



SEQUÊNCIA DIDÁTICA PARA ENSINO DE TÓPICOS DE OSCILAÇÕES E ONDAS

Você sabe que para aproveitar ao máximo seu telefone celular é importante conhecer como ele funciona. A física pode lhe ajudar na busca destes conhecimentos e te mostrar como tecnologia, cultura, ciência e arte estão maravilhosamente conectados. Divirtam-se!



**Universidade
Federal de
Uberlândia**

1. Por dentro do celular

2. A relação cultural

3. a relação científica

4. A relação artística

5. Avaliação final

PPGECM

Campus Santa Mônica –
Bloco 1A – Sala 207A

Av. João Naves de Ávila,
2121 – CEP: 38408 - 100
Uberlândia - MG

www.ppgecm.ufu.br

APRESENTAÇÃO

Caro aluno:

Sou licenciado em Física, graduado pela Universidade Federal de Uberlândia em 2012. Atualmente sou professor efetivo no ensino médio de uma escola da rede pública de Uberlândia e, desde 2007, ainda durante a graduação, vejo-me envolvido com a pesquisa em Ensino de Física.

O convívio diário com estudantes no ambiente escolar e com suas recorrentes queixas para compreender a Física me motivou a escrever este trabalho simples e dinâmico que se adaptasse a muitas das dificuldades relatadas.

Esta sequência didática, preparada em quatro etapas, tem por objetivo apresentar a Física numa linguagem simples e orientada para trabalhar aspectos da comunicação e de produtos tecnológicos que modificaram e modificam nossa interação com o mundo.

Pensar nas ligações entre Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente é relevante para a escola como também para a Física. A opção por trabalhos quase sempre realizados em grupos nas etapas desta sequência didática é uma forma de valorizar seu pensamento e opiniões, de encontrar um ritmo de aprendizado próprio da sala por meio de atividades diversificadas que relacionam aspectos culturais, científicos e artísticos pertinentes à Física.

Desejo que ao longo dos estudos nesta sequência didática, você encontre conhecimentos que lhe permita ressignificar o seu olhar do mundo, como também, superar as queixas recorrentes de tantos outros estudantes apresentam a respeito da Física. Ficarei satisfeito se este trabalho contribuir de alguma forma para tornar mais fáceis e prazerosos os seus estudos.

O autor

Sumário

| | |
|---------------------------------------|-----------|
| 1. Por dentro do celular | 1 |
| Atividade 1.1..... | 1 |
| Atividade 1.2..... | 2 |
| Atividade 1.3..... | 3 |
| Atividade complementar 1.4..... | 5 |
| 2. A relação cultural | 7 |
| Atividade 2.1..... | 7 |
| Atividade 2.2..... | 9 |
| Atividade 2.3..... | 10 |
| Atividade complementar 2.4..... | 12 |
| 3. A relação científica | 13 |
| Atividade 3.1..... | 13 |
| Atividade 3.2..... | 13 |
| Atividade 3.3..... | 19 |
| Atividade 3.4..... | 20 |
| Atividade complementar 3.5..... | 24 |
| 4. A relação artística | 26 |
| Atividade 4.1..... | 26 |
| Atividade 4.2..... | 26 |
| Atividade 4.3..... | 30 |
| Atividade complementar 4.4..... | 33 |
| 5. Avaliação final | 36 |

1. POR DENTRO DO CELULAR

Nesta primeira atividade proposta, você vai analisar um aparelho de telefone celular, que possa ser desmontado integralmente ou parcialmente, com a finalidade de conhecer sua estrutura, partes, localização das peças e símbolos que trazem informações importantes para melhor compreender seu funcionamento. Observe a lista de materiais necessários e siga as instruções.

Atividade 1.1: Nesta atividade prática você vai analisar os componentes de um telefone celular.

Materiais:

- ✓ Um telefone celular inutilizado;
- ✓ Lápis e caderno para anotações;
- ✓ Chave de fenda de precisão;
- ✓ Mesa ou bancada para apoio;
- ✓ Luva cirúrgica.

De início, vamos retirar a capa traseira de modo que a bateria do aparelho fique exposta. Logo após, separe a bateria que se encontra encaixada no corpo do aparelho, colocando de lado tanto a tampa traseira, como a bateria.

Em seguida, o grupo deve pensar em uma maneira de prosseguir desmontando o aparelho, sem estragar suas peças e componentes. A integridade das mesmas nos ajudará a descobrir respostas relevantes sobre seu funcionamento e composição. À medida que o aparelho revelar cada uma de suas distintas peças, outros questionamentos poderão ser elaborados pelos estudantes. Anote cada material ou peça encontrada.

Figura 1 – Aparelho Nokia, modelo 2115 (desmontado).



Fonte: O autor, 2016

Responda às seguintes questões:

1. Quais os tipos de materiais que o grupo conseguiu identificar na composição do aparelho?
2. Quais são as informações presentes na bateria do aparelho? Quais destas você conhece o significado?
3. Descreva os componentes do circuito do aparelho (dimensões, funções, composição). Existe algum componente do circuito que você não conhece? Em caso afirmativo, descreva-os.
4. O aparelho possui antena? Como identificá-la?
5. Você já leu o manual do seu aparelho celular? Qual é a importância da leitura deste manual?

Atividade 1.2: Nesta atividade vamos analisar, e discutir algumas questões referentes ao que fazer, como por exemplo, com o aparelho celular que vocês acabaram de desmontar e se transformou em um lixo eletrônico (E-lixo).

Assista à reportagem e discuta com seu grupo as respostas para os seguintes questionamentos:

- ✓ É do conhecimento de vocês que o E-lixo é um problema real para o Brasil e outros países do mundo?
- ✓ Vocês sabem quais são as substâncias químicas e tóxicas estão presentes no celular?

- ✓ Vocês têm em suas casas algum aparelho eletrônico armazenado esperando para jogá-lo no lixo? Quais aparelhos são esses?
- ✓ Vocês conhecem algum ecoponto na cidade?

Figura 2 - Foto reprodução do vídeo da atividade 1.2.

Edição do dia 10/11/2015

10/11/2015 21h42 - Atualizado em 10/11/2015 21h42

Destino do lixo eletrônico vira um desafio planetário

Pesquisa do Sistema Nacional de Informações Sobre Saneamento mostra que só 724 cidades no Brasil têm algum tipo de coleta de lixo eletrônico.



Fonte: <http://g1.globo.com/jornal-nacional/noticia/2015/11/destino-do-lixo-eletronico-vira-um-desafio-planetario.html>

Atividade 1.3: Nesta outra atividade, vamos analisar um segundo vídeo, de modo a dar continuidade ao que foi discutido na atividade anterior. Iremos agora estabelecer uma relação ambiental com a questão do E-lixo. Respondam a estes questionamentos antes da exibição do vídeo:

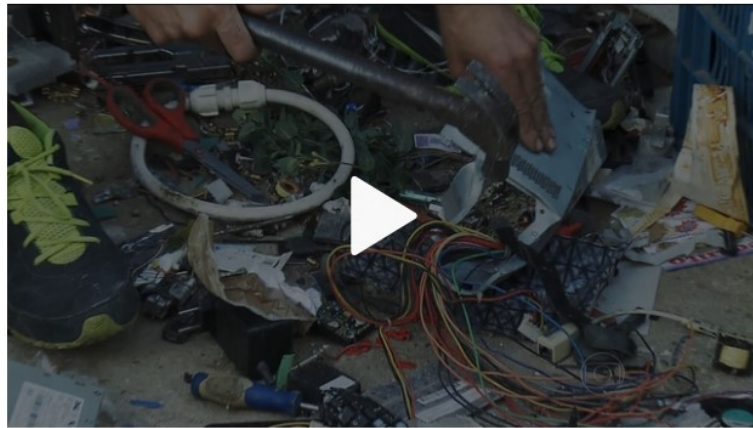
- ✓ É do conhecimento de vocês os perigos para a saúde humana quando o lixo é descartado de forma inadequada como lixo comum? Quais são estes perigos?
- ✓ Quais as consequências para o meio ambiente decorrente do descarte deste lixo eletrônico?

Figura 3 - Foto reprodução do vídeo da atividade 1.3.

Edição do dia 11/11/2015
11/11/2015 21h36 - Atualizado em 11/11/2015 21h40

Lixo eletrônico pode ser altamente perigoso com manuseio inadequado

Estudo identificou taxas anormais de metais como chumbo e cádmio em catadores. JN apresenta série sobre o problema do lixo eletrônico no mundo.



Fonte: <http://g1.globo.com/jornal-nacional/noticia/2015/11/lixo-eletronico-pode-ser-altamente-perigoso-com-manuseio-inadequado.html>

1. Marque no quadro abaixo quais destes símbolos você conhece o significado e o escreva.

Quadro 1 - Alguns símbolos presentes em telefones celulares.

| | Símbolo | Significado |
|---|---------|-------------|
| 1 | | |
| 2 | | |
| 3 | TM | |
| 4 | | |
| 5 | | |
| 6 | | |

Atividade complementar 1.4: Após assistir ao filme Wall-E, responda as questões que seguem:

Figura 4 - Filme Wall-E; referente a atividade complementar 1.4.



Fonte: Walt Disney

Questionário

1. As primeiras cenas do filme mostram o planeta Terra totalmente desabitado. Quais os motivos são aparentes nestas cenas?
 2. O filme relata uma história real ou fictícia? Argumente.
 3. Qual era a função do Wall-E? Por que ele guardava alguns equipamentos tecnológicos em sua casa? Como entender o fato dele ser o único robô funcionando naquele tempo?
 4. Como era a vida dos seres humanos a bordo da nave? Escreva um parágrafo relatando a forma como eles se relacionam com a tecnologia. Era uma relação benéfica? Argumente.
 5. Faça uma resenha inter-relacionando aspectos positivos e negativos abordados no estudo desta parte da sequência didática, com as consequências de uma vida sedentária associada a grande produção de lixo eletrônico.
-



2. A RELAÇÃO CULTURAL

Atividade 2.1- Leia com atenção o texto abaixo para em seguida responder a uma questão do ENEM 2015.

