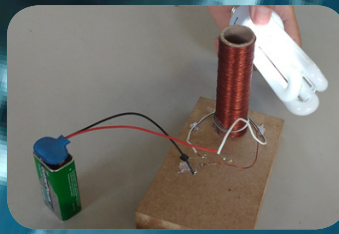




Propriedade dos ímãs p. 26



Mini bobina de Tesla p. 26



"Blindando" um celular p. 27

# A NEUTRALIDADE DA CIÊNCIA E DA TECNOLOGIA: UMA PROPOSTA SOBRE NANOCIÊNCIA

PLUS

- \* Uso de narrativas no Ensino de Física p. 22
- \* Debates com enfoque CTS p. 25
- \* Visita a um laboratório de Nanotecnologia p. 28
- \* Confecção de HQ's p.30

# A apresentação

ESTE PRODUTO EDUCACIONAL FOI DESENVOLVIDO NO MESTRADO NACIONAL PROFISSIONAL EM ENSINO DE FÍSICA, POLO UNB, E TEM COMO OBJETIVO APRESENTAR UMA ABORDAGEM FUNDAMENTADA NA PERSPECTIVA CIÊNCIA-TECNOLOGIA-SOCIEDADE (CTS), PARA OS CONTEÚDOS DE FÍSICA DO TERCEIRO ANO DO ENSINO MÉDIO.



Com isso, pretendemos contribuir para o desenvolvimento de questionamentos em torno dessa temática e para a atribuição de sentido ao conhecimento científico escolar, ajudando a responder a famosa pergunta dos estudantes: "professora, onde eu vou usar isso?"

Escolhemos uma temática contemporânea, repleta de incertezas, a Nanociência e Nanotecnologia, por entendermos que é importante que a sociedade compreenda e participe das discussões relacionadas a ela. Ela permite muitas discussões e reflexões sobre a tríade CTS, e, além disso, possibilita a contextualização dos conceitos de Física. O conteúdo curricular aqui escolhido foi o eletromagnetismo. Primeiramente, devido às suas relações com a temática em questão; também, porque a sua abrangência de conceitos e seus fenômenos despertarem a curiosidade dos estudantes, mas com tudo isso as suas equações e conceitos abstratos ainda os assustam. Daí a importância de um ensino contextualizado desse conteúdo, com exemplos que facilitem a aprendizagem dos nossos discentes. Esperamos que este material ajude a enriquecer as suas aulas e possa contribuir para um ensino de Física comprometido com a formação cidadã dos alunos.

# Sumário

## 2 APRESENTAÇÃO

## 5 CIÊNCIA-TECNOLOGIA-SOCIEDADE

Educação CTS e a superação da visão da Ciência e Tecnologia neutras.

## 8 A CIÊNCIA É NEUTRA?

Teses da não neutralidade da produção científico-tecnológica.

## 10 NANOCIÊNCIA E NANOTECNOLOGIA

Magnetismo e suas peculiaridades na escala nanométrica.

## 12 MAGNETISMO

Conceitos básicos de Eletromagnetismo

## 16 a 30 SEQUÊNCIA DIDÁTICA

Aula 1 - Nanociência e Nanotecnologia - implicações e aplicações na sociedade.

Aula 2 - Introdução dos conceitos de magnetismo.

Aula 3 - Aproximar os alunos a ciência e a tecnologia por meio de narrativas

Aula 4 - Peculiaridades do nanomagnetismo



Cartilha educacional oriunda de uma dissertação do Mestrado Nacional Profissionalizante em Ensino de Física - MNPEF - Universidade de Brasília

Autora: **Francisca Vânia Pereira Rodrigues**

Orientadora: **Profa. Dra. Roseline Beatriz Strieder**

Dezembro de 2019



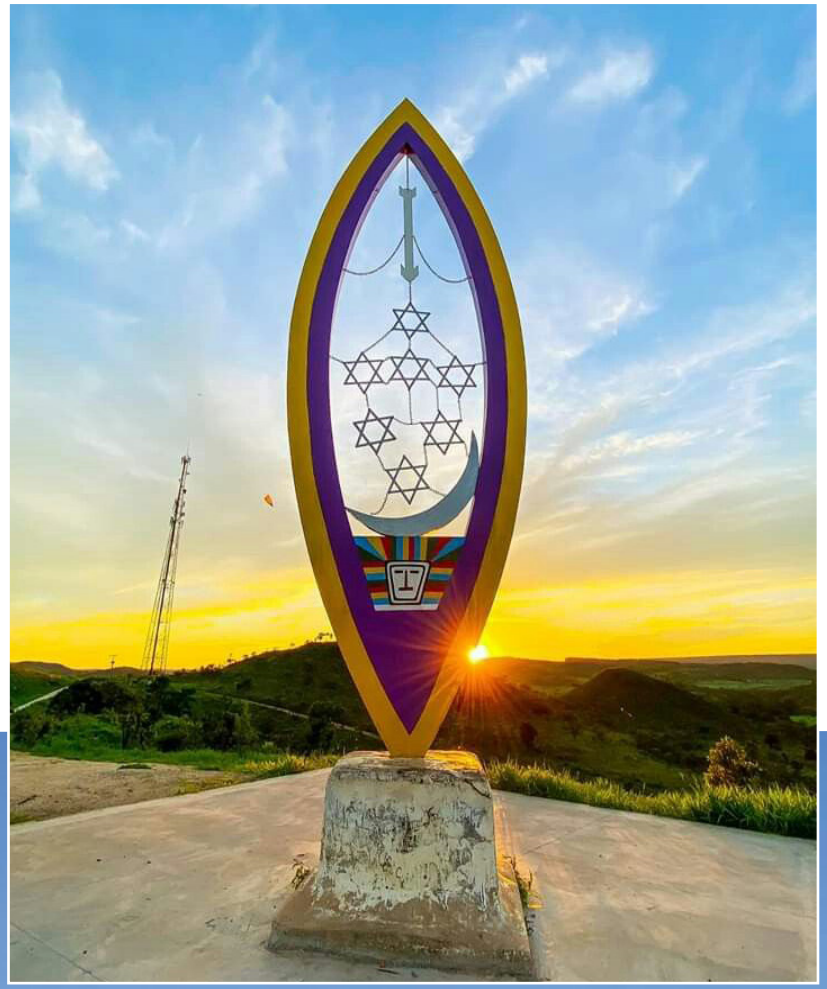
.....  
Aula 5 - Como ocorre o desenvolvimento científico tecnológico? Há ou não neutralidade?

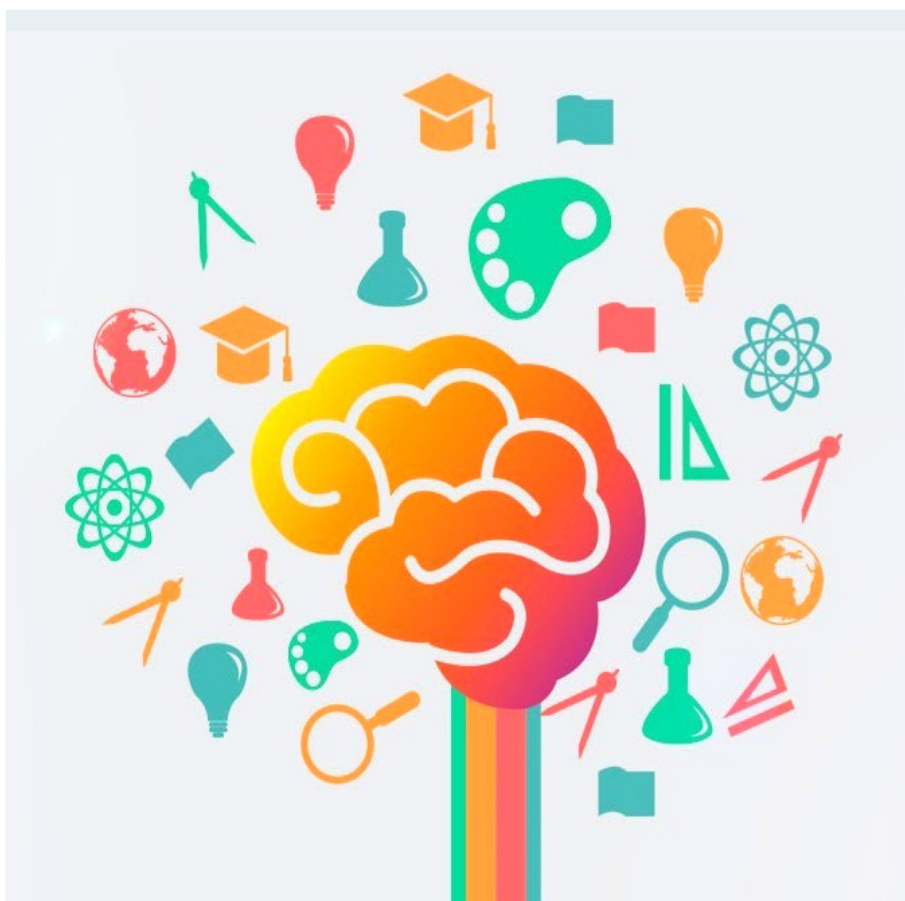
.....  
Aulas 6 e 7 - Visita a um laboratório de pesquisas em Nanociência e Nanotecnologia

.....  
Aula 8 - Física e cultura: Construção de uma história em quadrinhos numa abordagem em CTS (Avaliação)

### 31 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

.....





