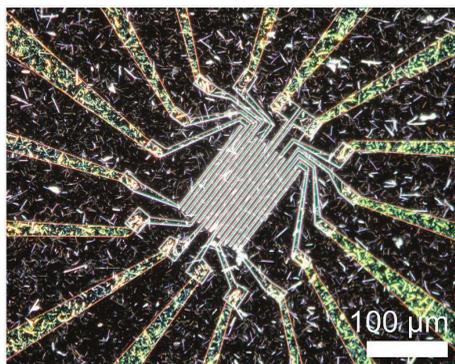
• **Magnônica**

A magnônica é uma área que tem recebido uma grande quantidade de estudos nos últimos anos. Esta área da eletrônica consiste em manipular ondas que só se propagam no interior de meios magnéticos. Essas ondas são denominadas "ondas de spins" e são produzidas por uma espécie de partícula quântica denominada "Magnons". Estas ondas fazem oscilar o spin dos elétrons, tornando possível a transmissão de informação sem a necessidade da movimentação de cargas elétricas. Esta característica torna a utilização de ondas eletromagnéticas muito mais eficiente do ponto de vista energético e mais rápido. Os pesquisadores acreditam que, futuramente, os compostos magnônicos possam ser usados nos chips de computador, tornando-os muito mais rápidos e eficientes.

• **Engenharia neuromórfica**

A engenharia neuromórfica é uma área de fronteira do conhecimento que engloba neurociência, física, biologia, matemática, ciências da computação, engenharia elétrica etc. Por meio dela, pesquisadores procuram simular sensações como a visão, o tato, a audição e até mesmo, a inteligência humana, por meio da IA (inteligência artificial).

Recentemente, pesquisadores da Universidade da Cidade de Hong Kong desenvolveram um processador neuromórfico que utiliza a luz em vez de corrente elétrica para processar informações. Tal chip, projetado para funcionar com inteligência artificial, foi capaz de realizar até 10 trilhões de operações a cada segundo, fazendo dele 1000 vezes mais rápido que o segundo colocado. Este processador, sozinho, foi utilizado para executar um algoritmo cuja finalidade era o reconhecimento digital de textos escritos à mão e seus resultados foram superiores a quase 90%.



Créditos: DRHughManning, CC BY-SA 4.0, via Wikimedia Commons

Dispositivos como os mostrados na imagem acima serão cada vez mais comuns e poderão ser utilizados para tratar doenças cerebrais degenerativas ou lesões no sistema visual que, de acordo com a medicina moderna, seriam incuráveis.

• **Nanomedicina**

A nanomedicina é uma área do conhecimento que alia a nanotecnologia com os conhecimentos de medicina, biologia, farmacologia, física, química e outras áreas. Novos medicamentos e procedimentos têm surgido todos os anos, graças aos avanços dessa área de conhecimento.

Agora você e seus colegas podem desenvolver a atividade proposta no início da aula. Mãos à obra.

**DESENVOLVENDO**

Pode ser necessário que os(as) estudantes utilizem o tempo de uma aula para que façam suas pesquisas. Durante esse tempo, visite os grupos e certifique-se de que todos os integrantes de cada grupo estão engajados. Solicite que os(as) estudantes façam esboços, anotações e registros de forma geral em seus cadernos.

Durante essa parte da atividade, pergunte para os grupos sobre quais meios utilizarão para expor seus produtos, como:

- áudios (propagandas nas rádios, por exemplo);

- vídeos (comerciais de televisão, youtube);
- panfletos;
- cartazes;
- textos;
- apresentações (como aquelas que ocorrem durante o lançamento de produtos);
- experimentos;
- uso de realidade virtual;
- páginas da internet; entre outros.

Pode ser que alguns grupos queiram fazer mais de uma forma de divulgação, no entanto, em vista da limitação de tempo, sugerimos que escolham uma delas para desenvolver. Se houver tempo livre, os grupos poderão, então, trabalhar em outras mídias, como os aplicativos *jamboard* e *padlet*, que possibilitam a interação e a produtividade colaborativa entre os estudantes.

**FINALIZANDO**

Depois do tempo de elaboração da atividade, chega o momento de os grupos exporem suas produções. Garanta que cada um dos estudantes participe desta fase do trabalho e tome nota sobre qual etapa do processo cada estudante fez parte. Os trabalhos poderão ser apresentados para outras turmas, caso ache interessante e/ou viável.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

MAGNÔNICA promete processadores 1.000 vezes mais rápidos - sem esquentar. **Inovação Tecnológica**, 17 de dez. de 2019. Online. Disponível em: <[www.inovacaotecnologica.com.br/noticias/noticia.php?artigo=magnonica-promete-processadores-1-000-vezes-mais-rapidos-sem-esquentar](http://www.inovacaotecnologica.com.br/noticias/noticia.php?artigo=magnonica-promete-processadores-1-000-vezes-mais-rapidos-sem-esquentar)>. Acesso em: 25 jun. 2021.