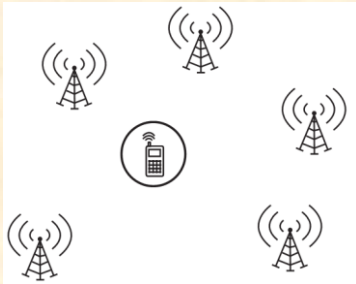
A Física das telecomunicações

É muito provável que ao seu alcance você tenha um celular ou smartphone. Nós estamos habituados a conviver e a utilizar este artefato tecnológico diversas vezes ao dia para uma série de atividades que incluem sua função básica de fazer uma ligação. No entanto, você já se questionou como um celular transmite informação para outro?

É necessário saber que os aparelhos telefônicos em geral podem fazer a transformação de uma onda sonora, também conhecida como onda mecânica, em uma onda eletromagnética. O aparelho responsável por essa transformação na natureza da onda chama-se transdutor. A principal distinção entre as naturezas destas ondas deve-se ao fato de que as ondas mecânicas necessitam de um meio material para sua propagação ao passo que as ondas eletromagnéticas não têm esta dependência de um meio material, como é o caso da luz.

Caiu no ENEM 2015

Para obter a posição de um telefone celular, a polícia baseia-se em informações do tempo de resposta do aparelho em relação às torres de celular da região de onde se originou a ligação. Em uma região, um aparelho está na área de cobertura de cinco torres conforme o esquema.



Considerando que as torres e o celular são puntiformes e que estão sobre um mesmo plano, qual o número mínimo de torres necessárias para se localizar a posição do telefone celular que originou a ligação?

- A. Uma.
- B. Duas.
- C. Três.
- D. Quatro.
- E. Cinco.

Basicamente o celular é um telefone acoplado a um rádio, unidos com muita tecnologia. O seu funcionamento é semelhante ao do rádio, quando se quer ouvir determinada rádio você deve sintonizar determinada estação, ou ainda determinada faixa de frequência. Assim é o celular, ele funciona em uma faixa de frequência bem definida dentro do amplo espectro eletromagnético. Essa frequência de funcionamento é regulamentada pela ANATEL e está disponível para seu conhecimento no manual do fabricante. Atualmente a faixa de frequência em que os celulares com conexão 4G podem funcionar varia entre 700 Mhz a 2,5 Ghz. No Brasil é utilizada a frequência de 2,5 Ghz.

No entanto, não há uma frequência de funcionamento para cada aparelho e mesmo que houvesse, as chamadas de longa distância necessitariam de um aparelho com muita potência o que inviabilizaria o tamanho reduzido dos aparelhos de hoje em dia. Assim, as cidades são divididas em áreas a serem cobertas, também chamada de células, e então temos a relação do nome celular. Ao dividir as cidades em pequenas células as mesmas faixas de frequência podem ser reutilizadas em outras células, desde que não seja adjacente para minimizar o risco de interferências.

Existe para a célula ao menos uma antena retransmissora denominada estação rádio base que se conecta a uma central telefônica interconectada a várias outras viabilizando a comunicação entre células da mesma cidade ou de outras. A comunicação entre os celulares e antenas ocorrem por meio de ondas

eletromagnéticas e a energia de cada onda está relacionada a sua frequência de oscilação.

Frequência e comprimento de onda são duas características das ondas, que são inversamente proporcionais, e juntas formam a velocidade de propagação da onda. Por exemplo, o comprimento de onda da luz solar varia pouco entre $4,0 \times 10^{-7}$ e $7,5 \times 10^{-7}$ metros, por outro lado as ondas eletromagnéticas utilizadas nas telecomunicações podem variar de 1 cm a 10^5 km.

Atividade 2.2

Nesta atividade faremos a audição da música Queremos Saber de Gilberto Gil. Pense por alguns minutos o que a música pode representar enquanto crítica à dualidade Tecnologia x Progresso da Humanidade e resposta aos questionamentos que são propostos em seguida:

| | |
|------------------------------------------------------|-----------------------------------|
| Queremos saber – Gilberto Gil | Pra iluminação do homem |
| Queremos saber, o que vão fazer | Tão carente sofredor |
| Com as novas invenções | Tão perdido na distância |
| Queremos notícia mais séria | Da morada do senhor |
| Sobre a descoberta da antimatéria e suas implicações | Queremos saber, queremos viver |
| Na emancipação do homem | Confiantes no futuro |
| Das grandes populações | Por isso se faz necessário prever |
| Homens pobres das cidades | Qual o itinerário da ilusão |
| Das estepes dos sertões | A ilusão do poder |
| Queremos saber, quando vamos ter | Pois se foi permitido ao homem |
| Raio laser mais barato | Tantas coisas conhecer |
| Queremos de fato um relato | É importante que todos saibam |
| Retrato mais sério do mistério da luz | O que pode acontecer |
| Luz do disco voador | Queremos saber, queremos saber |

1. Pense por um momento na função do telefone celular na sociedade. É possível afirmar que ele é essencial para o desenvolvimento da humanidade? Argumente.
2. Nós estamos fazendo uso correto dos muitos dispositivos tecnológicos que dispomos em nosso dia-a-dia? Quais destes dispositivos podem ser exemplo do mal uso dado às invenções tecnológicas?
3. O autor retrata nos versos da música uma relação entre avanços tecnológicos e seus produtos com o homem. Como você interpreta essa relação?

Atividade 2.3

Neste momento, será explorado os aspectos legais que proíbem o uso do telefone celular em sala de aula. Discuta com o seu grupo sobre a seguinte problemática: Qual é a sua opinião sobre a proibição do uso do telefone celular em sala de aula? Quais os argumentos que você usa para justificar sua opinião?

Agora leia com atenção o que diz algumas leis estaduais sobre o uso do celular em sala de aula.

Quadro 2: Alguns Estados brasileiros que proibiram o uso do celular em sala de aula.

| Estado | Lei | Data aprovação |
|----------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------|
| Rio de Janeiro | Lei municipal nº 4734: Fica proibido o uso de telefone celular, games, ipod, mp3, equipamento eletrônico e similar em sala de aula. | 04/01/2008 |
| São Paulo | Lei estadual nº 12.730: Ficam os alunos proibidos de utilizar telefone celular nos estabelecimentos de ensino do Estado, durante o horário das aulas. | 11/10/2007 |
| Minas Gerais | Lei estadual nº 14.486: | 09/12/2002 |

| | | |
|--------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|
| | Fica proibida a conversação em telefone celular e o uso de dispositivo sonoro do aparelho em salas de aula, teatros, cinemas e igrejas. | |
| Brasil | <p>Lei federal nº 2.246</p> <p>Fica proibido o uso de aparelhos eletrônicos portáteis nas salas de aula dos estabelecimentos de educação básica e superior.</p> <p>Parágrafo único: Serão admitidos, nas salas de aula de estabelecimentos de educação básica e superior, aparelhos eletrônicos portáteis, desde que inseridos no desenvolvimento de atividades didático-pedagógicas e devidamente autorizados pelo docente ou corpo gestor.</p> | 03/06/2009 |

Atividade exploratória: O uso da tecnologia com ciência.

Como sugestão de atividade monte um grupo responsável por entrevistar algumas pessoas do seu entorno social (professores, familiares, amigos). O objetivo desta atividade é colher a percepção sobre como as pessoas entendem a importância do telefone celular associada à comunicação em seu dia a dia.

1. Discuta com seu grupo um roteiro de perguntas que farão aos entrevistados.
2. Vocês podem usar o smartphone como instrumento de gravação e coleta de dados.
3. Façam uma síntese das opiniões das pessoas as quais seu grupo entrevistou. Estabeleça pontos em comum e as divergências. Apresente este texto em forma de

um resumo jornalístico de um importante jornal sobre Ciência Tecnologia e Sociedade.

Atividade complementar 2.4: Assistir ao primeiro episódio da terceira temporada da série Black Mirror para em seguida responder aos seguintes questionamentos:

1. Qual é a crítica que se pode estabelecer entre o uso da tecnologia e o convívio social mostrado no episódio? Há aspectos positivos e negativos, liste alguns.
2. Atualmente, o aplicativo UBER, permite que o usuário tenha uma nota de avaliação ao usufruir do serviço de transporte privado, muito semelhante à nota que os personagens do episódio atribuem ao interagirem. A obsessão por uma boa avaliação é pertinente somente no contexto da ficção abordado no episódio ou já é uma realidade em nosso meio social. Argumente sua posição usando outros exemplos.

3ª PARTE - A RELAÇÃO CIENTÍFICA

Atividade 3.1

Para iniciar a dinâmica desta aula, vocês alunos devem se organizar em grupos.

Pensem e discutam com seus colegas sobre o seguinte problema:
Considerando o experimento telefone de cordel (figura 10), onde um telefone rústico é construído com duas latinhas e um barbante. É possível se comunicar com este telefone? Quais as semelhanças e quais as diferenças do telefone de cordel com o telefone celular? Registrem no caderno os raciocínios e questionamentos de vocês.

Figura 5 - Telefone de cordel.



Fonte: www.flickr.com/photos/cizake4164756091

Atividade 3.2

Parâmetros fundamentais de uma onda

Analise a figura 6. Perceba que ao movimentar a mão para cima e para baixo em ritmo constante, e mantendo sempre o mesmo desnível, damos início ao movimento vibratório. De uma forma geral, qualquer coisa que oscile para a frente e para trás, para cima e para baixo, para lá e para cá ou de um lado para outro está vibrando. **Vibração** é um conceito importante no movimento ondulatório pois se relaciona com o surgimento de uma onda. Vibração é um conceito que compartilha significado com o de **oscilação**, consiste na variação periódica de alguma grandeza física, por exemplo, posição, pressão, densidade. Ou seja, é uma variação em

Caiu no ENEM 2014

Quando adolescente, as nossas tardes, após as aulas, consistiam em tomar às mãos o violão e o dicionário de acordes de Almir Chediak e desafiar nosso amigo Hamilton a descobrir, apenas ouvindo o acorde, quais notas eram escolhidas. Sempre perdíamos a aposta, ele possui o ouvido absoluto.