Fonte: <https://ipemig.com.br/wp-content/uploads/2019/01/neuro-1.jpg>

## Educação CTS e a superação da visão de *Ciência e Tecnologia* neutras

Na primeira metade do século passado, tivemos vários agravos e desastres mundiais envolvendo o desenvolvimento tecnológico e científico, como: guerra do Vietnã; guerra fria; armas químicas e biológicas; catástrofes ambientais; armas nucleares. Isso potencializou a preocupação de muitos intelectuais e também

militantes com as consequências dessas produções para o meio ambiente e para a sociedade. Eles passam a questionar de forma mais intensa e a perceber que tais avanços não estão ligados, de forma linear, ao bem-estar social e à melhoria da qualidade de vida de todas as pessoas. (STRIEDER, 2012).

Os questionamentos que se intensificaram nessa época, envolveram não apenas os intelectuais, mas também os ativistas e ambientalistas que irão compor o movimento CTS. Portanto, no final da década de 1960 e início de 1970, os estudos em ciência, tecnologia e sociedade (ECTS) começam a ganhar força e um novo rumo frente ao descontentamento causado pelos avanços tecnológicos e o fracasso da hegemonia científica, que não estava contribuindo com a qualidade de vida de toda a sociedade.

Os ECTS, desde sua origem, estão divididos em três importantes direções: no campo da pesquisa acadêmica, no campo das políticas públicas e no campo da educação. Essas três linhas foram influenciadas pelas tradições dos Estados Unidos da América e da Europa. As tradições europeias estavam voltadas para as pesquisas acadêmicas que enfatizavam, dentre outros fatores que a ciência e a tecnologia eram determinadas por

aspectos culturais, políticos, econômicos e pelo contexto social. Enquanto a influência norte-americana estava ligada às consequências sociais e ambientais resultantes das mudanças científico-tecnológica e seus agravantes na sociedade (LINSINGEN, 2007).

Frente a essa problemática começam a surgir os currículos com ênfase em uma educação voltada à formação científica e tecnológica, abordando os aspectos políticos, econômicos e éticos, não mais apenas os conteúdos, como no ensino tradicional. Surgindo primeiro nos países industrializados, como Europa e Estados Unidos, locais onde se desenvolveu primeiro o movimento CTS (MORTIMER; SANTOS,

2000).

No Brasil, este movimento começa a se manifestar no período de 1970-1980 na busca de um novo paradigma para o ensino de Ciências, que visava explorar novas estratégias de ensino, gerar a oportunidade da participação e opinião dos professores nos projetos, e principalmente a insatisfação do modelo experimental. Isso provocou um redirecionamento da pesquisa sobre os currículos de ciências, que começaram a inserir objetivos com base no contexto político, econômico e social do país. Levando em consideração a necessidade de buscar novas fontes de dados que se não se circunscrevessem à mera coleta e análise de

resultados dos exames feitos pelos alunos apenas com base em métodos científicos (KRASILCHIK, 1987).

Ainda sobre a origem no Brasil, Santos e Mortimer (2000) trazem os principais trabalhos que contribuíram para a perspectiva CTS. Com os dados fornecidos por estes autores, criamos a tabela ao lado

### Materiais didáticos e projetos

#### curriculares brasileiros elaborados na perspectiva CTS

	Período	Autor
Projeto Unidades Modulares de Química	1987	AMBROGI <i>et al</i>
As propostas pedagógicas de LUTFI	1988 e 1992	LUTFI
A coleção de livros do Grupo de Pesquisa em Ensino de Química da USP	1993, 1995, 1998	GEPEQ – USP
A coleção de livros de física do GREF	1990, 1991, 1993	GREF
O livro Química na Sociedade	2000	MÓL e SANTOS
O livro Química, Energia e Ambiente	1999	MORTIMER, MACHADO e ROMANELLI
Proposta Curricular de Ensino de Química da CENP/SE do Estado de São Paulo	1988	CENP/SE do Estado de São Paulo
As recomendações para o currículo do magistério de CISCATO e BELTRAN	1991	CISCATO e BELTRAN
A Proposta Curricular de Química para o Ensino Médio do Estado de Minas	1998	MORTIMER, MACHADO e ROMANELLI

Todos estes trabalhos e intervenções foram cruciais para uma reformulação do currículo do ensino de ciências no Brasil.

Mesmo sem estarem fundamentados na perspectiva CTS, provocaram mudanças na forma de ensinar e aprender ao abordar os conteúdos a partir de fenômenos e situações do cotidiano, de problemas sociais, de aparatos tecnológicos e/ou do cenário político e econômico da época. Ou seja, não apresentavam meramente um conhecimento técnico sem aplicação na vivência do nosso aluno.

Portanto, ainda que de forma embrionária e pouco explícita, esse movimento passou a integrar o currículo universitário, o ensino básico e fundamental. No entanto, não há um consenso sobre como trabalhar as relações CTS nos currículos de ensino, ou seja, o movimento não tem objetivos, nem metodologias ou conteúdos bem definidos. Pode-se abordar as relações CTS como tema principal, ou inserir dentro do conteúdo como algo motivacional ou ainda como conteúdo primário, deixando em segundo plano os conteúdos científicos. Por isso é preciso buscar práticas mais aprofundadas e críticas em termos de concepções curriculares para sinalizar a necessidade de outros conhecimentos e valores que devem ser

contemplados na educação (AULER; ROSO, 2016).

Apesar da abrangência e diversidade dos objetivos almejados quando se trabalha com um currículo pautado na educação CTS, optamos por tratar aqui da perspectiva dos compromissos sociais. Pois, acreditamos que o ensino sob esta óptica deve proporcionar a participação da sociedade na tomada de decisões sobre ciência e tecnologia de forma a incentivar em nossos educandos o exercício da cidadania e isso está relacionado ao propósito dos compromissos sociais (STRIEDER, 2012).

Sobre esse posicionamento, Strieder (2012) traz em sua tese as articulações entre o enfoque CTS e a educação proposta por Paulo Freire. Propiciar, segundo a autora, uma base formativa de compreensão crítica sobre o desenvolvimento em CT e a intervenção social, quando necessária. De modo a resgatar a dimensão política do movimento CTS, na busca da igualdade social por meio da educação. Não trabalhar apenas os conteúdos de forma “bancária” como diz Freire, mas de forma contextualizada.

Para a autora essa base formativa deve transcender as discussões realizadas em sala de aula, embora envolvam as interações entre ciência, tecnologia e sociedade, só isso

não basta para gerar a iniciativa de tomada de decisões de forma democrática, é necessário que haja uma intervenção na realidade (STRIEDER, 2012). A cultura do nosso país não está enraizada na democracia, a população não participa de forma crítica das mudanças ao seu redor, assim afirma Freire,

Daí não ser possível compreender nem a transição mesma, com seus avanços e seus recuos, nem entender o seu sentido anunciador, sem uma visão de ontem. Sem a apreensão, em suas raízes, no caso brasileiro, de uma de suas mais fortes marcas, sempre presente e sempre disposta a florescer, nas idas e vindas do processo: a nossa inexperiência democrática. (FREIRE, 1967, P. 66)

Trazendo esta fala de Freire para o contexto atual, dentro da nossa educação brasileira, enxergamos a necessidade de intervir na formação dos nossos educandos, não apenas no campo do saber científico, mas quanto a sua formação crítica cidadã, sejam capazes, ao sair do ensino médio de tomar e participar dos acontecimentos que envolvam as relações CTS.

Para isso, é preciso discutir questões relacionadas à não neutralidade da ciência e do desenvolvimento tecnológico, a fim de proporcionar espaços participativos e a percepção da necessidade de desenvolver compromissos sociais frente aos avanços em CT e as suas implicações na sociedade.

# A CIÊNCIA É NEUTRA



## Teses da não neutralidade na produção científico-tecnológica

A ciência, assim como a tecnologia são áreas do conhecimento produzidas por pessoas, ou seja, seres com valores, culturas, convicções, crenças e que fazem “algo” pensando em aplicar esse “algo”. Então, como “algo” feito por um humano poderá ser neutro, puro ou absoluto, sem nenhuma influência do produtor e do meio em que foi produzido?