SPINTRÔNICA I: Elétron troca dados com luz a temperatura ambiente. **Inovação Tecnológica**, 12 de abr. de 2021. Online. Disponível em: <[www.inovacaotecnologica.com.br/noticias/noticia.php?artigo=spintronica-eletron-troca-dados-luz-temperatura-ambiente](http://www.inovacaotecnologica.com.br/noticias/noticia.php?artigo=spintronica-eletron-troca-dados-luz-temperatura-ambiente)>. Acesso em: 14 jun. 2021

PLÁSTICO DE SILÍCIO MONOATÔMICO representa salto para eletrônica neuromórfica. **Inovação Tecnológica**, 14 de abr. de 2021. Online. Disponível em: <[www.inovacaotecnologica.com.br/noticias/noticia.php?artigo=plastico-silicio-monoatomico](http://www.inovacaotecnologica.com.br/noticias/noticia.php?artigo=plastico-silicio-monoatomico)>. Acesso em: 24 jun. 2021.

SEMICONDUTOR APPLICATIONS: From transistor to solar cells. **The Electrochemical Society**. Online. Disponível em: <<https://www.electrochem.org/semiconductors-shaping-society>>. Acesso em: 20 abr. 2021.

THE FUTURE of semiconductor industry. **International Roadmap for Devices and Systems**. Online. Disponível em: <<https://irds.ieee.org/topics>>. Acesso em: 25 jun. 2021.

SEMICONDUCTORS. **Encyclopedia Britannica**. Online. Disponível em: <<https://www.britannica.com/science/semiconductor>>. Acesso em 10 jun. 2021.

JOHN FLEMING. **Encyclopedia Britannica**. Online. Disponível em: <<https://www.britannica.com/biography/John-Ambrose-Fleming>>. Acesso em: 11 jun. 2021.

SCACE, Robert I.. Electronics. **Encyclopedia Britannica**, 2 Jun. 2020. Disponível em: <<https://www.britannica.com/technology/electronics>>. Acesso em: 11 jun. 2021.

CANCINO, Juliana; MARANGONI, Valéria; ZUCOLOTO, Valtencir. Nanotecnologia em medicina: aspectos fundamentais e principais preocupações. **Química Nova** [online]. 2014, v. 37, n. 3, pp. 521-526. Disponível em: <<https://doi.org/10.5935/0100-4042.20140086>>. Epub 05 Maio 2014. ISSN 1678-7064. <https://doi.org/10.5935/0100-4042.20140086>. Acesso em: 11 jun. 2021.







FÍSICA  
SEQUÊNCIA DE ATIVIDADES 6



## 3ª SÉRIE - SEQUÊNCIA DE ATIVIDADES 6

### OLÁ, PROFESSOR(A)!

A presente Sequência de Atividades foi elaborada tomando como base o desenvolvimento da seguinte habilidade essencial, proposta para o 4º bimestre da 3ª série do Ensino Médio (Currículo do Estado de São Paulo, 2011):

- Avaliar e debater os impactos de novas tecnologias na vida contemporânea, analisando as implicações da relação entre ciência e ética

A habilidade citada também leva em conta a necessidade de retomar conteúdos anteriores, de modo a minimizar as fragilidades de natureza conceitual, teórica, atitudinal, social etc. apresentadas pelos estudantes. Nesse sentido, elencamos as seguintes habilidades-suporte:

- **2ª série EM:** Reconhecer o ciclo de energia no Universo e sua influência nas fontes de energia terrestre
- **SARESP:H29** Identificar os principais meios de propagação e detecção de ondas eletromagnéticas reconhecer e avaliar o uso da luz laser em tecnologias contemporâneas
- **Currículo Paulista - (EM13CNT206)** Discutir a importância da preservação e conservação da biodiversidade, considerando parâmetros qualitativos e quantitativos, e avaliar os efeitos da ação humana e das políticas ambientais para a garantia da sustentabilidade do planeta

Sempre que possível, todas as atividades sugeridas deverão ser realizadas pelos estudantes, sendo adaptadas, se necessário, à realidade e às condições do ambiente escolar. Além disso, quaisquer procedimentos que possam trazer algum risco aos estudantes deverão ser realizados pelo(a) professor(a).

A presente sequência didática está dividida em quatro temas, observe:

AULA/TEMPO	ATIVIDADE
Aula 1 / 45 min.	Atividade 1
AULA 2 / 45 min	Atividade 2
AULA 3 / 45 min	Atividade 3
AULA 4 / 45 min	Atividade 4
AULAS 5 e 6 / 90 min	Atividade 5

Esperamos que esse material venha enriquecer ainda mais as suas aulas. Bom trabalho!



## AULAS 1 A 6 – INFORMATIZAÇÃO E AUTOMAÇÃO: COMO AS NOVAS TECNOLOGIAS AFETAM NOSSAS VIDAS?

### Objetivo de aprendizagem:

- Evidenciar e avaliar os avanços das tecnologias para a informatização e a automatização relacionados à informatização e à automação.

### Os diferentes tipos de avanços tecnológicos.

Olá, estudante! Como você sabe, os avanços tecnológicos da humanidade estão presentes em quase todas as atividades do nosso dia a dia e na produção de diversos produtos que consumimos. Mas você sabia que todos esses avanços, os quais chamamos usualmente de “tecnologia”, podem ser classificados em diferentes tipos ou grupos?