O ouvido absoluto é uma característica perceptual de poucos indivíduos capazes de identificar notas isoladas sem outras referências, isto é, sem precisar relacioná-las com outras notas de uma melodia.

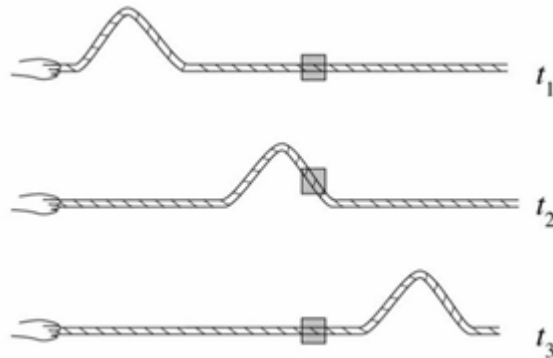
LENT, R. **O cérebro do meu professor de acordeão.** Disponível em: <http://cienciahoje.uol.com.br>. Acesso em 15 ago. 2012 (adaptado).

No contexto apresentado, a propriedade física das ondas que permite essa distinção entre as notas é a

- A. frequência.
- B. intensidade.
- C. forma da onda.
- D. amplitude da onda.
- E. velocidade de propagação

função do tempo. Uma onda é uma oscilação que possui variações na posição em função do tempo, ao qual denominamos **período (T)**.

Figura 6 – A mão faz uma vibração produzindo uma oscilação na corda.



Fonte: wikipremed.com

Alguns outros conceitos são importantes para a caracterização de uma onda, por exemplo, ondas de rádio podem contornar obstáculos pois possuem **amplitude [A]** de oscilação relativamente grande. Este conceito se refere ao máximo afastamento, em relação a um ponto intermediário de oscilação conforme mostra a figura 5 logo abaixo.

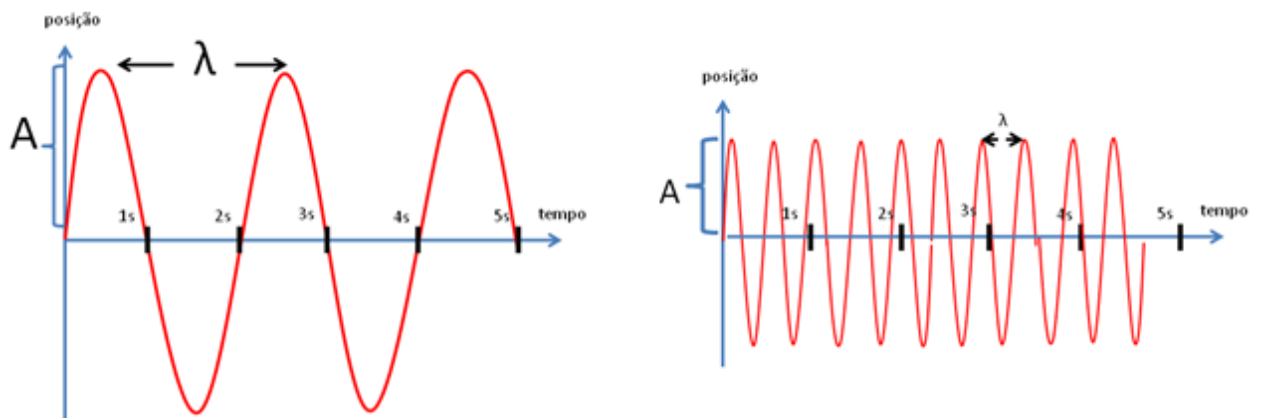
Já as micro-ondas tem **comprimento de onda [λ]** pequeno o suficiente para interagir com as moléculas de água dos alimentos a fim de aquecê-los. O comprimento de onda, assim como a amplitude é uma medida de distância, neste segundo conceito se refere a distância entre dois elementos idênticos e sucessivos da onda, a exemplo de duas cristas ou dois vales.

A **frequência [f]** de oscilação das ondas está relacionada com o número de vezes que a onda oscila em um certo intervalo de tempo.

$$\text{Frequência} = \frac{n^{\circ} \text{ de oscilações}}{\text{segundo}}$$

Ondas de rádio na frequência de 100 MHz oscilam cem milhões de vezes a cada segundo, incrível não acha?

Figura 7 - Uma onda com grande amplitude e grande comprimento de onda (Esquerda); Uma onda com baixa amplitude e pequeno comprimento de onda (Direita).

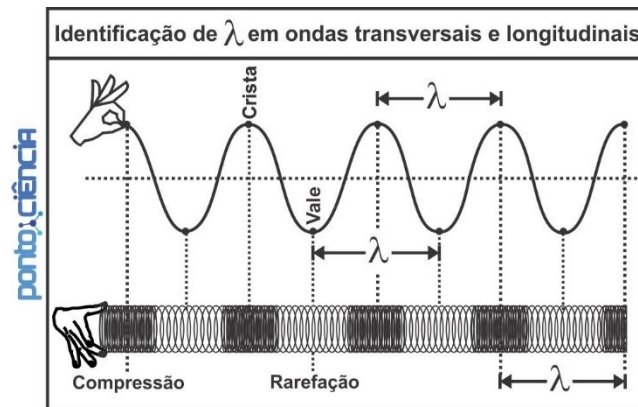


Fonte: O autor, 2016.

Quando a fonte de uma onda oscila na mesma direção de propagação da onda, é produzida uma onda longitudinal. Significa que as partes de um meio material em que a onda se propaga a onda estão comprimidas para frente e para trás.

No caso da fonte oscilar perpendicularmente à direção de propagação, temos uma onda transversal. É o caso da corda na qual cada um de seus pontos oscilam para cima e para baixo enquanto a onda se propaga na horizontal.

Figura 8 – Acima a representação de ondas transversais. Abaixo a representação de ondas longitudinais. (Figura adaptada)



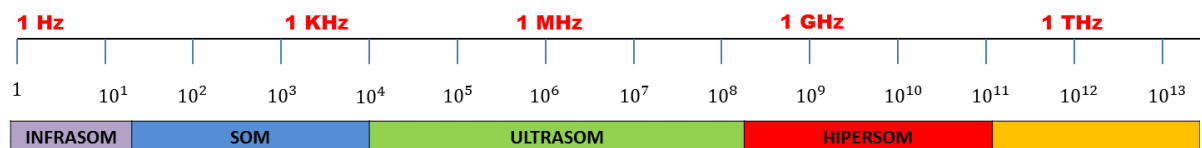
Fonte: Banco internacional de Objetos Educacionais

A natureza das ondas

Quanto à sua natureza as ondas podem ser eletromagnéticas ou mecânicas. Ondas mecânicas possuem a dependência de um meio material para sua propagação. O exemplo mais comum é o som, que se propaga em meios materiais como no ar a uma velocidade de aproximadamente 340 metros por segundo. Esta velocidade pode variar de acordo com fatores de temperatura e umidade.

A figura 9 apresenta em ordem crescente de frequência a classificação das ondas mecânicas.

Figura 9 - Esquema do arranjo do espectro sonoro.



Fonte: O autor, 2016.

Sabe-se que os elefantes conseguem se comunicar usando infrassons, esta é a uma das funções de suas grandes orelhas. Na outra ponta do espectro temos os golfinhos e morcegos que utilizam os ultrassons para procurar seus alimentos. Localizado no intervalo intermediário, após o infrassom e antes do ultrassom encontra-se o espectro audível que compreende todas as frequências sonoras que o ouvido humano pode captar.

As ondas eletromagnéticas são ondas transversais e que não apresentam dependência de um meio material para se propagar. Este tipo de onda tem como origem fontes que transformam energia elétrica e magnética conjuntamente. No caso da telecomunicação são os elétrons da antena de transmissão que originam as ondas eletromagnéticas. A velocidade de propagação deste tipo de onda é de 300.000 Km/s ou ainda 3×10^8 m/s. O espectro eletromagnético é mais amplo que o espectro sonoro apresentando diversos representantes bem conhecidos como as cores.

Quadro 3 - Relação entre luz monocromática, comprimento de onda e frequência de oscilação.

| Luz | Comprimento de onda (10^{-7} m) | Frequência (10^{14} Hz) |
|----------|---------------------------------------|-------------------------------|
| Vermelho | 6,2 a 7,5 | 4,0 a 4,8 |
| Laranja | 5,9 a 6,2 | 4,8 a 5,0 |
| Amarelo | 5,7 a 5,9 | 5,0 a 5,3 |
| Verde | 5,3 a 5,7 | 5,3 a 5,7 |
| Azul | 5,0 a 5,3 | 5,7 a 6,0 |
| Anil | 4,5 a 5,0 | 6,0 a 6,7 |
| Violeta | 4,0 a 4,5 | 6,7 a 7,5 |

Fonte: wikipedia.org

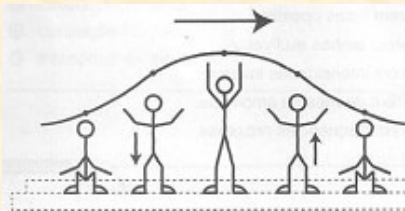
A velocidade de propagação de uma onda

Agora que você já entendeu diversas características de uma onda, vamos considerar algo importante a respeito da velocidade de propagação de ondas. Você já percebeu que em certas condições ao acompanhar a queima de fogos durante um réveillon ou uma tempestade a considerável distância, nossos olhos captam o fenômeno luminoso (luz dos fogos de artifício, ou raio da tempestade) para segundos depois ouvirmos o fenômeno sonoro? Qual a razão disto acontecer?

A velocidade de propagação de uma onda depende de alguns fatores do meio de propagação e da fonte que produz a onda. Tais fatores podem ser a tensão na corda, densidade do meio material entre outros fatores.