Diante dessa interrogação começa-se a reflexão sobre os fatores determinantes da não neutralidade científico-tecnológica, como a política, a economia, a religião, a cultura e as demandas sociais como um todo. Como por exemplo, a produção das máquinas térmicas, que tiveram sua criação com o objetivo de diminuir o trabalho manual, reduzir tempo, gasto, mão de obra,

aumento de produção. Para tal feito tem-se as leis da ciência aplicada a uma tecnologia para um uso social. Tem-se aí um conjunto influenciado e determinado por fatores externos, em que pode-se destacar as mudanças nas políticas públicas, com a transição do campo para a cidade, a economia que antes era familiar, para a empresarial, alteração na logística de saúde pública, e a evolução dos aparatos tecnológicos e as mudanças que estes causaram na vida das pessoas e no meio ambiente.

Para Auler (2002), é possível comprovar a não neutralidade da ciência e da tecnologia a partir de quatro fatores:

- I. O direcionamento dado à atividade científico-tecnológica;
- II. A apropriação do conhecimento científico-tecnológico;
- III. O conhecimento científico produzido;
- IV. O produto tecnológico e suas relações com a sociedade.



O primeiro fator é determinado por decisões políticas, como por exemplo, usar o conhecimento da ciência para a obtenção de lucros privados, ou para o uso dos governos em enfrentamento de guerras e uma pequena contribuição para a melhoria da sociedade. O motivo dessa disparidade quando o assunto é benefício social é o quesito econômico, pois a área que terá maior avanço será a que está ligada diretamente a produção de lucros privados. Auler citando Hobsbawm (1996), aborda em suas discussões, uma análise a respeito do quanto as decisões dos cientistas são determinadas e influenciadas pelos financiamentos externos a ciência e as demandas de mercado, isso acaba tirando a autonomia e aumentando os limites e critérios para o avanço científico, no qual terá benefício aquele que tiver a maior quantidade de dinheiro envolvido.

O segundo fator está ligado à produção do conhecimento científico-tecnológico, em que tal produto não ocorre de maneira igualitária, pois a sua utilização é definida pelo sistema político. Pode-se a partir dessa produção identificar as evidências da não neutralidade da CT, principalmente no ramo da tecnologia.

O terceiro fator faz uma discussão sobre a produção do conhecimento científico, traz o paradoxo da ciência absoluta x ciência não neutra. Alguns autores como Merton, referenciado por Auler, acreditava que a ciência não sofria influência dos fatores externos a ela, o pesquisador estaria isento, pois havia um conjunto de normas, os chamados "imperativos da ciência" que garantiam isso. Como também o método científico, seria outro aspecto determinante para deixar tal conhecimento neutro, absoluto.

Entretanto é improvável a existência de um conhecimento puramente intelectual, visto que quem produz tal conhecimento é um ser humano, que possui valores, crenças, convecções, ideologias. Não apenas isso, mas

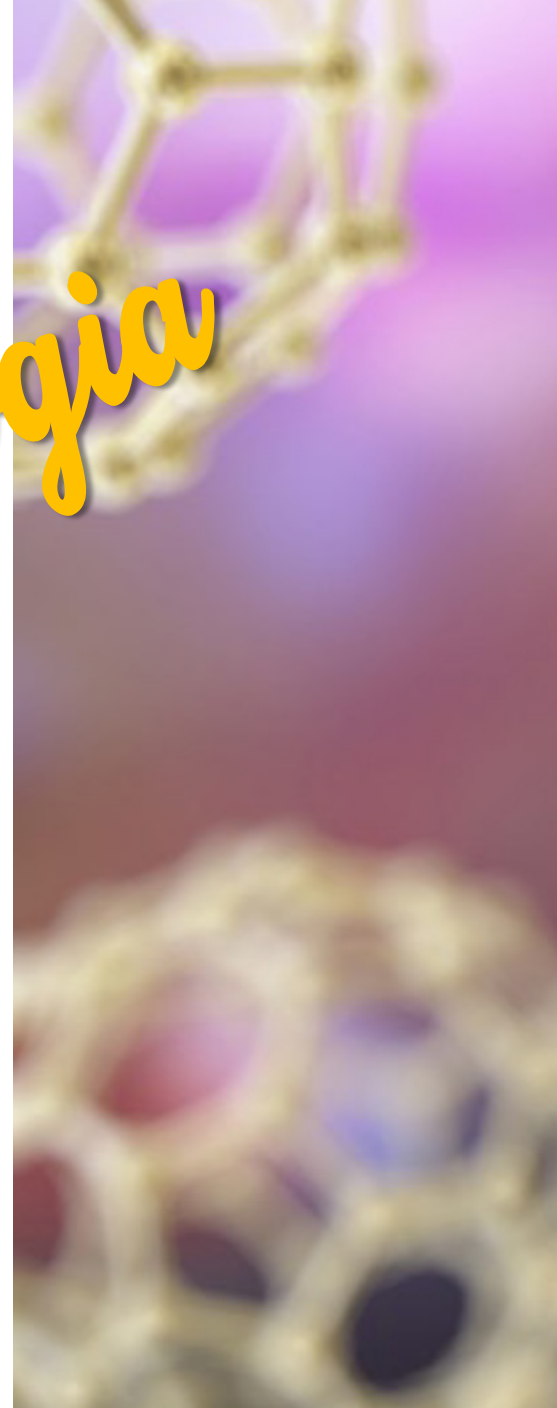
também há as questões políticas, financeiras, o contexto histórico e social em que essas pesquisas estão sendo realizadas, tudo isso trará influência a esta produção. Auler, cita dois autores que trazem essas ideias da ciência como algo que não é absoluta, partindo dessa ideia, Dagnino e Kuhn, eles defendem que a ciência sofre interferências das necessidades humanas e que por isso é impossível que a ciência seja neutra.

Segundo Auler, a ideia da neutralidade tecnológica surge com a finalidade do uso de determinada tecnologia, em que essa aplicação poderá ser usada tanto para o bem quanto para o mal. Traz dois exemplos que justificam esse argumento, a energia nuclear e as armas de fogo. Ou seja, no primeiro exemplo tem-se o uso pacífico e o uso militar, no segundo pode-se perceber a defesa e o ataque, mas tudo é uma questão de ponto de vista. Ambas as produções podem ter aspectos positivos e negativos ao mesmo tempo, apenas será mudado o referencial de análise.

Sendo que a produção científico-tecnológica é orientada a partir dos projetos humanos. Sua criação se dá de acordo com as necessidades de determinados materiais, objetos ou ferramentas ligadas a determinada parcela da sociedade em determinado período. Logo não podem ser neutros, visto que são influenciados e determinados por aspectos sociais desde seu planejamento.

# Nanociência e Nanotecnologia

## Magnetismo e suas peculiaridades na escala nanométrica

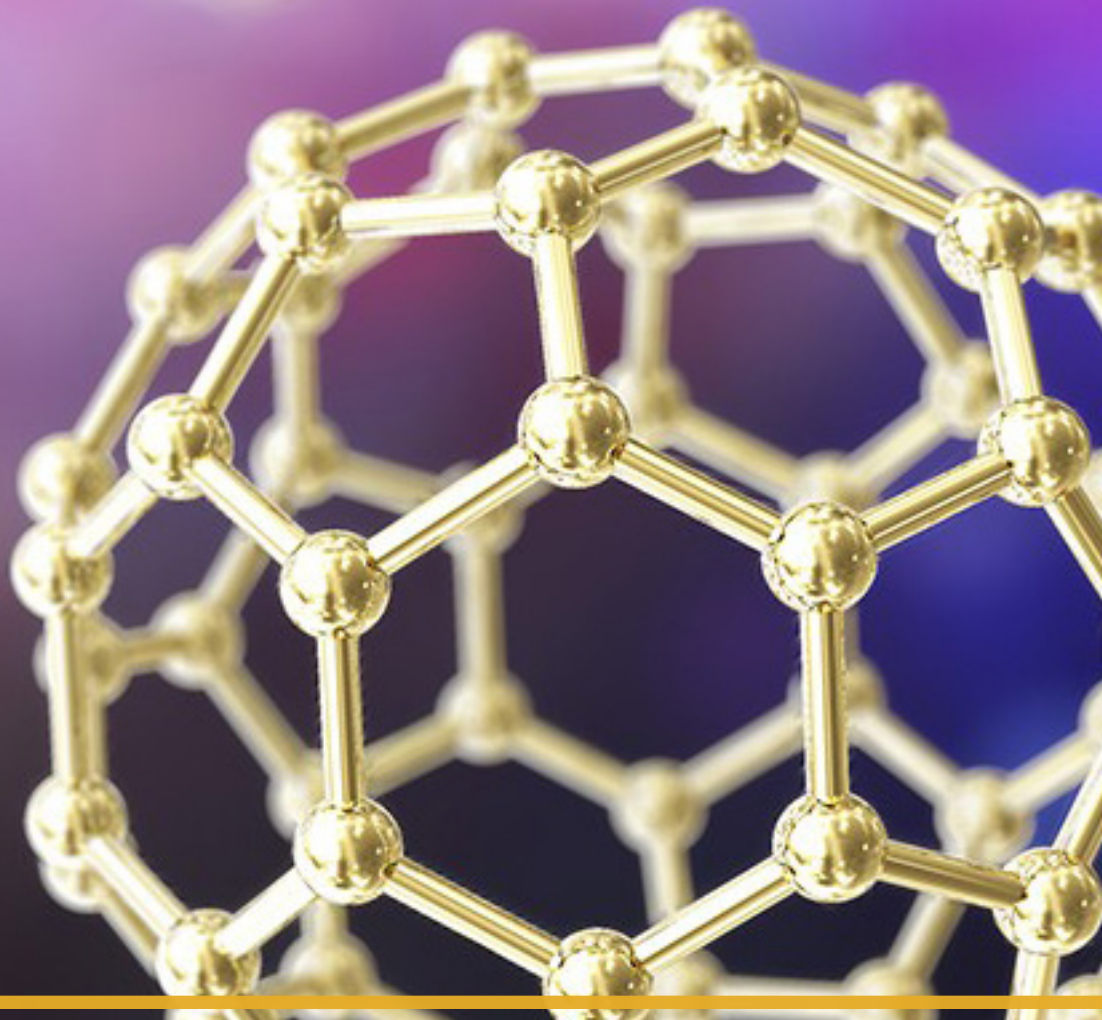


Nano é um prefixo, com origem no idioma grego, usado para descrever uma ordem de grandeza e representa a bilionésima parte de alguma coisa.