Hoje, estamos presenciando uma revolução, pois vivemos a transição para a era da informatização, que é resultado de avanços tecnológicos divididos em quatro gerações: mecanização; automação; computação e digitalização; e informatização. Agora, vamos conhecer as características de cada uma dessas gerações:

- Mecanização:** diz respeito à introdução das máquinas nos trabalhos até então realizados manualmente. Um exemplo clássico de mecanização é a criação das máquinas de tear, projetadas para diminuir o esforço humano e otimizar o processo de costura de tramas complexas. Outro exemplo é a invenção das máquinas de escrever.
- Automação:** é caracterizada pelo uso de fontes de energia para mover máquinas, diferentemente da mecanização, em que as máquinas são movidas pelo esforço humano. Essas formas de energia (cinética, eólica, térmica, elétrica etc.) permitem o funcionamento autônomo das máquinas. Nessa época surgiram as linhas de produção industrial, os relógios de corda (mecânicos) e a máquina a vapor. Um exemplo interessante da automação são os monjolos, como o mostrado na figura:



Créditos: commons.wikimedia.org

Legenda: Monjolo

## AULAS 1 A 6 – INFORMATIZAÇÃO E AUTOMAÇÃO: COMO AS NOVAS TECNOLOGIAS AFETAM NOSSAS VIDAS?

### HABILIDADE

Avaliar e debater os impactos de novas tecnologias na vida contemporânea, analisando as implicações da relação entre ciência e ética.

### ORGANIZAÇÃO DA TURMA

Professor(a), os estudantes poderão iniciar a atividade sentados em filas. No decorrer

da atividade, eles deverão ser organizados em grupos no mesmo ambiente.

### MATERIAIS NECESSÁRIOS

Quadro, pincel, Datashow, papel sulfite. Impressora colorida, tesoura de ponta redonda, cola, papel cartão, cartolina ou papel kraft (papel kraft), notebooks, internet são opcionais.

### INICIANDO

Professor(a), inicie a Sequência de Atividades questionando os(as) estudantes sobre as tecnologias que utilizam em seu cotidiano. Peça que citem algumas delas, informem a frequência com que as utilizam e reflitam sobre como seria sua vida sem elas. Pergunte também se sabem quando elas foram inventadas, como funcionam e como as pessoas realizavam as atividades a elas associadas antes de seu advento. Solicite que reflitam se o desenvolvimento tecnológico é benéfico ou maléfico à sociedade e ao ambiente. Por fim, questione-os sobre o que entendem pelo termo “tecnologia”, indagando se apenas artefatos modernos ou mecanizados podem receber esse nome e destacando a existência de diferentes conhecimentos, métodos e sistemas desenvolvidos pelo homem que visam à otimização dos processos produtivos. Explique, então, que o objetivo desta sequência de atividades é compreender de que forma as tecnologias au-

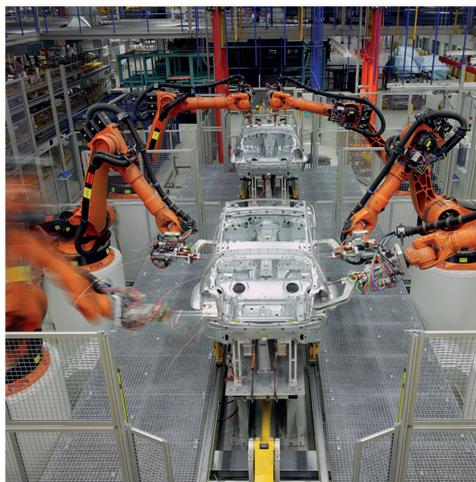
tomatizadas e informatizadas afetam as nossas vidas.

### DESENVOLVENDO

Solicite que os(as) estudantes formem grupos para realizar a **Atividade 1**. Enquanto trabalham, circule entre os grupos, fazendo as intervenções que julgar necessárias. Após a realização da atividade, promova o compartilhamento das respostas dadas pelos grupos, garantindo que tenham compreendido os conceitos apresentados no texto e as diferenças e articulações entre eles. Aproveite esse momento para destacar como o desenvolvimento de estratégias e dispositivos que aprimoram os processos produtivos, facilitam nossas tarefas diárias ou nos permitem realizar atividades que não conseguiríamos fazer sozinhos não ocorre somente hoje, mas esteve presente em toda a história humana. Após a discussão das questões, encaminhe a realização da **Atividade 2**. Ao organizar a divisão dos grupos, procure estimulá-los a escolher temas pelos quais têm interesse, além de garantir a escolha de tecnologias envolvendo conceitos físicos que possam ser compreendidos pelos estudantes. Oriente-os, também, a organizar uma breve exposição para os colegas após a pesquisa. Na aula seguinte, organize as exposições, que podem ser feitas de maneira mais ou menos formal.