Caiu no ENEM 2013

Uma manifestação comum das torcidas em estádios de futebol é a ôla mexicana. Os espectadores de uma linha, sem sair do lugar e sem se deslocarem lateralmente, ficam de pé e se sentam, sincronizados com os da linha adjacente. O efeito coletivo se propaga pelos espectadores do estádio, formando uma onda progressiva, conforme ilustração.



Calcula-se que a velocidade de propagação dessa “onda humana” é 45 km/h, e que cada período de oscilação contém 16 pessoas, que se levantam e se sentam organizadamente e distanciadas entre si por 80 cm.

Disponível em: www.ufsm.br. Acesso em: 7 dez. 2012 (adaptado).

Nessa ôla mexicana, a frequência da onda, em hertz, é um valor mais próximo de:

- A. 0,3.
- B. 0,5.
- C. 1,0.
- D. 1,9.
- E. 3,7.

O som detectado pela audição é um exemplo de onda mecânica. É uma onda longitudinal, cuja velocidade de propagação depende do meio material em que o som se propaga. Portanto, no ar é da ordem de 340 m/s, e de aproximadamente 1500 m/s na água.

Já as cores que enxergamos são representadas por ondas eletromagnéticas que se propagam com velocidade de $3,0 \times 10^8$ m/s mas em meios mais densos como a água sofre uma redução de cerca de 25% em sua velocidade.

$$V = \lambda \cdot f$$

Ao considerar o mesmo meio de propagação, a velocidade da onda, seja ela mecânica ou eletromagnética, é constante. Assim temos:

Quadro 4 - Relação entre velocidade de propagação, comprimento de onda e frequência de oscilação.

| Velocidade de propagação no ar (v) | | Comprimento de onda (λ) m | Frequência (f) Hz |
|------------------------------------|---------------------|-----------------------------------------|---------------------------|
| Mecânica | 340 m/s | $[0 - 1,7 \times 10^{-4}]$ | $[0 - 2,0 \times 10^4]$ |
| Eletromagnética | 3×10^8 m/s | $[1,5 \times 10^7 - 1 \times 10^{-14}]$ | $[20 - 3 \times 10^{22}]$ |

Fonte: O autor, 2016.

Questões de revisão

1 – De maneira geral, qual é a fonte das ondas mecânicas? E das ondas eletromagnéticas?

2 – Qual é a relação entre a frequência, o comprimento de onda e a velocidade de propagação de uma onda?

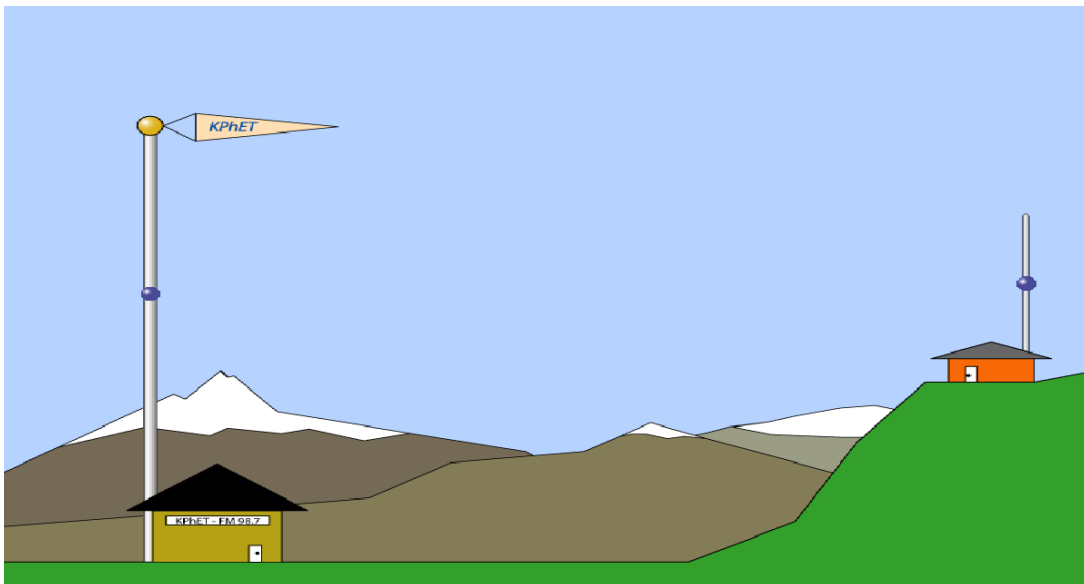
3 – Quantas vibrações por segundo ocorrem em uma onda de rádio típica de sua cidade?

❖ Radio Líder – 93,1 MHz

- ❖ Radio Cultura – 95,1 MHz
- ❖ Rádio Paranaíba – 100,7 MHz
- ❖ Rádio Universitária – 107,5 MHz
- ❖ Rádio Educadora Jovem Pan – 780 KHz
- ❖ Rádio Vitoriosa – 1390 KHz

Atividade 3.3: Continuando os estudos sobre ondas, vamos utilizar a simulação “Ondas de rádio e campo eletromagnético” para se ter uma melhor representação de como as ondas que os aparelhos celulares emitem se como se propagam no espaço.

Figura 6 - Representação da simulação da atividade 3.3



Fonte: https://phet.colorado.edu/pt_BR/simulation/legacy/radio-waves

Pense e responda:

1. Como é produzido o sinal eletromagnético (onda) quando as estações de rádio estão funcionando? Incluir em sua resposta uma descrição do que está produzindo o sinal, bem como o raciocínio por trás de como isso poderia produzir um sinal.
2. Como uma antena receptora trabalha para detectar este sinal eletromagnético produzido quando as estações de rádio estão funcionando?

Inclua os princípios físicos que suportam sua descrição de como esse sinal é detectado.

- De que maneira a transmissão de sinal entre dois ou mais aparelhos celulares é semelhante à sua resposta do item anterior? Argumente.

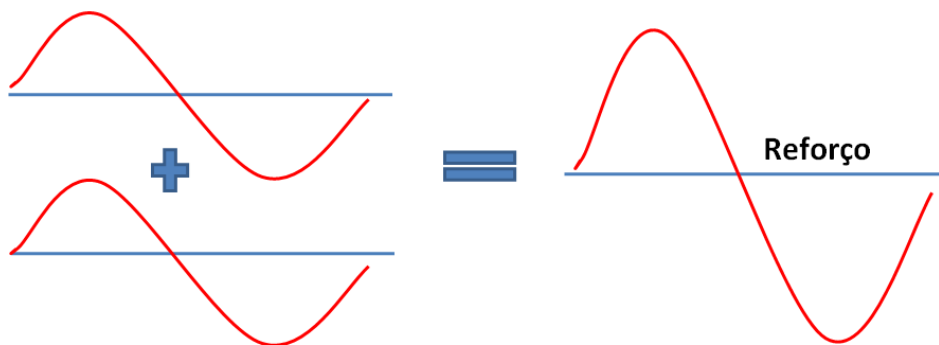
Atividade 3.4

Interferência em ondas

Provavelmente você já se deparou com situações em que, ao falar ao telefone com algum conhecido, você escutou uma voz estranha ou chiado e que possivelmente era de outra ligação ou ainda, ao sintonizar determinada estação de rádio ter ouvido alguma outra música ou voz que não a da estação sintonizada. Você já reparou nos belos padrões de cores na superfície de uma bolha de sabão? Por que acontecem essas situações, e o que elas têm em comum?

Primeiramente vamos considerar que duas ou mais ondas, de mesma natureza, se interagem. Um possível resultado desta interação é uma interferência de uma onda com a outra, de tal forma que o resultado seja um reforço de sua amplitude.

Figura 7 - Interferência construtiva de uma onda transversal.

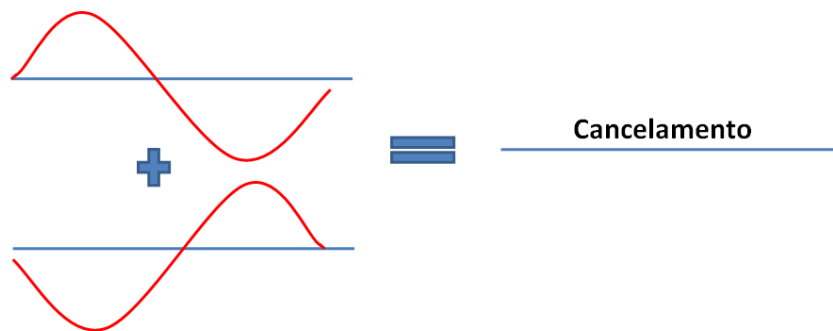


Fonte: O autor, 2016.

Podemos concluir que a sobreposição (adição) de duas ondas com frequências idênticas tem como resultado uma terceira onda que apresenta a mesma frequência das ondas individuais, mas o dobro da amplitude. No caso de ondas de luz, este efeito de aumento de amplitude é equivalente a ao aumento da intensidade do brilho.

Há também uma segunda possibilidade, a de que duas ondas, também de mesma frequência interajam de tal forma que estejam defasadas em meio comprimento de onda. Assim sendo, a crista de uma onda se sobrepõe ao vale de outra. O resultado desta interação é conhecido como interferência destrutiva e não há a produção de uma terceira onda pois sua amplitude de oscilação é reduzida a zero.

Figura 8 - Interferência destrutiva de uma onda transversal.



Fonte: O autor, 2016.

O fenômeno de interferência é uma característica tanto de ondas mecânicas como de eletromagnéticas, apesar de estarmos discutindo com ênfase sua aplicação neste segundo tipo de onda, o raciocínio será equivalente para ambas as naturezas das ondas.

O conceito de fase é relevante para o entendimento da interferência. Trata-se do estágio que se encontra a onda em relação a um sistema ou ponto de referência. Assim, analisando a figura 16, temos dois sistemas realizando movimento ondulatório em fase um em relação ao outro. Na figura 17 um sistema apresenta uma defasagem de meio comprimento de onda em relação ao outro sistema.