Neste caso, esta “coisa” é o metro.

Assim, unindo esta unidade ao prefixo nano, obtemos o nanômetro, um bilionésimo do metro.

Portanto, podemos definir que nanociência ou nanotecnologia são ciência-tecnologia que ocorrem ou são feitas nessa escala de comprimento, envolvendo fenômenos que não acontecem em outras dimensões. No entanto, não têm apenas o intuito de reduzir os tamanhos das coisas, mas alcançar novas propriedades da matéria de forma controlável e reproduzível (SCHULZ, 2005). Em detalhes, ao reduzir o tamanho dos sólidos para uma escala nano, em uma ou mais dimensões, as propriedades físicas (térmicas, magnéticas, elétricas e óticas) destes materiais são modificadas de forma drástica. Isso acontece, pois, a razão superfície/volume



O conceito de nanoestrutura abarca uma série de materiais, a exemplo dos nanotubos de carbono e das nanopartículas magnéticas. Essas últimas, enfatizadas neste trabalho, são estruturas formadas por átomos magnéticos, a exemplo do ferro, do cobalto e do manganês.

GETTY IMAGES

de uma nanoestrutura torna-se maior do que nos sólidos comuns. Essa modificação é o principal motivo do grande interesse científico e tecnológico por esses materiais. Em função dela, é possível ajustar e controlar as propriedades citadas acima (KITTEL, 2013).

O conceito de nanoestrutura abarca uma série de materiais, a exemplo dos nanotubos de carbono e das nanopartículas magnéticas. Essas últimas, enfatizadas neste trabalho,

são estruturas formadas por átomos magnéticos, a exemplo do ferro, do cobalto e do manganês. Além disso, há interesse nesses materiais em decorrência de apresentarem um comportamento superparamagnético, explicado a partir da teoria superparamagnética, proposta por Bean e Livingston em 1959, que trata sobre os momentos magnéticos atômicos no interior de uma partícula. Além disso, outros motivos deste interesse se dão sobre

o tamanho que elas podem apresentar. Tamanho este em dimensões comparáveis às dos vírus (20-50 nm), proteínas (5-50 nm) ou ao dos genes (2nm de espessura e 10-100 nm de comprimento) (HANNICKEL, 2011). Outro fator, citado pela autora, são suas propriedades magnéticas, que podem ser concentradas em um local específico quando submetidas a um campo magnético externo e magnetizadas facilmente. À medida que este campo magnético é retirado, elas são redispersas.

# MAGNETISMO



O eletromagnetismo é a área da Física que relaciona os conceitos de eletricidade e magnetismo, de forma a nos mostrar que há uma conexão intrínseca entre ambos.

Quanto aos aspectos magnéticos, os ímãs permanentes são materiais que merecem destaque, pois ao entrarem em contato com fragmentos de ferro podemos perceber que há uma forte atração entre esses materiais. Os ímãs apresentam polos magnéticos, regiões em que as ações magnéticas são mais intensas. A região existente em torno de um ímã tem influências significativas tanto em outros ímãs como em determinados materiais, como o níquel, o cobalto e o ferro. Essa região é chamada de campo magnético e representada vetorialmente pelo símbolo  $B$ . (BISCUOLA et al., 2014)

As linhas representadas na figura abaixo são denominadas de linhas de indução do campo magnético do ímã e orientam-se do polo norte para o polo sul.

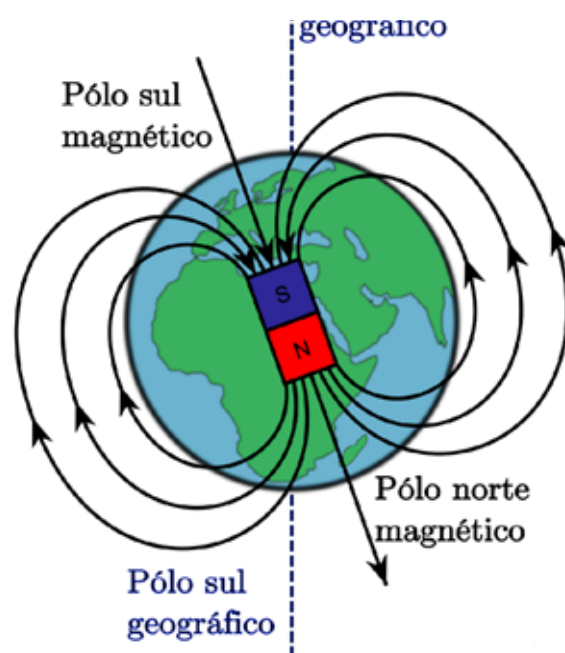


Figura 1 - Representação esquemática do campo magnético da Terra.

A Terra, assim como um ímã, apresenta um campo magnético ao seu redor. Em 1600 o médico e cientista inglês William Gilbert (1544-1603) publicou seu livro *De magnete*, no qual afirma que o planeta Terra é um grande ímã, partindo da explicação de como as bússolas se orientam (TORRES et al., 2013).

Podemos fazer uma associação da Terra à um ímã gigante, evidenciando que os polos magnéticos terrestres não coincidem com seus polos geográficos, ou seja, o polo sul magnético se aproxima do norte geográfico assim como o polo norte magnético se aproxima do sul geográfico, assim como mostra a figura 3, a seguir.

O campo magnético tem várias aplicações, e também podem ser gerados por meio de uma corrente elétrica, como exemplo disso temos o eletroímã.

Os eletroímãs são formados quando uma barra de ferro é enrolada por um condutor. Ao passar

corrente pelo condutor, ela produzirá um campo magnético; como a barra de ferro fica imersa em um campo magnético, ocorre a imantação. É possível reconhecer o polo norte aplicando a regra do saca-rolhas. A figura 4 a seguir mostra a representação de um eletroímã.

Segundo o CEPA- USP (2019), o uso de eletroímãs oferece várias vantagens:

- 1) se quisermos inverter os polos, basta invertermos o sentido da corrente;
- 2) é somente a imantação por corrente elétrica que nos fornece ímãs muito potentes;
- 3) podemos usar uma barra de ferro doce (ferro puro), que tem a propriedade de só se imantar enquanto estiver passando a corrente; e se neutraliza logo que a corrente é desligada. Assim, temos um ímã que só funciona quando queremos. (Nota: o aço, ao contrário, permanece imantado mesmo quando cessa a causa da imantação).
- 4) Os eletroímãs têm inúmeras aplicações, desde em instalações delicadas, como telégrafos, telefones e campainhas, até em grandes instalações industriais.

No campo das aplicações, um dos ramos da Física que merece destaque é a propagação do campo eletromagnético no espaço. Isso expandiu o rumo da comunicação, com a criação do telégrafo sem fio, do rádio, da televisão, do telefone celular, dentre outras. Essa expansão só foi possível graças às contribuições de James Clerk Maxwell (1831-1879), que unificou as teorias da eletricidade e magnetismo para explicar que ambos compõem um único fenômeno, o das ondas eletromagnéticas.

De acordo Artuso e Wrublewski (2013), as ondas eletromagnéticas podem ser definidas como propagações de campos elétricos e magnéticos variáveis e acoplados, possuindo todas as características de um movimento ondulatório.