Os monjolos eram utilizados para descascar grãos como o arroz. Seu funcionamento é tão simples quanto criativo: em uma das pontas, há um pilão e um batente onde os grãos são depositados; na outra ponta, uma cavidade. Essa cavidade é preenchida com água corrente de algum córrego ou rio. O peso da água produz um torque sobre a estrutura do monjolo, fazendo-o girar. Dessa forma, o batente é elevado, a água escorre e, então, ele desce, esmagando os grãos. Qual era a vantagem de utilizar o monjolo? A resposta é simples: o(a) trabalhador(a) podia se ocupar de outras tarefas enquanto os grãos eram preparados, o que lhe poupava tempo e esforço.

- **Computação e digitalização:** O surgimento dos computadores possibilitou a programação dos primeiros sistemas de controle. Estes sistemas estabeleciam a comunicação com a máquina, dizendo não somente o que a máquina deveria fazer como também registrando informações. Muitos dispositivos funcionam com base na computação: robôs industriais, eletrodomésticos, eletrônicos automotivos etc. Assim, além da automação dos processos, nesta etapa há o processamento de informações, que são passadas diretamente às máquinas utilizadas, capazes também de atualizar as informações do sistema.



Créditos: commons.wikimedia.org

**Legenda:** O avanço da tecnologia permitiu o surgimento dos robôs automáticos usados na montagem de automóveis. Eles envolvem processos de mecanização, automatização, computação e digitalização, uma vez que seu movimento utiliza informações precisas e complexas, que podem ser alteradas ou planejadas através de computadores operados por seres humanos.

- **Informatização:** diz respeito à transformação de processos, costumes, publicações, informações, instruções de máquinas e arquivos em formatos digitais. Depois da informatização, grande parte das informações registradas em papel, por exemplo, passou a existir digitalmente, podendo ser armazenada no formato de arquivos. Assim, essas informações podem ser compartilhadas, atualizadas, editadas, auditadas e apagadas, de maneira remota e síncrona, por meio de computadores, internet, smartphones etc.

Estimule os estudantes a destacar os principais elementos da pesquisa realizada e a participar da exposição dos colegas com perguntas ou contribuições. Ao longo das exposições, solicite que avaliem os benefícios e malefícios das tecnologias estudadas, considerando tanto seus usuários diretos como a sociedade e o meio ambiente. A partir desse debate, encaminhe a realização da **Atividade 3**. Nela, os estudantes deverão formar grupos (podem ser os mesmos da **Atividade 2**), buscar exemplos de vantagens e desvantagens do desenvolvimento tecnológico e trazê-los para a sala, seja por exposição verbal, exibição de pequenos vídeos ou compartilhamento de textos e páginas da internet. Destaque que os exemplos trazidos podem envolver

1. Agora, a partir do texto, de seus conhecimentos e do debate com os colegas, responda às questões:

- a. Alguma tecnologia que você utiliza em seu cotidiano se encaixa em uma das definições apresentadas? Cite exemplos de tecnologias de **mecanização, automação, computação e digitalização, e informatização.**

**Espera-se que o (a) estudante liste exemplos de tecnologias como detectores de movimento, lombadas eletrônicas, temporizadores, relés, câmeras de segurança, smartphones, termostatos etc.**

---



---



---

- b. Na sua opinião a mudança tecnológica é motivada por quais fatores? Justifique sua resposta.

**A resposta é pessoal. A intenção é que o (a) estudante perceba que as duas possibilidades são válidas, e que a criação de uma solução automatizada não acontece sem a aliança da pesquisa científica e o conhecimento com a necessidade de resolução de um determinado problema ou a existência de benefícios gerados por sua aplicação. Neste momento, não se espera que os (as) estudantes consigam formular claramente essa resposta. Utilize as respostas dadas pelos estudantes para, a partir delas, propor esse debate.**

2. Reúna-se em grupo com quatro colegas. Com eles, você realizará uma pesquisa envolvendo duas temáticas centrais. Na próxima aula, vocês farão uma rápida exposição dessa pesquisa para o restante da turma.

#### ETAPA 1 – Como o mundo era antes disso tudo?

Esta etapa da pesquisa deverá apontar o contraste entre as tecnologias contemporâneas e as utilizadas no passado. Você pode pesquisar esse assunto na internet, em livros de história, em jornais e revistas antigos ou entrevistar pessoas das gerações passadas.

Converse com seus pais, vizinhos e avós e busque compreender como a tecnologia mudou os seus costumes, sua forma de se vestir e se locomover pela cidade, as formas de comunicação, a produção de alimentos, utensílios, materiais etc.

Decida com o grupo quais tarefas serão delegadas para cada integrante e, juntos, definam a forma como a investigação será apresentada para o restante da turma, o que acontecerá na próxima aula.

os efeitos dessas tecnologias sobre os usuários, os processos produtivos, a saúde ou qualidade de vida humana e o meio ambiente, e que a pesquisa também deve buscar explicações para a ocorrência desses efeitos. Se desejar, você pode indicar temas a serem pesquisados ou dividi-los entre os grupos. São exemplos de temas: energia nuclear, clonagem, desenvolvimento de medicamentos, desenvolvimento industrial, exploração dos recursos energéticos, transgênicos, inteligência artificial e desenvolvimento das telecomunicações.