Um fenômeno comum na qual se aplica os conceitos de interferência é a visualização do espectro de cores refletidas em uma bolha de sabão. Este fenômeno é chamado iridescência²⁹.

²⁹ Propriedade de certas superfícies apresentam em mudar sua cor conforme o ângulo de visão ou de iluminação se altera.

Figura 9 - Cores em uma bolha de sabão por interferência luminosa.

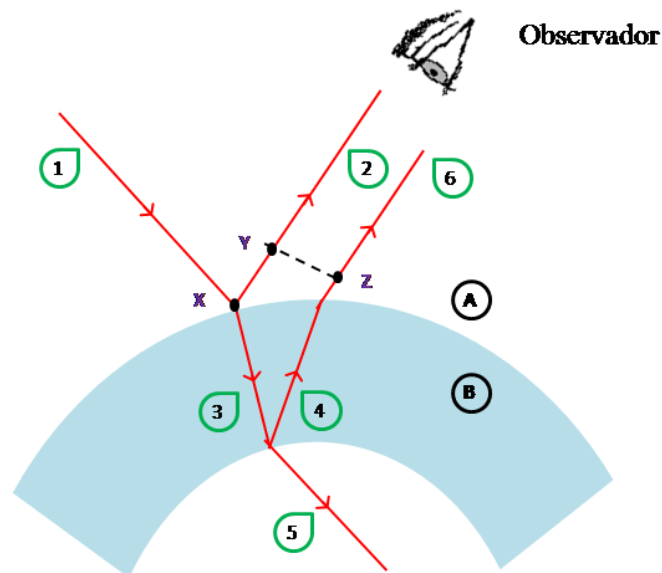


Fonte: commons.wikimedia.org/wiki/File:Macro_PhotoGraph_of_a_soap_bubble.jpg

A bolha de sabão apresentará iridescência quando iluminada pela luz branca e a espessura de sua superfície for aproximadamente igual ao comprimento de onda da luz.

Considere raios de luz branca e paralelos incidentes em uma bolha, conforme a figura 18.

Figura 10 - Esquema para compreensão da iridescência em uma bolha de sabão.



Fonte: O autor, 2016.

O raio de luz representado por **1** é um dos raios incidentes na superfície da bolha de sabão. Uma parcela deste raio é refletida dando origem ao raio **2** e outra parcela sofre refração representado no raio de luz **3**. Em seguida este último sofre uma reflexão no interior da película de sabão originando o raio **4** e também uma

nova refração resultando em **5**. A luz refletida no interior da película refrata e originando o raio de luz **6**.

Note que o raio incidente **1** deu origem a dois outros raios. O raio **2** por meio da reflexão no meio **A**, e o raio **6** devido à mudança de meio de propagação de **B** para **A**. É fácil perceber que a partir do ponto **X** as trajetórias dos raios **2** e **6** para atingirem os pontos **Y** e **Z** respectivamente são diferentes. Desta forma, dependendo do comprimento de onda da luz e da distância adicional que o raio percorre de **X** até **Z** em relação ao trajeto de **X** até **Y** as ondas de luz dos raios **2** e **6** podem estar em fase ou em oposição de fase ocasionando interferência construtiva ou destrutiva.

Em acordo com o texto “As cores na ciência e nas Artes” explorado nas aulas anteriores, é possível notar que a subtração de uma componente da luz branca resulta na visualização de sua cor complementar. Assim, a subtração do vermelho produz o ciano (verde + azul), a subtração do azul produz o amarelo (verde + vermelho) e a subtração do verde produz o magenta (azul + vermelho). Nota-se que as cores ciano, magenta e amarelo são muito comuns em bolhas de sabão e em outras superfícies iridescentes como uma película de óleo no asfalto, penas de pavão, escamas de alguns peixes, asas de algumas espécies de borboletas ou pele da toupeira dourada.

Figura 15 - Espécie de besouro que apresenta iridescência em seu exoesqueleto.



Fonte: <http://www.carnivoras.com.br/iridescencia-em-plantas-t3010.html>

Conforme já vimos no texto *A física das telecomunicações* as operadoras de telefonia celular utilizam faixas específicas de frequências para viabilizar o contato entre dois (ou mais) aparelhos e a transmissão de informações entre eles. Este sistema é conhecido como Sistema Global de Comunicação Móvel ou GSM.

Celulares simples, dual band utilizam duas faixas de frequência e possuem muita restrição quanto ao seu funcionamento. Celulares tri band trabalham com três

faixas de frequência e são mais compatíveis com as operadoras brasileiras. Já celulares quadri band correspondem a maioria dos aparelhos do mercado e são compatíveis com qualquer operadora no país e também no exterior.

São essas ondas, em diferentes frequências possíveis, as responsáveis pelo ruído ouvido por nós caso o celular esteja próximo às caixas de som do computador. O celular emite e recebe ondas eletromagnéticas na ocasião de uma chamada, e a caixa de som tem um circuito eletrônico que a faz funcionar conforme a corrente elétrica recebida. A incidência das ondas eletromagnéticas no circuito eletrônico da caixa de som origina os ruídos que ouvimos quando os autofalantes vibram e transformam as ondas eletromagnéticas em ondas mecânicas (som). Este fato é uma evidência do fenômeno de interferência

Questões de revisão

- 1 – A interferência está restrita apenas a alguns tipos de ondas ou ela ocorre para todos os tipos? Justifique.
- 2 – O que é a luz branca e quais suas componentes?
- 3 – O que produz a iridescência?
- 4 – O que explica a variedade de cores vista em uma bolha de sabão?
- 5 – Se você olhasse para uma bolha de sabão por diferentes ângulos, de modo que visse diferentes espessuras aparentes para uma película delgada de sabão, enxergaria cores diferentes? Explique.

3.5 Atividade complementar

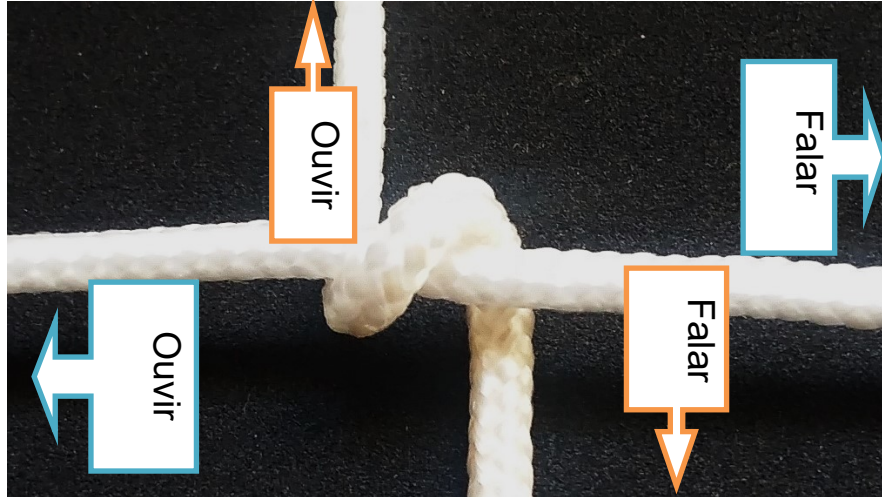
A interferência entre ondas mecânicas pode ser facilmente verificada. Para produzir uma interferência você vai precisar dos seguintes materiais:

- Dois telefones de cordéis (iguais aos produzidos na atividade 3.1)
- 4 alunos (2 para falar e 2 para escutar)

Realizem o seguinte procedimento: entrelace a linha dos dois telefones de cordéis fazendo uma volta simples de um, em torno do outro, conforme reprodução abaixo. Em seguida combine com os quatro alunos participantes, quais deles vão falar e quais vão ouvir alguma mensagem preestabelecida. Feito os combinados, os alunos

que irão falar ao telefone de cordel o devem fazer de forma simultânea. Vamos tentar fazer essa comunicação!

Figura 16 - Esquema de disposição do experimento de interferência usando telefone de cordel.



FONTE: O AUTOR, 2016.

Respondam aos seguintes questionamentos:

1. Peça aos alunos ouvintes para descrever a mensagem que recebeu na outra ponta do telefone. Qual é a mensagem ouvida?
2. A mensagem falada chegou ao destinatário (aluno ouvinte) de forma clara? Em caso negativo, o que pode ter ocorrido para a distorção da mensagem?
3. É possível, utilizando seus conhecimentos sobre interferência ente ondas estudados até aqui, estabelecer uma explicação para a diferença entre a mensagem dita e a mensagem ouvida? Argumente.

4ª PARTE - A RELAÇÃO ARTÍSTICA

Atividade 4.1: Nesta etapa final de estudos, vamos buscar compreender possíveis relações existentes entre Física e Artes. Se reúnam em grupos e pensem na resposta do seguinte problema:

Agora que já se sabe existir uma relação entre o comprimento de onda e uma cor específica da onda de luz que nosso olho detecta, de que maneira as cores poderiam nos despertar diferentes sensações? Por que as redes de restaurante usam predominantemente o vermelho e amarelo em seus produtos e lojas? Por que no centro cirúrgico a equipe médica usa roupas verdes ou azuis?

Anotem as respostas em seus cadernos.

Atividade 4.2

As cores na Ciência e nas Artes

A luz foi a principal responsável por viabilizar que conhecimentos de naturezas distintas, como a ciência e as artes se complementassem.

Começamos citando a relevância dos estudos de Sir Isaac Newton (1642 – 1727), a quem se atribui a célebre experiência de fazer um raio de luz solar se decompor em diversas outras cores. Decorre de seus estudos que a luz branca tem outras componentes, e que somente as cores vermelha, verde e azul não se decompunham, tornando-se, portanto, cores fundamentais ou primárias.

Figura 17 - Sir Isaac Newton e a decomposição da luz branca através de um prisma.



Fonte: Banco Internacional de Objetos Educacionais.