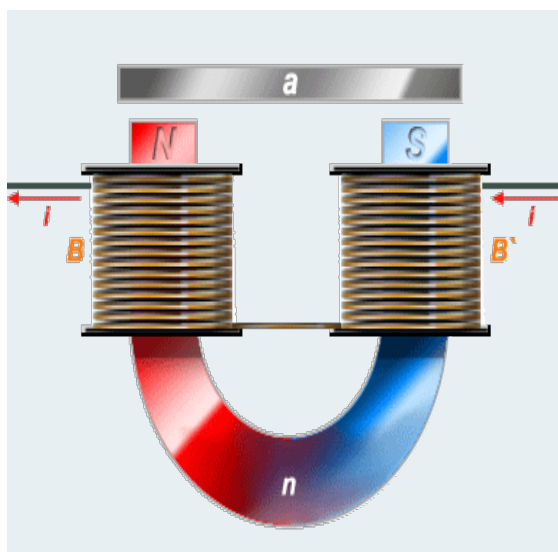


Figura 2 - Representação de um eletroímã

Fonte: <http://cepa.if.usp.br/e-fisica>.

A figura 3 retrata algumas grandezas desse fenômeno ondulatório e suas respectivas equações.

As ondas eletromagnéticas também podem ser chamadas de radiação eletromagnética e classificadas conforme seu comprimento de onda, ou sua frequência, constituindo o espectro eletromagnético. Dentre as frequências que compõe o espectro eletromagnético podemos citar: a luz visível, as micro-ondas, as ondas de rádio, raios ultravioletas, os raios X e os raios gama. Quanto a suas energias podem ser classificadas em radiações ionizantes e radiações não ionizantes. As ionizantes são capazes de causar danos em nossas células e afetar o nosso DNA, de forma a causar doenças graves, como o câncer (ARTUSO; WRUBLEWSKI, 2013).

No campo do armazenamento de informações o resultado do superparamagnetismo é muito útil, pois ao se criar um sistema magnético para guardar informações este efeito é o limite da miniaturização. Esta área da Física ainda é um dos grandes desafios da matéria condensada.

Este produto educacional foi elaborado para ser implementado em uma sequência de 8 (oito) aulas consecutivas, com intervalos de 50 (cinquenta) minutos cada uma.

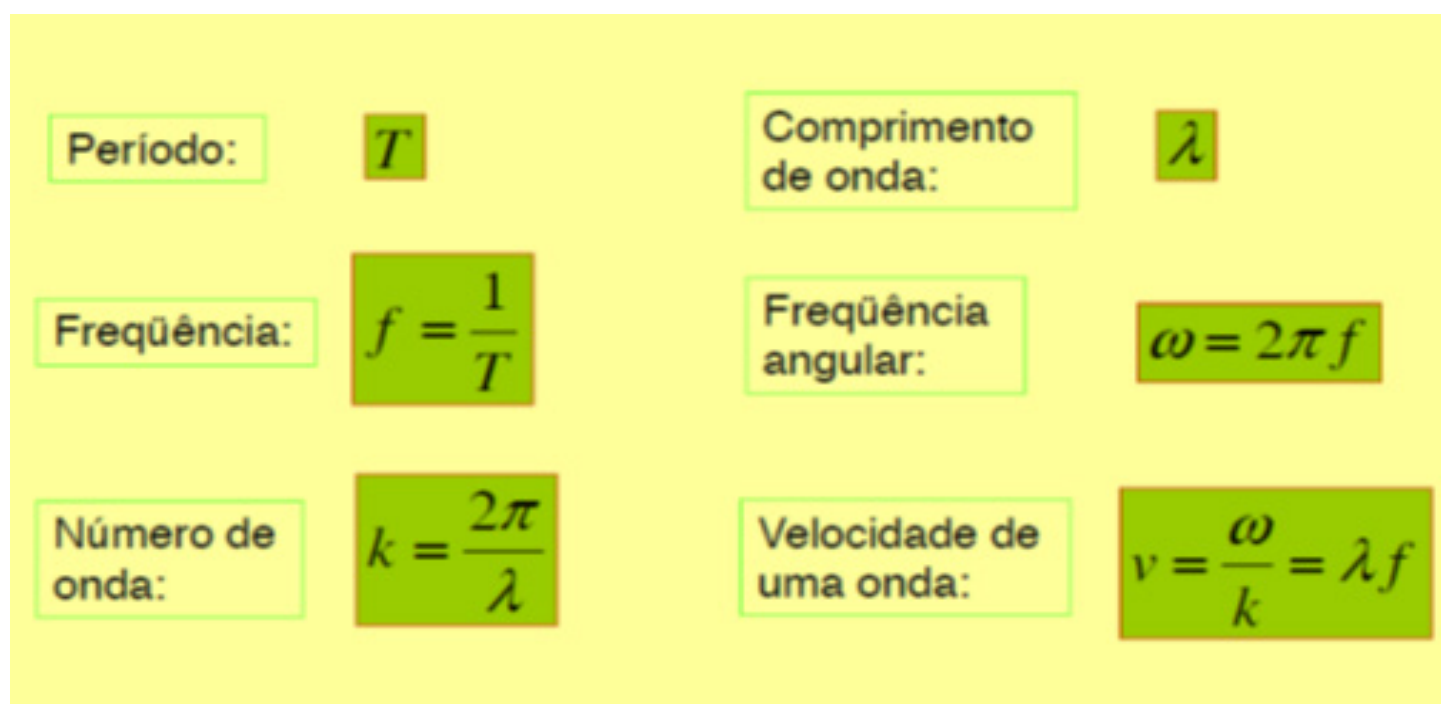


Figura 3 - Principais grandezas e equações das ondas eletromagnéticas

Fonte: <https://www.ggte.unicamp.br>

# AULA

# 1

A primeira aula está dividida em dois momentos e tem o objetivo de introduzir os termos Nanociência e nanotecnologia e as suas aplicações. O conteúdo curricular a ser trabalhado é o eletromagnetismo e uma pequena abordagem de física moderna.

Para iniciar o primeiro momento da aula, formado a partir das discussões acerca do tema, apresenta-se a seguir algumas sugestões para orientar o professor a realizar as atividades.

1. Deve-se iniciar a aula com a pergunta:  
**Nanociência e Nanotecnologia, uma nova revolução?**

2. Esta frase deve ser colocada no quadro para dar início a problematização da aula.

3. O professor fará as anotações no quadro sobre os conhecimentos iniciais apresentados pelos alunos em resposta à pergunta.

Nesta etapa, o professor deve auxiliar a turma quanto o rumo das discussões, ou seja, guia-los ao tema central e investigação se conhecem algum produto que tenha sido fabricado na escala nano, se já viram alguma reportagem sobre pesquisas nessa área ou ainda suas curiosidades e anseios sobre essas novas tecnologias.

Feita a apresentação, o segundo momento poderá ser iniciado com o intuito



de promover uma reflexão histórica sobre o desenvolvimento da ciência e dos aparatos tecnológicos. Para isso, foi montada uma espécie de linha do tempo formada a partir de imagens em slides (apresentada a seguir), com as principais aplicações e desenvolvimento tecnológico até chegar na nanotecnologia.

Para realizar as discussões e reflexões sobre a linha do tempo, alguns aspectos devem ser considerados:

1. Questionar o contexto social e histórico envolvido em cada imagem;
2. Incitar os fatores motivadores do conhecimento envolvido nesta tecnologia.
3. E ainda promover o questionamento sobre a não neutralidade envolvida neste processo. Evidenciar que é uma evolução desse desenvolvimento e não uma simples descoberta ao acaso.

Nas páginas seguintes há exemplos de imagens que podem ser utilizadas ao longo dessa aula.

Após a apresentação das imagens, recomenda-se retomar a imagem 11 (que trata sobre a escala nanométrica) para fazer uma breve revisão sobre as grandezas físicas, notação científica e o uso dos prefixos e suas dimensões. Feito isso, o professor deverá entregar o questionário I aos alunos (apresentado a seguir), que o responderão a partir de uma pesquisa, atividade proposta como tarefa para casa.

## Questionário I

- 01) É possível a manipulação da matéria átomo a átomo?
- 02) Trabalhando com uma escala nanométrica, as propriedades da matéria serão modificadas? Justifique sua resposta citando exemplos.
- 03) Quais conceitos ou áreas da Física podem ser relacionadas a escala nanométrica? Justifique sua resposta.
- 04) Quais as principais pesquisas que estão sendo desenvolvidas usando a nanotecnologia?
- 05) Sabe-se que as nanopartículas podem penetrar em órgãos e tecidos. Quais as consequências disso?
- 06) Como essas nanopartículas agem na água, no solo e na atmosfera?