Na aula seguinte, organize a exposição dos estudantes. Se necessário, disponibilize meios audiovisuais para a exposição de vídeo. Pode ser interessante, também,

organizar um modo virtual para os estudantes compartilharem material, como um grupo em uma rede social ou uma pasta de arquivos compartilhados. Ao longo da exposição dos grupos, organize um quadro à frente da sala para que os estudantes preencham com as vantagens e desvantagens dos avanços tecnológicos e do uso de mecanização, automação, computação e digitalização e informatização. Procure, também, ao longo da exposição, levantar as questões que julgar pertinentes. Ao final da aula, proponha que os estudantes formulem quatro ou cinco questões que sistematizem as reflexões feitas pelos grupos e ao longo das exposições, ou que tenham ficado em aberto e que julgarem pertinentes para compreender ou avaliar os efeitos sociais, econômicos e ambientais das tecnologias abordadas. Novamente, proponha alterações e reformulações das questões, se achar pertinente, sempre tendo em mente que elas serão utilizadas para a realização do “World Café” na Aula 3. A partir do world café, poderá ser feito um debate-síntese sobre o tema. Para a realização da **Atividade 3**, organize as cadeiras em vários grupos de quatro ou cinco integrantes, conforme o número de estudantes e de perguntas formuladas. Escolha um(uma) estudante para

ser o(a) anfitrião(ã) de cada grupo, ao qual será associada também uma das perguntas formuladas no final da Aula 3. Os anfitriões ficarão responsáveis por registrar os debates realizados naquele grupo, sistematizá-los e expô-los à turma no final da aula. Então, leia com a turma o enunciado da atividade no Material do Estudante, que explica como se dará a dinâmica do “World Café”. Certifique-se de que todos tenham compreendido o enunciado e dê início à atividade. Após a realização do debate em grupo, reserve um tempo curto para que os anfitriões exponham à turma o que foi debatido na sua estação. Com essa exposição, encerre a aula. Na Aula 4, propomos a realização de um breve estudo de caso sobre o efeito das tecnologias de informação e comunicação na vida cotidiana dos estudantes. Inicie a aula propondo a leitura, coletiva ou individual, do texto presente na Atividade 4. Promova um rápido debate sobre as informações apresentadas no texto e, em seguida, exiba aos estudantes os vídeos *CELULAR FAZ MAL? O QUE A NEUROCIÊNCIA DIZ* | Claudia Feitosa-Santana (até o minuto 7. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=tqJ400hWOiQ>. Acesso em: 05 abril 2022) e *Como um grupo de empresas de tecnologia controla bilhões de mentes todos os dias* (até o minuto 7. Disponível em: [https://www.ted.com/talks/tristan\\_harris\\_](https://www.ted.com/talks/tristan_harris_)

#### ETAPA 2 - Estudo de caso.

Escolha com o grupo uma tecnologia que você e seus colegas usam no dia a dia e que envolva processos de mecanização, automação, computação/digitalização ou informatização. Na investigação, procurem abordar os seguintes temas:

- a. Como a tecnologia escolhida funciona? Quais os princípios envolvidos?
- b. Como eram realizadas as tarefas associadas a essa tecnologia antes do seu advento? Que mudanças ela trouxe?
- c. Quais as vantagens e desvantagens do uso dessa tecnologia?

**3.** Nesta atividade você e seus colegas são convidados a participar de um “world café”. O “world café” é uma metodologia de conversa que estimulará sua criatividade e possibilitará a troca de aprendizagens coletiva e uma sistematização sobre os efeitos positivos e negativos do desenvolvimento tecnológico.

As cadeiras da sala estarão organizadas em pequenos grupos. Cada um deles será associado a uma das perguntas que estudantes formularam no final da aula anterior. Além disso, haverá um (uma) “anfitrião” (ã) para cada grupo/pergunta, que ficará sempre no mesmo grupo e será responsável por sistematizar os debates realizados em cada estação. Os demais participantes farão uma rotação, devendo passar em todos os grupos ao longo da atividade.

Cada grupo de conversa deverá debater uma das questões formuladas — que poderá ser lembrada pelo(a) anfitrião(ã) — durante dez minutos. O(a) anfitrião(ã), por sua vez, deverá facilitar a discussão, dando a palavra para cada participante, estimulando sua participação e evitando interrupções desnecessárias. Por fim, o(a) anfitrião(ã) registrará em sua planilha a conclusão ou os apontamentos realizados pelo grupo para cada pergunta.

Passado o tempo destinado ao debate, os participantes poderão sair de seus lugares e se dirigir a outra roda de conversa. Assim que os colegas estiverem sentados, o(a) anfitrião(ã) deverá apresentar novamente a questão a ser debatida, além de uma visão geral sobre o que o grupo anterior debateu. O processo se repetirá até que todos os estudantes tenham passado por todos os grupos.

A última etapa da atividade consiste em disseminar as informações. Todos os participantes podem formar uma grande roda de conversa e expor as questões que acharam mais relevantes nas discussões.