Posteriormente, em 1801, o físico e médico fisiologista Thomas Young, baseado em conhecimentos da teoria ondulatória da luz e da fisiologia do olho humano, constata que existem na retina grupos de células sensíveis ao vermelho,

verde e azul. Assim, na interpretação de Young, o olho tem uma contribuição na formação das cores, ao qual Newton não se referia em seus estudos.

Sabemos atualmente que a cor é uma característica da luz que, por sua vez, é uma radiação eletromagnética, ou de um objeto cuja coloração deriva da pigmentação. A nossa percepção de cor é mediada pelo olho que, com suas células especiais, diferenciam os diferentes matizes. Dentre essas células situadas na retina estão os bastonetes, responsáveis pela interpretação de diferentes intensidades luminosas, e os cones, que se subdividem em três tipos, nos permitindo distinguir todas as diferentes cores através das cores primárias vermelho (**red**), verde (**green**), azul (**blue**).

De tal maneira é necessário entender que a luz branca, por exemplo, a radiação proveniente do sol, tem composição espectral de todos os comprimentos de ondas, conforme estudado nas aulas do módulo anterior (quadro 3) e pode ser obtida por dispersão ao interagir com algum objeto, uma gota de água, um prisma ou um simples DVD.

Figura 18 - Espectro visível obtido por dispersão da luz branca.

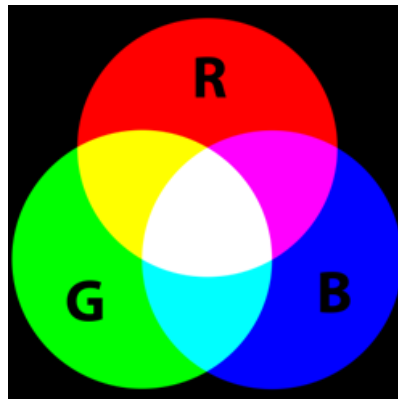


Fonte: pixabay.com/

Por outro lado, o fundo branco desta folha de papel, da tela de um celular ou televisor é composto apenas por padrão de intensidade das cores primárias vermelho, verde e azul (**RGB**).

A formação das cores é, portanto, um processo de sobreposição (adição) dos componentes primários quando se trata de objetos que fazem a emissão ou dispersão da luz (cor-luz). As cores secundárias (amarelo, ciano e magenta) seriam então combinações das cores primárias.

Figura 19- Padrão de cores aditivo RGB de obtenção da cor-luz.

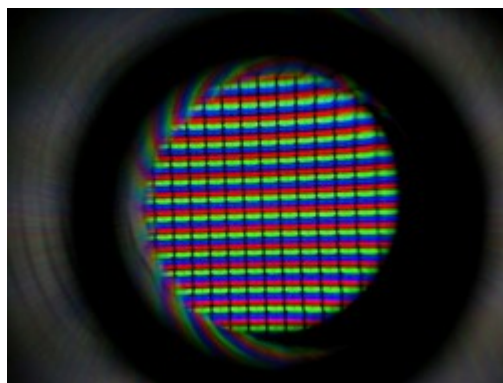


Fonte: pt.wikipedia.org

É muito fácil perceber uma aplicação deste processo de sobreposição de cor-luz com o auxílio de uma lente de aumento e um celular. Ao combinar certos valores de distância entre a tela e a lente ficará perceptível um padrão de pixels como o observado na figura 25.

O pixel é a menor unidade que compõe uma imagem digital. Cada pixel é composto pelas três cores-luzes primárias, vermelho, verde e azul. Cada uma dessas três cores possui 256 tonalidades variando entre claro e escuro, de tal forma que suas combinações resultam em 16 milhões de possibilidades de cores.

Figura 11 – Padrão de pixels em uma tela de um tablet.



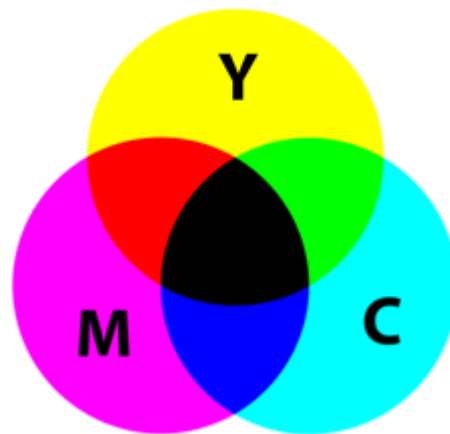
Fonte: <http://ragesoss.com/blog/category/photography/>

A resolução de uma imagem ou da tela do celular relaciona-se com a quantidade de pixels dispostos em linha e coluna distribuídos em certa superfície. Por exemplo, uma tela com resolução 800 x 600 pixels apresenta em sua

composição 800 pixels de largura e 600 pixels de altura. Uma tela de resolução full HD tem resolução 2560 x 1440 ao passo que a resolução 4K são de 3840 x 2160 pixels. Este é um dos fatores que tornam os televisores e celulares de última geração tão atrativos para os consumidores.

O segundo processo de obtenção das cores é o de pigmentação e muito usado nas artes para pintura de telas ou colorir objetos do nosso dia a dia como lápis de cor, roupas e automóveis. Neste processo a luz branca ao interagir com o pigmento terá refletida apenas a componente que não foi absorvida por ele (cor-pigmento). Pode-se concluir portanto que este processo é de subtração das componentes das cores. Ele utiliza como cores primárias o amarelo (yellow), ciano (cyan) e magenta (magenta) para a obtenção de todas as outras cores.

Figura 12 - Padrão subtrativo de cores MYC para obtenção da cor-pigmento.



Fonte: pt.wikipedia.org

A Física e as Artes podem parecer dois campos bem distintos de conhecimento. A primeira sempre fundamentada pelo racionalismo e equações matemáticas enquanto a outra regida pela busca da intuição e criatividade. No entanto este aparente distanciamento pode ser repensado em diversos exemplos de telas que ao longo da história da humanidade evidenciaram uma relevante harmonia entre elas. Interpretadas com ideias vigentes em determinada época, expressões artísticas podem ganhar novo significado ao se construir uma crítica social, cultural e/ou científica.

Caiu no ENEM 2014

É comum aos fotógrafos tirar fotos coloridas em ambientes iluminados por lâmpadas fluorescentes, que contém uma forte composição de luz verde. A consequência desse fato na fotografia é que todos os objetos claros, principalmente os brancos, aparecerão esverdeados. Para equilibrar as cores, deve-se usar um filtro adequado para diminuir a intensidade da luz verde que chega aos sensores da câmera fotográfica.

Na escolha desse filtro, utiliza-se o conhecimento da composição das cores-luz primárias: Vermelho, verde e azul; e das cores-luz secundárias: amarelo = vermelho + verde, ciano = verde + azul e magenta = vermelho + azul.

Disponível em: <http://nautilus.fis.uc.pt>. Acesso em 20 maio 2014 (adaptado)

Na situação descrita, qual deve ser o filtro utilizado para que a fotografia apresente as cores naturais dos objetos?

- a) Ciano.
- b) Verde.
- c) Amarelo.
- d) Magenta.
- e) Vermelho.

Física do cotidiano

Elas são cada vez mais raras em nosso dia-a-dia, mas os aparelhos de TV que usam tubo de imagem para formação de imagens na tela são uma excelente aplicação de boa parte da Física estudada até aqui. As impressoras a jato de tinta também usam combinações de cores para produzir imagens. Tente responder a estes exercícios:

I. Uma televisão emprega a adição ou subtração de cores para produzir imagens? Justifique a sua resposta usando argumentos científicos.

II. Sobre a resolução da tela de um celular, pontos vermelhos, verdes e azuis feitos de material fluorescentes são iluminados com uma variedade de intensidades luminosas relativas, a fim de produzir um espectro amplo de cores. Quais desses pontos são ativados para produzir o amarelo? E para produzir o magenta? E para produzir o branco?

III. Quais as cores de tintas são usadas pelas impressoras a jato de tinta ou impressoras laser coloridas para reproduzir cópias coloridas?

Atividade 4.3

Física & Artes

O impressionismo foi um movimento artístico presente na pintura francesa do século XIX. Pintores renomados como Édouard Manet (1832 -1883), Pierre A. Renoir (1841 – 1919), Jacob C. Pissarro (1830 – 1903) e Claude Monet (1840 – 1926) foram conhecidos como pintores da luz por revolucionarem a arte usando como cores primárias o magenta, amarelo de cádmio e

o azul cyan em oposição às cores primárias de Isaac Newton. Apesar da aparente oposição, o padrão primário de cores dos pintores se correlaciona com o padrão primário da ciência estabelecido por Newton, uma vez que as cores primárias para este são as secundárias para aqueles. Assim se definiu que cor-luz advém da interação das cores dos raios de luz, e a cor pigmento da interação das cores em forma de tintas.

Claude Monet, juntamente com outros pintores, buscavam retratar luz e movimento em telas, geralmente pintadas ao ar livre em diferentes épocas do ano retratando por exemplo o cromatismo da natureza. Na percepção deste pintor, a dimensão do tempo deveria estar presente na pintura, de tal forma que, se o tempo é um fluxo contínuo, e a luz que os objetos refletem nunca é a mesma em tempos diferentes, os objetos seriam únicos ao seu próprio tempo e espaço. Em uma de suas famosas produções, Monet chegou a pintar a Catedral de Rouen trinta e uma vezes!

Figura 13 - Catedral de Rouen.



Fonte: <https://www.flickr.com/photos/>

Com base na figura 27 (Cathedral de Rouen – Monet) reflita e discuta com outros colegas as seguintes questões:

1. Qual motivo de se pintar tantas vezes a mesma cena?
2. Alguma tela lhe transmite uma sensação específica? Descreva.
3. As cenas são iguais? O que muda em cada tela?
4. Qual delas te chamou mais a atenção e por que?

O uso de filtros na fotografia

Em fotografia, os filtros de cores ajudam a manter o contraste natural da cena ou dos objetos. Indicamos abaixo o filtro e o efeito que ele produz na fotografia com filmes em preto-e-branco.