# Uma viagem rumo à miniaturização

2 Qual é limite?



<https://br.depositphotos.com>

3 Máquina a vapor de James Watt - 1769



<http://www.explicatorium.com/biografias>

4 Motor atual – máquina térmica



<https://www.blogdoProfessorCarlaeo.com.br>

5 Séc. XVIII e séc. XIX - Telégrafo



<https://www.explicatorium.com/fisica/telegrafo>

6 Telefone - 1904



<https://www1.folha.uol.com.br/asmais>

7 Telefone- 1950



<https://www1.folha.uol.com.br/asmais>

8 Primeiro modelo de Celular do Brasil - 1990



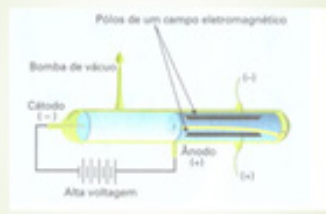
<https://www1.folha.uol.com.br/asmais>

9 Celular - 2018



<https://www.gazetacadao.com.br/p/celular-samsung>

10 Thomson – 1897 – descoberta do elétron



<http://professor.pucgoias.edu.br/SiteDocente>

11 **Nano escala**

**Escala nanométrica**

<https://betaeq.com.br/index.php/2015/09/29/a-origem-da-nanotecnologia>

12 **Nanopartículas magnéticas**

• **BACTÉRIAS MAGNÉTICAS**

<https://www.magtek.com.br/blog/bacterias>

13 **Nanotecnologia e o fim do chulé**

<https://www.dianors.com.br/site/noticias/saude>

14 **ELA está entre NÓS!**

<https://www.tecmundo.com.br/nanotecnologia>

15 **ELA está entre NÓS!**

<https://www.tecmundo.com.br/nanotecnologia>

16 **Nanomedicina e fármacos**

• <https://medicinaysaludpublica.com/nanomedicina>

<https://www.bolefmambiental.com.br/noticia>

17 **Nanotecnologia nos cosméticos**

<https://betaeq.com.br/index>

18 **Áreas de atuação**

<http://betaeq.blogspot.com/2014/05/nanotecnologia>

# AULA

# 2

Esta aula tem o objetivo de introduzir os conceitos de magnetismo, para tanto, tem-se as seguintes recomendações:

1. Organizar as cadeiras em formato de U, para facilitar a visualização dos componentes da turma e facilitar a participação nas falas.
2. Reservar os 10 minutos iniciais para as discussões sobre o resultado da pesquisa que deverão ocorrer na forma de um debate com base nas respostas dos alunos fundamentadas na pesquisa solicitada no questionário I.
3. Durante as discussões o professor deverá intervir, de modo a comentar sobre as mudanças que ocorrem nas propriedades da matéria (propriedades elétricas/magnéticas dos materiais) quando manipulados em escala nano. Assim como explorar sobre suas esperanças, medos e curiosidades a respeito do tema.
4. Retomar a linha do tempo com as imagens dos meios de comunicação e inserir o conceito de ondas eletromagnéticas.

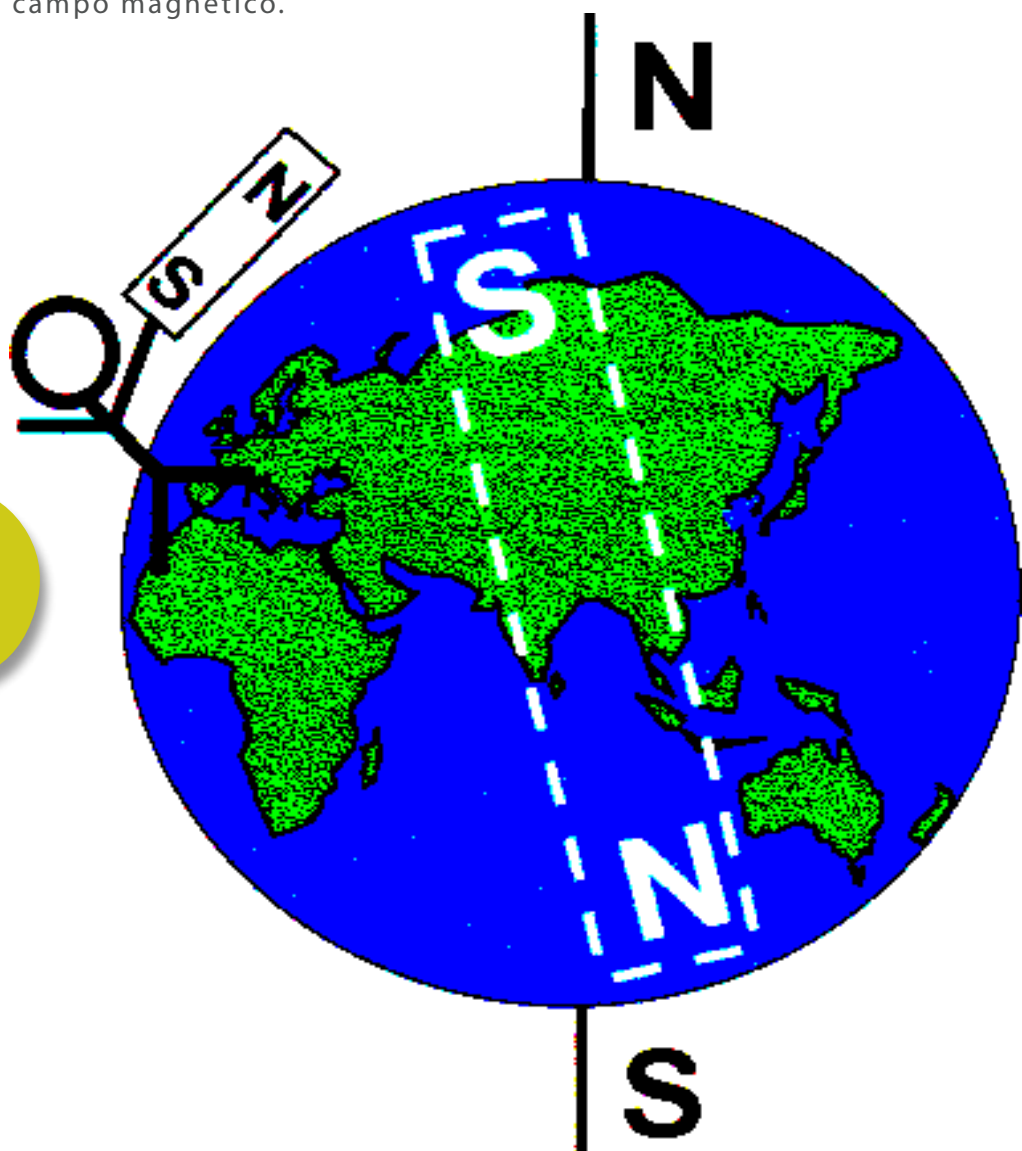
Após o debate é aconselhável que o professor faça uma revisão e/ou uma orientação dos principais tópicos que devem revisar, como ordem de grandeza, transformações de unidade e uso adequado dos prefixos, visto que estes pré-requisitos são fundamentais para a compreensão da proposta.

Depois disso, recomenda-se usar a imagem 12 (linha do tempo), que trata das evoluções em ciência e tecnologia, para a discutir sobre as aplicações do magnetismo na nanotecnologia. Abordar o assunto das nanopartículas magnéticas, suas propriedades, características até chegar em ferrofluido e sua influência na área da saúde, propriedades magnéticas na aplicação industrial, automóveis, auto-falantes. Com esta abordagem é possível introduzir os

conceitos físicos acerca dos ímãs e suas propriedades. O professor deverá escrever a seguinte frase no quadro:

Juntamente desta pergunta deve-se usar uma imagem do planeta terra, pode ser uma imagem grande no quadro ou um desenho com o giz/pincel de quadro branco. Os conceitos a serem trabalhados são: as contribuições de William Gilbert, o que são ímãs, suas propriedades magnéticas e o contexto histórico sobre os estudos desta área, dos polos magnéticos e também campo magnético.

Será a  
Terra um  
grande  
ímã



*Como ocorre o desenvolvimento científico tecnológico? Há ou não neutralidade?*

# AULA

# 3

Nesta aula os alunos deverão ser reunidos em duplas para desenvolverem uma atividade por escrito. Esta atividade consta da elaboração de uma narrativa sobre o tema abordado na aula 1, ou seja, nanociência e nanotecnologia e seus impactos na sociedade. O texto será como uma previsão ficcionista, com base nas discussões realizadas em sala e nas pesquisas realizadas pelos estudantes. O texto deverá abordar os seguintes aspectos, considerando o tempo, o espaço e os personagens ou narrador.

- A opinião dos discentes sobre o que são essas ciências.
- Onde a nanociência e a nanotecnologia

são aplicadas.

- Quais os benefícios dessas práticas?
- Quais os riscos de manipular a matéria numa escala tão pequena?
- Como os conteúdos estudados nas aulas de Física afetam o seu cotidiano?

Com esta atividade espera-se que os alunos reconheçam as relações existentes entre ciência-tecnologia-sociedade, e dentro desta perspectiva estabeleçam conexões críticas a cerca do tema proposto.

# AULA

# 4

Esta aula deverá ser expositiva, com o objetivo de estabelecer a relação entre nanociência e o magnetismo, com uma visão geral sobre as propriedades magnéticas dos materiais na escala nanométrica e também a relação entre as ondas eletromagnéticas. Para esta abordagem são apresentadas algumas orientações/estratégias a seguir que deverão ser adotadas pelo professor:

1. retomar as imagens usadas na primeira aula, optar pelas que tenham relação com comunicação e nanomedicina;
2. usar a revisão de ordem de grandeza e notação científica realizada na aula 1 e 2 para inserir o estudo do espectro

eletromagnético;

3. No campo da comunicação opta por tratar primeiro das ondas de rádio. E para a inserção da nanomedicina iniciar pelos raios X e raios  $\gamma$  e explicar o porquê de serem classificados como radiação ionizante e as suas relações com as células cancerígenas,
4. Falar sobre a capacidade que possuem de interagir com as moléculas presentes nas células de tecidos vivos e terem a capacidade de destruir as células cancerosas ou estimular esta doença.