*how\_a\_handful\_of\_tech\_companies\_control\_billions\_of\_minds\_every\_day*. Acesso em: 05 abril 2022). A seguir, debata os vídeos com a turma. Questione se os estudantes já sabiam dos efeitos relatados nos vídeos e se sentem algum deles. Procure levantar também as questões éticas relacionadas ao papel das grandes empresas de internet no uso que fazemos do telefone celular. A partir desse debate, levante os aspectos positivos e negativos dos meios de comunicação utilizados hoje, em especial os meios digitais mais usados pelos jovens, além dos aspectos éticos já citados. Questione os estudantes sobre as formas de minimizar os efeitos nocivos relatados nos vídeos e levantados pela turma. Após o debate, organize-os em grupos e peça que anotem os pontos positivos e negativos dos meios de comunicação, bem como suas propostas anteriores para mi-

4. Nesta atividade, vamos aprender e debater um pouco sobre os efeitos das novas formas de comunicação sobre as nossas vidas. Leia o texto a seguir e assista aos vídeos exibidos pelo professor.

**A internet das coisas: o que é isso?**

A aula de hoje tratará sobre a internet das coisas (IoT, do inglês *internet of things*). Talvez você e seus colegas nunca tenham ouvido falar dela, mas é provável que utilizem o tempo todo algum dispositivo inteligente conectado à *world wide web* (internet).



Créditos: Pixabay.com

Legenda: Smartwatch com diversas funções inteligentes

Agora, vamos aprender um pouco mais sobre as tecnologias *smart*, por meio de uma leitura complementar. Após o texto, reflita sobre a forma como os objetos têm mudado de acordo com a chegada da *internet das coisas*.

Diversos objetos que tinham uma função simples, como o **relógio** por que deveria marcar a passagem do tempo passaram a desempenhar uma enorme gama de funções inteligentes como:

- Responder e/ou reproduzir mensagens de celular;
- GPS;
- Transmitir dados de saúde como batimentos cardíacos, pulsação, concentração de oxigênio e temperatura) diretamente para o smartphone;
- Realizar pagamentos por aproximação.

Estas novas funcionalidades, quando empregadas a um dispositivo comum, como um simples relógio, fazem dele um relógio inteligente. Para que tais funcionalidades sejam possíveis, uma grande quantidade de sensores precisa estar em funcionamento o tempo todo, coletando informações diversas como:

- Temperatura.
- Tempo.
- Pressão.
- Velocidade.
- Luminosidade.
- Aceleração.
- Corrente elétrica.
- Som.



nimizar os pontos negativos. Os estudantes deverão, em posse de tais informações, produzir um panfleto voltado para o público jovem que estimule o uso consciente dos meios de comunicação e alerte para seus possíveis malefícios. Os panfletos poderão ser produzidos em *notebooks*, *tablets*, *smartphones* ou cartolina. É importante o uso de imagens, gráficos, infográficos e cores para tornar o panfleto interessante e chamativo. Depois de criarem os panfletos, os estudantes poderão reproduzi-los em fotocopiadoras – se esses equipamentos estiverem disponíveis – ou compartilhá-los em suas redes sociais.

Na **Atividade 5** utilizaremos a metodologia de rotação por estações. A ideia consiste

em organizar um circuito de estações dentro da sala de aula. Cada estação deverá apresentar uma atividade ou forma de interação com o conteúdo abordado. Nesta atividade, trabalharemos as implicações éticas relacionadas ao desenvolvimento tecnológico. Enquanto o tema é o único elemento comum a todas as estações, as atividades propostas e os tópicos devem ser diferentes. As estações podem utilizar vários recursos, tais como:

- ler notícias, artigos, revistas, textos etc.;
- ouvir podcasts, programas de rádio, músicas e gravações;
- assistir a vídeos, documentários curtos, animações e reportagens;
- aplicativos com interação, jogos, desafios, cards com perguntas, charadas, enigmas etc.;
- realizar a análise de gráficos, imagens, dados, infográficos e mapas.

Quanto ao debate sobre a ética do desenvolvimento tecnológico, podemos trabalhar, de forma separada ou simultânea, temas como:

- energia nuclear;
- bombas nucleares;
- clonagem;
- desenvolvimento de medicamentos;
- transgênicos;
- segurança digital.

Para a elaboração das atividades em cada estação, o(a) professor(a) poderá orientar grupos de estudantes para auxiliá-lo(a) a encontrar temas e/ou atividades relevantes. Para ajudá-lo(a), deixamos algumas sugestões:

**Padlet** – O site [padlet.com](http://padlet.com) permite que o usuário crie um painel digital em que diversas informações sobre um tema são compiladas de forma intuitiva. É possível anexar imagens, vídeos, gifs, links, desenhos, podcasts etc.

- Para instruções sobre o modo de usar o padlet, visite a página [Como Usar o Padlet](http://www.wikihow.com/Como-Usar-o-Padlet), no wikiHow.

- Exemplos de padlets (em inglês):

- » *Timeline of Apollo Missions.*

- » *KWL: Giraffes.*

- » *Map of the Most Populous Cities in the World.*

**Simulações do Phet** – O site da Universidade do Colorado fornece uma vasta quantidade de simulações sobre ciências. Por meio dele, o(a) estudante pode interagir com um experimento de forma digital, testando possibilidades e aprendendo durante o processo.