Quadro 5 - Alguns filtros utilizados na fotografia.

| Filtro | Efeito físico | Efeito prático |
|------------------------|------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Amarelo | Absorve raios do azul-violeta e do ultravioleta | Escurece o azul do céu, destacando as nuvens, Conserva os tons naturais quando se fotografam cenas sobre a areia ou neve com a luz do sol e céu azul. |
| Amarelo escuro | Absorve os raios do ultravioleta, do violeta e a maioria dos raios azuis. | Clareia objetos amarelados e vermelhos, tais como as flores. Escurece a água nas cenas marinhas e o azul do céu, destacando os objetos de primeiro plano e as nuvens. Aumenta o contraste e a textura nas cenas de areia ou neve, sob a luz do sol e céu azul. |
| Vermelho | Absorve o ultravioleta, o azul-violeta, o azul e o verde. | Clareia objetos vermelhos e amarelos, escurece a água e céu azuis. Elimina névoa, dá mais contraste ao cenário. |
| Vermelho escuro | Absorve o ultravioleta, o azul-violeta, o azul, o verde e o verde-amarelado. | Produz céu quase negro e acentua o branco das nuvens. |
| Verde | Absorve o ultravioleta, o azul-violeta e o vermelho | Clareia folhagens e escurece o céu, sem deixar muito pálidos os tons claros de pele. |
| Azul | Absorve os raios do vermelho, do verde, do amarelo e do ultravioleta | Clareia objetos azuis, acentua a névoa e a bruma. |
| Neutro | Suprime uma parte de todas as cores visíveis. | Reduz a exposição quando se fotografa uma cena brilhante, sob a luz do sol, com filme de alta sensibilidade. |
| Ultravioleta | Suprime a luz ultravioleta | Elimina a névoa. Fornece resultados mais nítidos. |

Fonte: Grupo de reelaboração do ensino de física (GREF).

Além dos filtros de cor, existe um outro tipo que permite eliminar a porção de luz refletida por superfícies transparentes, como o vidro e a água. A perturbação que constitui a luz correspondente a tais reflexos ocorre numa única direção. Desse modo, a luz refletida pode ser “eliminada” por um filtro denominado polarizador, que, ao absorvê-la, evita, que se produza um efeito indesejado na fotografia.

4.4. Atividade complementar

1. Olhe fixamente para um pedaço de papel colorido por 45 segundos ou mais. Depois olhe para uma superfície branca plana. Os cones de sua retina sensíveis à cor do papel tornam-se saturados e, assim, você acaba enxergando uma pós-imagem com a cor complementar ao olhar para a área branca. Isso ocorre porque os cones saturados enviam um sinal enfraquecido ao cérebro. Todas as cores juntas produzem o branco, mas todas as cores menos uma produzem uma cor complementar à cor ausente. Experimente e comprove!
2. Olhe atentamente para o ponto vermelho da bandeira abaixo por 30 segundos. Em seguida, olhe para uma folha em branco e você verá a bandeira do Brasil com suas cores reais.

Figura 14 - imagem de ilusão de óptica com a bandeira nacional.



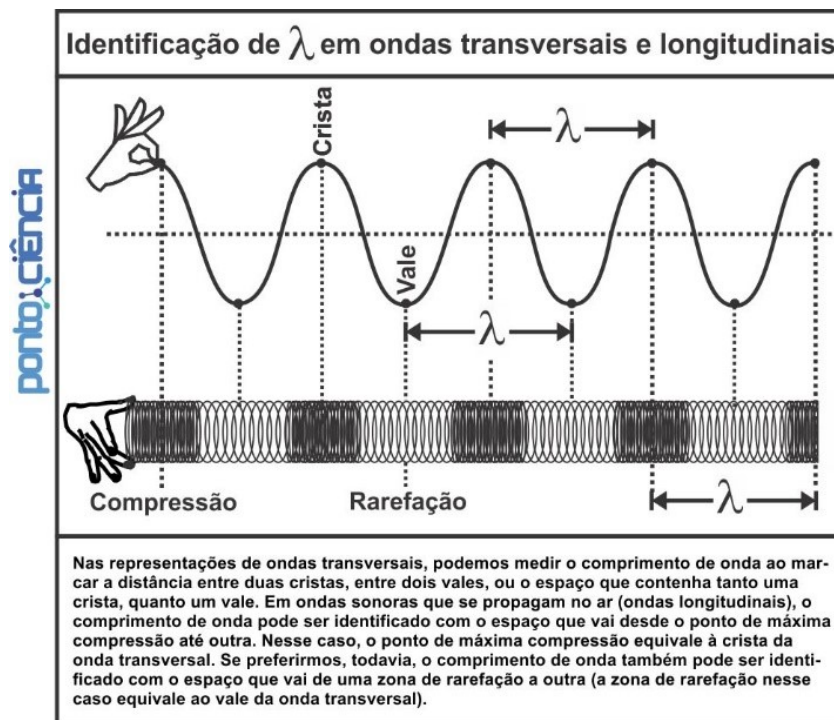
Fonte: <http://www.manualdomundo.com.br>

AVALIAÇÃO

A partir dos textos motivadores seguintes e com base nos conhecimentos construídos ao longo de sua formação, redija um texto dissertativo-argumentativo em modalidade de escrita formal da língua portuguesa sobre o tema **“O TELEFONE CELULAR COMO UM DISPOSITIVO QUE TRANSCENDE A COMUNICAÇÃO”**, apresentando os conhecimentos que você aprendeu durante os estudos neste bimestre sobre o tema telefone celular. Selecione, organize e relacione, de forma coerente e coesa, argumentos e fatos para defesa de seu ponto de vista.

TEXTO I

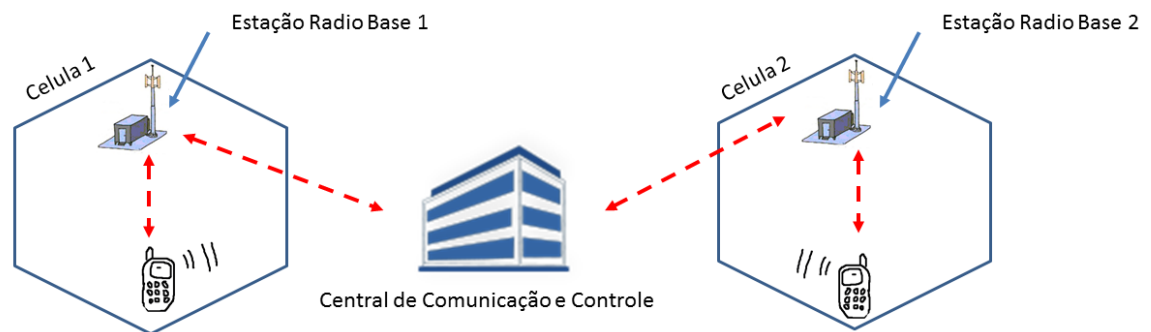
Figura 15 - Representação de ondas mecânicas.



Fonte: Banco Internacional de Objetos Educacionais.

TEXTO II

Figura 25 - Esquema de efetivação de ligação entre dois celulares.



1. O celular do Sr.X na célula 1 discar para sua amiga Srta. Y emitindo uma onda em uma faixa de frequência específica;
2. A estação radio base 1 recebe a onda do celular do Sr.X e detecta que o celular da Srta Y está em outra célula, e encaminha a ligação para a Central de comunicação;
3. Ao receber o comunicado da ERB de origem, a Central envia a informação da chamada para a estação 2 da célula de destino;
4. A estação radio base 2 recebe o comunicado da central e comunica ao celular da Srta Y que por isso toca, avisando que o Sr X está chamando.
5. Quando a Srta Y atende, cada uma das células procura um canal de frequência livre. Elas informam a ambos os celulares quais serão os canais que cada aparelho usará durante a chamada.

Fonte: O autor, 2016.

TEXTO III

Cada pixel em uma tela de LCD é gerado por CCFL, sigla em inglês para lâmpada fluorescente de catodo frio. Só que a luz gerada por essa tecnologia não tem cor – por isso, ela precisa passar por um filtro colorido chamado RGB (sigla para vermelho, verde e azul, em inglês). Também é função desse filtro controlar a intensidade das imagens.

LED é a sigla em inglês para diodo emissor de luz. São eles que compõem o backlight deste modelo. Para cada pixel na tela, há um conjunto com um LED azul, um verde e um vermelho. Diferentemente do que acontece na LCD, a luz já é gerada na cor e intensidade certas, dispensando o uso do filtro RGB. Por isso, as TVs de LED são mais finas.

Disponível em: <http://www.mundoestranho.abril.com.br>. Acesso em 16 jul 2016 (adaptado)

TEXTO IV

Figura 26 - Representação dos componentes recicláveis de um celular.



Fonte: www.soscelularesfloripa.com.br. Acesso em: 12 dez. 2015 (adaptado)

INSTRUÇÃO:

- A redação que apresentar cópia dos textos da Proposta de Redação terá o número de linhas copiadas desconsiderado para efeito de correção.

Receberá nota zero, em qualquer das situações expressas a seguir, a redação que:

- Tiver até 7 (sete) linhas escritas, sendo considerada “texto insuficiente”.
- Fugir ao tema ou que não atender ao tipo dissertativo-argumentativo.
- Apresentar parte do texto deliberadamente desconectada do tema proposto.

APÊNDICE D – Sequência Didática: Material do professor.

DE PROFESSOR PARA PROFESSOR

Caro professor:

Organizado em quatro partes, este manual visa contribuir com orientações e apontamentos sobre as possibilidades de utilização do material do aluno, fazendo relações entre a Física e outras áreas do conhecimento escolar.

Em sua primeira parte, “Por dentro do celular”, apontamos uma possível forma de organização do trabalho em sala de aula, que pode ser modificado conforme suas necessidades. Nesta parte será explorado os componentes do telefone celular e as implicações ambientais de um descarte incorreto deste artefato tecnológico por meio da sugestão de atividades.