Realizadas estas discussões dentro da linha da evolução dos avanços científicos-tecnológicos. O professor deverá inserir noções básicas sobre as nanopartículas magnéticas e as suas aplicações na medicina, poderá falar também sobre a atuação como agentes de contraste em imagens de ressonância magnética nuclear, na separação magnética de células e ainda na terapêutica do câncer por magnetohipertermia.

Aqui o professor deverá estabelecer um paralelo das aplicações das nanopartículas magnéticas na medicina e suas consequências, consequências como é inflamação, destruição de células cerebrais e lesões pré-cancerígenas, devido à suas dimensões se assemelharem as das proteínas e do DNA.

É importante nesta aula ajudar o aluno a desenvolver o senso crítico acerca dos aspectos positivos e negativos das aplicações em nanomedicina, assim como todo conhecimento produzido/envolvido no desenvolvimento de uma nova ciência ou nova tecnologia. É crucial evidenciar que este processo não é neutro.





*Como ocorre o desenvolvimento científico tecnológico? Há ou não neutralidade?*

# AULA

# 5

Esta aula deverá ser realizada no laboratório de ciências, com o objetivo de problematizar as questões abaixo:

- Como ocorre o desenvolvimento científico tecnológico?
- Há ou não neutralidade?

Após essa problematização inicial o professor irá apresentar 3 experimentos, de modo que os 2 primeiros sejam expositivos e o terceiro seja com a participação da turma. Recomenda-se dividi-la em 6 grupos.

O professor deverá pedir que eles se coloquem em duas posições, a primeira

será pensar como um cientista, a segunda pensar como alguém que recebe o trabalho do cientista. Esta atividade tem o propósito de destacar se há ou não influência nas atividades realizadas. Para ajudar neste processo, sugere-se algumas indagações ao longo das experiências, apresentadas abaixo:

- O que motiva um cientista, ou pesquisador de uma empresa a criar algo?
- Esta escolha é livre?
- É neutra de todos os aspectos a sua volta?
- O que há por trás do desenvolvimento em CT?

As atividades propostas têm o foco de incitar as reflexões acima, assim como também trabalhar os conceitos físicos de forma prática, com três atividades demonstrativas: a primeira: propriedades dos ímãs, a segunda: campo magnético e a terceira: ondas eletromagnéticas, através de meios alternativos com materiais mais acessíveis.

## Atividade 1: Propriedades dos ímãs

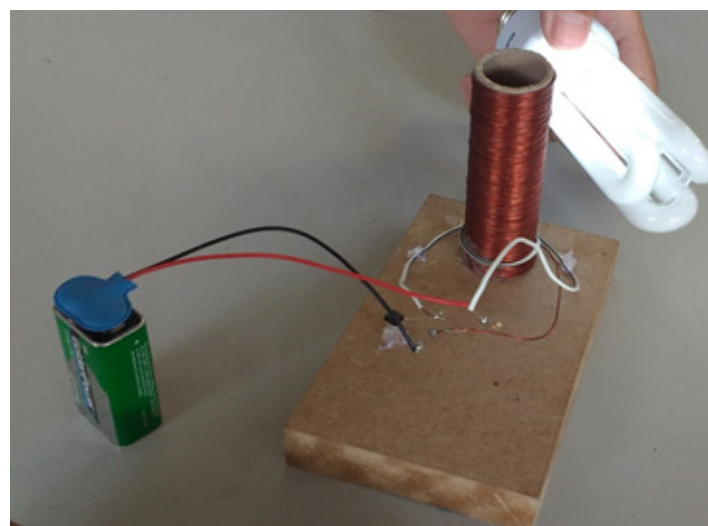
Para esta atividade são necessários 2 ímãs de tamanhos diferentes. O professor poderá pedir que os estudantes aproximem um de cada vez em diversos materiais: borracha, papel, madeira, ferro, moedas, agulha. Depois pedir que façam um breve relato do que eles perceberam na interação desses materiais e se o tamanho dos ímãs influenciava ou não. No final discutir por que a necessidade de os produzir em diferentes tamanhos e formatos.



## Atividade 2: Mini bobina de Tesla

O intuito desta atividade é demonstrar a existência de um campo magnético e sua variação. E que este campo magnético induz uma corrente elétrica na bobina capaz de gerar energia suficiente para acender uma lâmpada. Durante a apresentação o professor deverá apresentar os seguintes comentários com a turma:

1. Qual a importância da interação entre a lâmpada e a bobina?
2. Por que não há contato entre ambos?
3. O que será que Tesla estava pensando ao criar este mecanismo?
4. Transmitir energia a longas distâncias?
5. O que isto mudaria na forma de nos comunicar?
6. Será que suas contribuições influenciaram no estudo das ondas eletromagnéticas?



## Atividade 3: “Blindando” um celular

A terceira atividade foi retirada do portal do MEC para o professor, e deverá ser realizada em grupo pelos alunos. Os materiais são de fácil acesso, simples de manusear e uma compreensão simples da função das ondas eletromagnéticas e suas propriedades nos materiais.

### Materiais necessários

- Dois celulares que possam realizar e receber ligações;
- Caixa de sapatos;
- Sacola plástica (com tamanho suficiente para que a caixa de sapatos caiba dentro);
- Plástico para embalar alimentos (aproximadamente 20 x 30 cm);
- Papel alumínio (aproximadamente 20 x 30 cm).

### Procedimentos e tarefas

1. Com os dois aparelhos celulares sobre a mesa, ligue de um para o outro verificando se eles estão funcionando.
2. Depois disto ser verificado, coloque um dos aparelhos dentro da caixa de sapato e, com o outro aparelho, ligue para o que está dentro da caixa de sapato. **Anote se que aconteceu (o aparelho celular recebeu a ligação quando estava dentro da caixa de sapatos?).**
3. Agora coloque a caixa de sapatos dentro da sacola plástica e repita o procedimento anterior anotando novamente o que aconteceu.
4. Retire o aparelho de dentro da caixa de sapatos e embale com o plástico para alimentos. **Ligue novamente para o celular e anote o**

que aconteceu.

5. Por último, enrole o celular no papel alumínio. É importante que ele fique completamente embalado (sem nenhuma parte exposta). Agora realize a ligação e verifique o que aconteceu. Anote o resultado.

6. O que aconteceu com o sinal? Qual a importância das ondas eletromagnéticas para a comunicação? De que forma estes estudos contribuíram ou modificaram a



Fonte: <http://portaldoprofessor.mec.gov.br>

# AULAS

## 6 - 7

Esta aula requer um planejamento maior por que envolve uma saída de campo, agendamento com a equipe do laboratório, autorização dos pais e do núcleo gestor escolar, além da orientação e preparo dos discentes para a visita. Para isso é necessário seguir um roteiro:

1. Elaborar um termo de consentimento e autorização de para responsáveis pelos alunos assinarem; conforme mostramos no apêndice B
2. Agendar a visita;
3. Organizar o transporte;
4. Organizar a alimentação;
5. Orientar a turma (ou turmas) a pesquisar mais sobre o tema abordado para poderem questionar e interagirem mais com os cientistas e pesquisadores durante a visita.

Outra recomendação importante é a organização tanto do espaço, como do tempo. Uma estratégia indicada é dividir a turma, ou turmas, em grupos, de forma a fazer um rodízio entre as atividades. Feito todos os procedimentos, há uma sugestão de se fazer esta visita guiada e dividida em dois momentos: o primeiro para tratar dos aspectos mais teóricos, como o que são essas tecnologias, suas aplicações, as pesquisas que estão sendo desenvolvidas na área, poderá

ser pensado na forma de uma palestra. O segundo momento poderá ser formado por conhecer os materiais e experimentos realizados no laboratório e conhecer o trabalho dos cientistas.



*Ao infinito e além...*

*Por + mulheres na Ciência!*

# AULA

# 8

Esta é a última aula da sequência formada por uma avaliação final que deverá ser de cunho qualitativa. O objetivo desta avaliação é criar uma história em quadrinhos baseada na narrativa inicial (produção dos alunos), nas pesquisas realizadas, nas aulas assistidas e na visita ao laboratório de Nanociência e Nanotecnologia. O enredo deverá ser formado a partir da pergunta a seguir:

“Como você imagina o planeta Terra daqui a 50 anos e a vida dos seres humanos a partir do uso da nanociência e nanotecnologia?”