**Canva** – O site [canva.com](http://canva.com) permite criar desde infográficos até vídeos com efeitos, imagens, áudios etc. É uma ferramenta bastante versátil.

**Jamboard** – A ferramenta do Google permite a

- Vídeo.
- Localização por GPS.
- Orientação do campo magnético etc.

As informações extraídas por esses sensores são então processadas e transmitidas aos smartphones ou à internet por meio de redes sem fio, como o Bluetooth e o Wi-Fi, e podem alimentar os dados de saúde de um indivíduo, salvos diretamente na **nuvem**.

No futuro, com a implementação do 5G – uma rede de telecomunicações mais rápida que a atual –, é esperado que os carros inteligentes, ou seja, que não necessitam de motorista, tornem-se cada vez mais populares.

Agora que assistiram aos vídeos propostos pelo(a) professor(a), você e seus colegas devem se organizar em grupos de até cinco integrantes para debater brevemente os prós e contras do uso das tecnologias de telecomunicação.

Com seus colegas, anote em uma folha todos os pontos negativos e positivos e, em seguida, elabore um panfleto que informe as pessoas sobre a prevenção, os cuidados, os malefícios e os benefícios propiciados pelas tecnologias da telecomunicação.

Anotem em uma folha todos os pontos negativos e positivos e em seguida, vocês deverão elaborar um panfleto que alerte as pessoas sobre a prevenção, os cuidados, os malefícios, bem como os benefícios propiciados pelas tecnologias da telecomunicação.

O panfleto deverá ser voltado para o público jovem, de idade similar à de sua turma. Portanto, a linguagem usada, apesar de formal, deverá ser acessível e de fácil leitura. Também é interessante que o panfleto seja visualmente atrativo. Para tanto, ele poderá conter elementos como figuras, infográficos, gráficos, cores e um layout inteligente, que facilite a leitura e dê foco ao que é mais importante.

Converse com a(a) professor(a): seu panfleto poderá ser reproduzido e distribuído para outros estudantes para estimular o uso consciente de dispositivos como os smartphones, tablets, relógios inteligentes, fones de ouvido sem fio, notebooks etc.

**5. Olá, estudante!** Nesta atividade, investigaremos as implicações éticas relacionadas ao desenvolvimento tecnológico. Para isso, vamos criar diferentes estações de conhecimento na sala de aula. Cada estação deverá utilizar uma atividade e/ou recurso diferente para tratar do mesmo tema central: ética e desenvolvimento tecnológico.

#### ETAPA 1 - Montagem da estação

Em comum acordo com o (a) professor (a), junte-se a um grupo de até cinco estudantes e escolha um dos recursos citados pelo (a) professor (a) para criar uma atividade para a sua estação. Esta atividade deve estar relacionada à temática: **ética e desenvolvimento da tecnologia**.

Você e seus colegas poderão usar vídeos do youtube, simulações, documentários, podcasts, quizzes, jogos etc. Peça ajuda ao(a) professor(a) para que a atividade disponível em sua estação seja adequada a um tempo de 15 minutos

#### ETAPA 2 - Rotação

Agora que o seu grupo já formulou uma atividade, você e seus colegas deverão passar nas outras estações, assistindo aos vídeos ou realizando as atividades propostas pelos outros grupos. A atividade acaba quando você e seus colegas já tiverem rotacionado por todas as estações.

criação de painéis interativos que podem ser compartilhados e editados ao vivo, de forma coletiva.

**Biblioteca Nacional Digital** – O site da Biblioteca Nacional oferece uma ferramenta que permite consultar publicações de acordo com o período, o tema e até mesmo a localização.

**Britannica Escola** – A enciclopédia Britannica tem um site voltado para a educação. Nele, é possível encontrar uma vasta quantidade de artigos e textos introdutórios de temas variados.

**Wordwall** – Este site permite criar atividades interativas como questionários, pala-

Você e seus colegas poderão começar seu circuito em qualquer estação, no entanto, deverão passar por todas elas, sem repetir nenhuma.

### ETAPA 3 - Compartilhando informações

Com seus colegas, organize uma grande roda e comente com a turma e o(a) professor(a) as atividades que mais gostou de fazer e o que achou mais importante e/ou curioso sobre o tema abordado. A partir das atividades realizadas e das impressões que elas suscitaram, procure levantar as diferentes relações existentes entre ética, tecnologia e conhecimento, tendo sempre em vista o impacto do desenvolvimento tecnológico em nosso cotidiano. Retome também as discussões e os conhecimentos construídos nas aulas e atividades anteriores.

### Referências bibliográficas

ARBIX, GLAUCO et al. O BRASIL E A NOVA ONDA DE MANUFATURA AVANÇADA: O que aprender com Alemanha, China e Estados Unidos. Artigo baseado no estudo "Políticas de inovação e manufatura avançada" Novos estudos CEBRAP [online]. 2017, v. 36, n. 3 [Acessado 19 Julho 2021], pp. 29-49.