O professor dará as seguintes orientações a turma:

1. Que se organizem em grupos;
2. Distribuam as tarefas: quem vai desenhar, fazer a capa, escrever o drama, criar os personagens e o tema da história.
3. Criar um contraste com o pensamento crítico desenvolvido a partir das aulas de Física e expor as relações da produção científico-tecnológica em nano escala com a sociedade e o meio ambiente.

Com esta atividade espera-se que os alunos reflitam sobre os métodos de pesquisa, como elas são definidas pelos pesquisadores, e a influência dos aspectos valorativos econômicos-culturais neste processo.

# REFERÊNCIAS

- APLICAÇÕES DO 1º FENÔMENO ELETROMAGNÉTICO.** Física - Ensino de Física On-line - CEPA-USP, 2019. Disponível em: [http://cepa.if.usp.br/e-fisica/eletricidade/basico/cap14/cap14\\_14.php](http://cepa.if.usp.br/e-fisica/eletricidade/basico/cap14/cap14_14.php). Acesso em: dezembro 2019.
- ARTUSO, A. R.;** WRUBLEWSKI M. Física. Curitiba: Positivo, 2013.
- AULER, D.** Interações entre Ciência-Tecnologia-Sociedade no Contexto da Formação de Professores de Ciências. 2002. 248 f. Dissertação de Doutorado. Programa de Pós-Graduação em Educação, Centro de Ciências da Educação, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, Brasil. Disponível em: <https://repositorio.ufsc.br/handle/123456789/82610>. Acesso em: novembro 2017.
- BALVEDI, R. P. A.** Biossensores para detecção do vírus Epstein-Barr: diagnóstico de fisiopatologias. 2015. 130 f. Tese (Doutorado em Ciências Biológicas) - Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2015. Disponível em: <https://repositorio.ufu.br/handle/123456789/15757>. Acesso em: abril 2018.
- BISCUOLA, G. J.;** BÔAS, N. V.; DOCA, R. H. Tópicos de Física. 2 ed. São Paulo: Saraiva, 2014.
- BRASIL.** Base Nacional Comum Curricular. Brasília: MEC, 2017. Disponível em: [http://basenacionalcomum.mec.gov.br/images/BNCC\\_20dez\\_site.pdf](http://basenacionalcomum.mec.gov.br/images/BNCC_20dez_site.pdf). Acesso em: março de 2019.
- CARSON, R.L.** Primavera Silenciosa. Traduzido por Claudia Sant'Ana Martins. Gaia. São Paulo, 2010.
- DAGNINO, R.** Neutralidade da ciência e determinismo tecnológico: um debate sobre a tecnociência. Unicamp, 2008.
- DOS SANTOS, W. L.P.;** MORTIMER, E.F. Uma análise de pressupostos teóricos da abordagem CTS (Ciência-Tecnologia-Sociedade) no contexto da educação brasileira. Ensaio Pesquisa em educação em ciências, v. 2, n. 2, p. 1-23, 2000.
- FERRARO N. G.;** SOARES P. A. T.; PENTEADO P. C. M.; TORRES. C. M.A. Física, Ciência e Tecnologia. 3 ed. São Paulo: Moderna, 2013.
- FERREIRA, H. S.;** RANGEL, M. C. Nanotecnologia: aspectos gerais e potencial de aplicação em catálise. Química Nova, São Paulo, v. 32, n. 7, p. 1860-1870, 2009.

FRANCISQUINE, E.; SCHOENMAKER, J.; SOUZA, J. A. Nanopartículas magnéticas e suas aplicações. *Química Supramolecular e Nanotecnologia*, p. 269, 2014.

FREIRE, P. Educação como prática da liberdade. Editora Paz e Terra, 1967.

GURGEL, I.; WATANABE, G. A Elaboração de Narrativas em Aulas de Física: A Aprendizagem em Ciências como Manifestação Cultural. 1. ed. São Paulo: Editora Livraria da Física, 2017.

HANNICKEL, A. Estudo de nanopartículas de magnetita obtidas pelos métodos de coprecipitação, biossíntese e moagem. 2011. Tese de Doutorado. Instituto Militar de Engenharia. Rio de Janeiro. Disponível em [http://www.ime.eb.mil.br/arquivos/teses/se4/cm/dissert\\_adriana.pdf](http://www.ime.eb.mil.br/arquivos/teses/se4/cm/dissert_adriana.pdf). Acesso em: abril 2018.

JOACHIM, C., PLÉVERT, L., Nanociências – A Revolução do Invisível. Zahar, 2009.

KITTEL, C. Introdução à Física do Estado Sólido. 8. ed. Grupo Gen-LTC. 2000.

KNOBEL, M. Partículas finas: superparamagnetismo e magnetoresistência gigante. *Revista Brasileira de Ensino de Física*, v. 22, n. 3, 2000.

KRASILCHIK, M. O professor e o currículo das ciências. São Paulo: EDUSP, 1987.

LEITE, I. S.; LOURENÇO, A. B.; LICIO J. G.; HERNANDES, A. C. Uso do método cooperativo de aprendizagem Jigsaw adaptado ao ensino de nanociência e nanotecnologia. *Revista Brasileira de Ensino de Física*, v. 35, n. 4, 2013.

LEONEL, A. A.; SOUZA, C. A. Nanociência e Nanotecnologia para o ensino de Física Moderna e Contemporânea na Perspectiva da Alfabetização Científica e Técnica. In: VII Encontro Nacional de Pesquisa em Educação e Ciências. Florianópolis, 2009.

MAHONEY, A. A.; ALMEIDA, L. R. Afetividade e processo ensino-aprendizagem: contribuições de Henri Wallon. *Psicologia da educação*, n. 20, p. 11-30, 2005.

MENEGA, T. M. C.; FAGAN, S. B. O uso de textos de divulgação científica para abordagens de tópicos de nanociências em aulas de física. In: Simpósio Nacional de Ensino de Física, 18, 2009, Vitória. Anais. Vitória: 2009. p. 1-10. Disponível em: [http://www.cienciamao.usp.br/tudo/exibir.php?midia=snf&cod=\\_ousodetextosdedivulgacao](http://www.cienciamao.usp.br/tudo/exibir.php?midia=snf&cod=_ousodetextosdedivulgacao). Acesso em: 20 mar. 2018.

PEIXOTO, F. J. M. Nanotecnologia e Sistemas de inovação: Implicações para Política de inovação no Brasil. 2013. 380f. Tese de Doutorado. Instituto de Economia Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro.



**PRADO, J. W. S.** Medições em nano-escala: uma proposta de introdução ao ensino de Nanociência e Nanotecnologia no Ensino Médio. 2018. 121 f. Dissertação de Mestrado. Programa de Pós Graduação do Curso de Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física – MNPEF, Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, Vitória da Conquista. Disponível em: [http://www1.fisica.org.br/mnpef/sites/default/files/dissertacao\\_jose\\_willia.pdf](http://www1.fisica.org.br/mnpef/sites/default/files/dissertacao_jose_willia.pdf). Acesso em: agosto 2019.

**ROSA, S. E.** Não neutralidade da Ciência-Tecnologia: problematizando silenciamentos em práticas educativas relacionadas a CTS. 2014. 123 f. Tese de Doutorado. Dissertação (Mestrado em Educação), Centro de Educação, Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria.

**ROSO, C. C.; AULER, D.** A participação na construção do currículo: práticas educativas vinculadas ao movimento CTS. *Ciência & Educação (Bauru)*, v. 22, n. 2, p. 371-389, 2016.

**SANTOS, D. M.; LONDERO, L.** Uma Discussão sobre Nanociência e nanotecnologia em aulas de física da educação básica. In: Simpósio Nacional de Ensino de Física, 21, 2015, Uberlândia. Anais... Uberlândia: 2015. p. 1-8.

**SHINN, T.; MARCOVICH, A.** Padrões sociointelectuais da pesquisa em nanoescala: laureados com o Prêmio Feynman de Nanotecnologia, 1993-2007. *Scientiae Studia*, v. 7, n. 1, p. 11-39, 2009. Disponível em [http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S167831662009000100002&script=sci\\_arttext&tIng=es](http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S167831662009000100002&script=sci_arttext&tIng=es). Acesso em: abril 2018.

**SILVA, L.F.** Ciência e tecnologia como Barbacã do capitalismo: um ensaio sobre a não-neutralidade. Dissertação de Mestrado, Campinas: DPCT/IG/UNICAMP, 2003.

**STRIEDER, R. B.** Abordagem CTS e Ensino Médio: espaços de articulação. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências). Faculdade de Educação, Instituto de Física. Universidade de São Paulo, 2008.

**STRIEDER, R. B.** Abordagens CTS na educação científica no Brasil: sentidos e perspectivas. Tese (Doutorado em Ensino de Física). Faculdade de Educação, Instituto de Física, Instituto de Química e Instituto de Biociências. Universidade de São Paulo, 2012.

**VON LINSINGEN, Irlan.** Perspectiva educacional CTS: aspectos de um campo em consolidação na América Latina. *Ciência & Ensino (ISSN 1980-8631)*, v. 1, 2007.