Leal, Carlos Ivan Simonsen e Figueiredo, Paulo N. Inovação tecnológica no Brasil: desafios e insumos para políticas públicas. Revista de Administração Pública [online]. 2021, v. 55, n. 3 [Acessado 5 Agosto 2021], pp. 512-537.

Negri, Patrick. O que é automação e quais os benefícios para as empresas. Site da internet. Disponível em: <https://www.iugu.com/blog/o-que-e-automacao>. Acesso em 12/06/2021.

Paulin, Alois. (2018). Digitalisation vs. Informatisation: Different Approaches to Governance Transformation. Central and Eastern European eDem and eGov Days. 331. 251-261. 10.24989/ocg.v331.21.

Firmino, Roberta. Site Imaginie Educação. Rotação por estações. Disponível em: <https://educacao.imagineie.com.br/rotacoes-por-estacoes/>. Acesso em 12/07/2021.

### FINALIZANDO

Professor, a partir da discussão realizada na Etapa 3 da Atividade 5, (*Compartilhando Informações*), procure retomar os principais conceitos e debates construídos a partir de todas as atividades realizadas, realizando uma síntese dos diversos elementos envolvidos na relação entre Ciência, Tecnologia e Ética, considerando como ponto articulador desses elementos o impacto das diferentes tecnologias na nossa vida cotidiana, social, econômica e no meio ambiente. Aproveite também esse momento, se for o caso, para tirar dúvidas, retomar pontos que tenham ficado falhos, registrar todas as etapas das atividades e realizar a avaliação da aprendizagem durante todo o processo.

vras cruzadas, caça-palavras etc.

**MindMeister** – Por meio do MindMeister, é possível criar mapas mentais de forma colaborativa e intuitiva.



COORDENADORIA PEDAGÓGICA  
Viviane Pedroso Domingues Cardoso

DIRETORA DO DEPARTAMENTO DE  
DESENVOLVIMENTO CURRICULAR E DE GESTÃO  
PEDAGÓGICA  
Valéria Tarantello de Georget

CENTRO DE ENSINO MÉDIO – CEM  
Ana Joaquina Simões Sallares de Mattos Carvalho

ASSESSORIA TÉCNICA  
Aline Navarro  
Barbara Tiemi Aga Lima  
Cassia Vassi Beluche  
Deisy Christine Boscaratto  
Isabel Gomes Ferreira  
Isaque Mitsuo Kobayashi  
Silvana Aparecida de Oliveira Navia

EQUIPE CURRICULAR DE CIÊNCIAS DA NATUREZA  
- ENSINO MÉDIO  
Fabiana Alves dos Santos  
Marcelo Peres Vio  
Silvana Souza Lima

EQUIPE DE ELABORAÇÃO  
Raph Gomes Alves  
Renato Moura  
Gabriela Camargo Campos  
Rafael Helerbrock  
Elisa Rodrigues Alves  
Isadora Lutterbach Ferreira Guimaraes  
Tatiane Valéria Rogério de Carvalho  
Giovanna Reggio  
Lílian Schifnagel Avrichir  
Marlon Marcelo  
Veridiana Rodrigues Silva Santana.

REVISÃO DE LÍNGUA:  
Aleksandro Nunes  
Alexandre Napoli  
Aline Lopes Ohkawa  
Rodrigo Luiz Pakulski Vianna  
Romina Harrison.

PROJETO GRÁFICO E DIAGRAMAÇÃO  
André Coruja  
Rayane Patrício  
Sâmella Arruda  
Wellington Costa  
Julio Claudius Giraldes Junior  
Eliza Natsuko Shiroma

## PROGRAMA DE ENFRENTAMENTO À VIOLÊNCIA CONTRA MENINAS E MULHERES DA REDE ESTADUAL DE SÃO PAULO

### NÃO SE ESQUEÇA!

Buscamos uma escola cada vez mais acolhedora para todas as pessoas. Caso você vivencie ou tenha conhecimento sobre um caso de violência, denuncie.

### ONDE DENUNCIAR?

- Você pode denunciar, sem sair de casa, fazendo um Boletim de Ocorrência na internet, no site: <https://www.delegaciaeletronica.policiacivil.sp.gov.br>.
- Busque uma Delegacia de Polícia comum ou uma Delegacia de Defesa da Mulher (DDM). Encontre a DDM mais próxima de você no site <http://www.ssp.sp.gov.br/servicos/mapaTelefones.aspx>.
- Ligue 180: você pode ligar nesse número - é gratuito e anônimo - para denunciar um caso de violência contra mulher e pedir orientações sobre onde buscar ajuda.
- Acesse o site do SOS Mulher pelo endereço <https://www.sosmulher.sp.gov.br/> e baixe o aplicativo.
- Ligue 190: esse é o número da Polícia Militar. Caso você ou alguém esteja em perigo, ligue imediatamente para esse número e informe o endereço onde a vítima se encontra.
- Disque 100: nesse número você pode denunciar e pedir ajuda em casos de violência contra crianças e adolescentes, é gratuito, funciona 24 horas por dia e a denúncia pode ser anônima.