Na segunda parte, “A relação cultural”, será explorado interrelações entre tecnologia e cultura, e ainda, iniciaremos exploração de como o telefone celular funciona. Serão propostos textos, música e uma atividade exploratória.

Na sequência, a parte denominada “ A relação científica” será apresentado os elementos conceituais da Física que se articulam com a segunda parte permitindo aprofundar os conhecimentos de como um aparelho celular estabelece uma ligação com outro(s). O objetivo é conhecer os parâmetros de uma onda como também, explorar o fenômeno de interferência.

Na quarta parte, “A relação artística”, será trabalhado de maneira interdisciplinar a Física e Artes utilizando os conhecimentos de “cor-luz” e “cor-pigmento” como ponto de convergência entre estes conhecimentos.

Finalmente, uma proposta de avaliação é feita na tentativa de que os alunos articulem todas as leituras e informações abordadas até o momento. Desejo que este material o ajude a refletir sobre a prática docente e possa contribuir para sua formação. Os arquivos desta sequência didática encontram-se disponíveis para download no site: netospot.wixsite.com/fisica

Bom trabalho!

O autor

Sumário

| | |
|--------------------------------------|-----------|
| 1. Por dentro do celular..... | 42 |
| 1.1 Tempo previsto..... | 42 |
| 1.2 Objetivos..... | 42 |
| 1.3 Recursos..... | 42 |
| 1.4 Organização do conhecimento..... | 42 |
| Atividade 1.1..... | 43 |
| Atividade 1.2..... | 43 |
| Atividade 1.3..... | 44 |
| Atividade 1.4..... | 44 |
| 1.5 Avaliação..... | 46 |
| 1.6 Leituras complementares..... | 46 |
| 2. A relação cultural..... | 47 |
| 2.1 Tempo previsto..... | 47 |
| 2.2 Objetivos..... | 47 |
| 2.3 Recursos..... | 47 |
| 2.4 Organização do conhecimento..... | 47 |
| Atividade 2.1..... | 47 |
| Atividade 2.2..... | 48 |
| Atividade 2.3..... | 49 |
| Atividade 2.4..... | 51 |
| 2.5 Avaliação..... | 51 |
| 2.6 Leituras complementares..... | 52 |
| 3. A relação científica..... | 53 |
| 3.1 Tempo previsto..... | 53 |
| 3.2 Objetivos..... | 53 |
| 3.3 Recursos..... | 53 |
| 3.4 Organização do conhecimento..... | 53 |
| Atividade 3.1..... | 53 |
| Atividade 3.2..... | 54 |
| Atividade 3.3..... | 55 |
| Atividade 3.4..... | 55 |
| 3.5 Avaliação..... | 56 |
| 3.6 Leituras complementares..... | 57 |
| 4. A relação artística..... | 58 |
| 4.1 Tempo previsto..... | 58 |
| 4.2 Objetivos..... | 58 |
| 4.3 Recursos..... | 58 |
| 4.4 Organização do conhecimento..... | 58 |
| Atividade 4.1..... | 58 |
| Atividade 4.2..... | 59 |
| Atividade 4.3..... | 60 |
| 4.5 Avaliação..... | 61 |
| 4.6 Leituras complementares..... | 61 |

1. POR DENTRO DO CELULAR

1.1 - TEMPO PREVISTO

3 aulas.

1.2 – OBJETIVOS

- ✓ Descrever componentes e materiais predominantes na fabricação dos aparelhos de telefonia móvel;
- ✓ Conceituar componentes eletrônicos;
- ✓ Investigar como se dá o processo de funcionamento destes aparelhos;
- ✓ Questionar sobre os aspectos eletrotécnicos exibidos no corpo dos aparelhos e em seus manuais de funcionamento.
- ✓ Discutir cuidadosamente a reciclagem do E-lixo mediante a exibição do filme Wall-E; apresentar argumentos favoráveis ou contrários à reciclagem.

1.3 – RECURSOS

Para realiza-la você vai precisar:

- ✓ Um ou mais celulares **inutilizados** ³⁰.
- ✓ Uma folha de papel para anotações.
- ✓ Chave de fenda de precisão (1.4 mm ou 2.0 mm).
- ✓ Mesa ou bancada para apoio.
- ✓ Luva cirúrgica.

1.4 - ORGANIZAÇÃO DO CONHECIMENTO

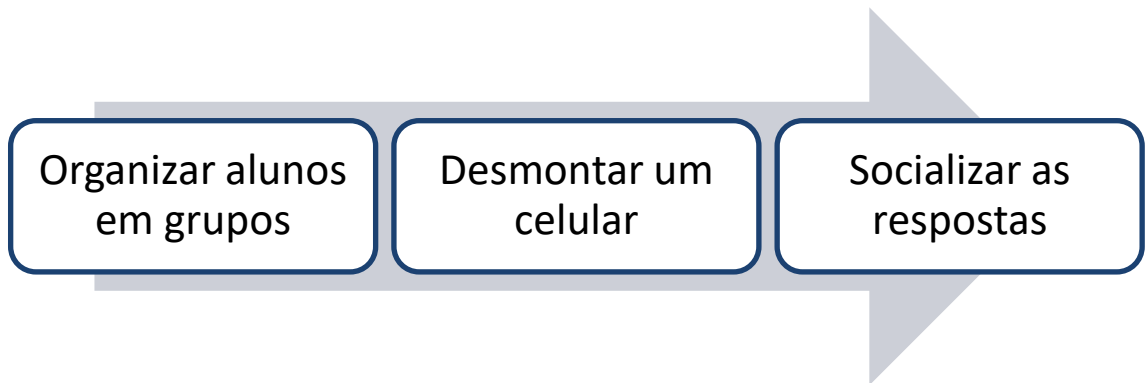
Esta atividade introdutória está relacionada com toda a temática desta sequência didática. A sua importância reside na potencialidade de evocar questionamentos pertinentes ao tema da tecnologia relacionado às telecomunicações e aos quais pretendemos responder ao longo das próximas aulas.

Atividade 1.1: Os alunos devem estar organizados em grupos na sala de aula ou em outro ambiente específico, conforme a disponibilidade de aparelhos

³⁰ Em caso de impossibilidade de ter um aparelho para desmontar com os alunos, uma apresentação de slides com etapas de desmontagem de um celular é disponibilizada nesta sequência didática.

celulares para desmontarem e deverão seguir as orientações do professor. É recomendável que um aluno fique responsável pela desmontagem e que use a luva para evitar contato direto com alguma das substâncias tóxicas presentes no aparelho e utilizada em sua fabricação. Os demais membros devem ficar responsáveis pelas anotações das partes e materiais encontrados durante a desmontagem.

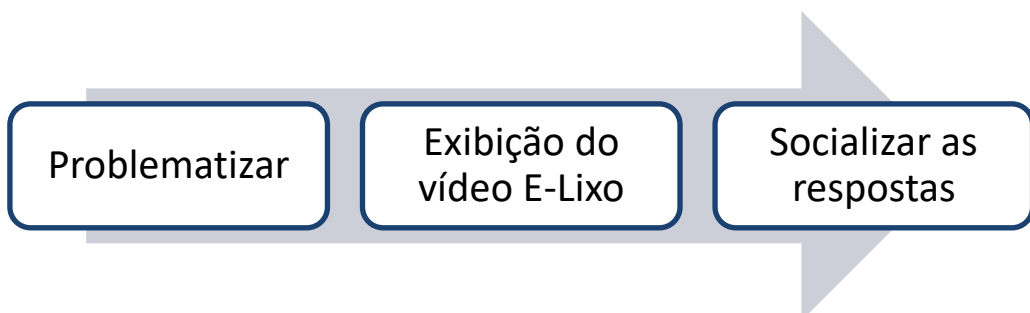
Fluxograma 1- Sequência de ações da atividade 1.1.



Fonte: O autor, 2016.

Atividade 1.2: Exibir o vídeo E-lixo ³¹ para os alunos. Questione se eles sabiam sobre o problema ambiental causado pelo lixo eletrônico no Brasil e no mundo. Pergunte se os alunos sabem quais as substâncias químicas e tóxicas estão presentes no celular. Pergunte quais alunos tem guardado em casa um monitor de computador antigo, uma CPU ou um celular de modelo antigo aos quais não se deram um fim, e em seguida, se eles conhecem algum ecoponto para descarte correto destes materiais.

Fluxograma 2 - Sequência de ações da atividade 1.2.

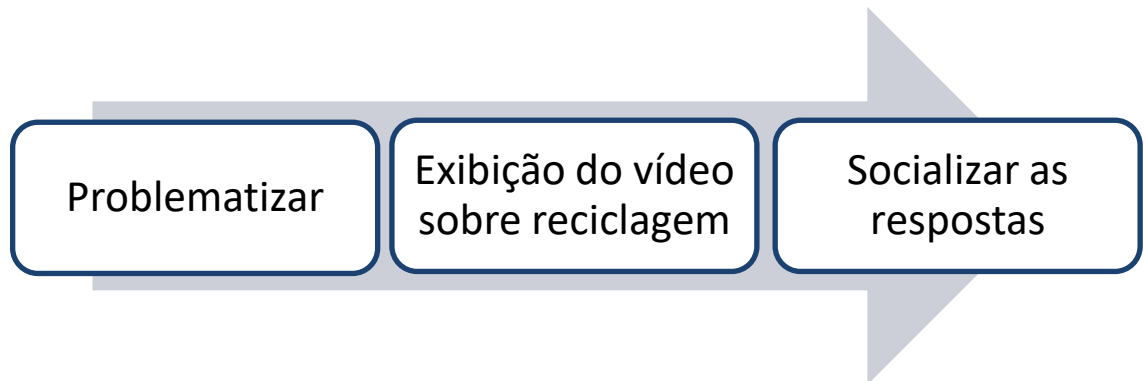


Fonte: O autor, 2016.

³¹ Fonte: <http://g1.globo.com/jornal-nacional/noticia/2015/11/destino-do-lixo-eletronico-vira-um-desafio-planetario.html>

Atividade 1.3: Antes de exibir o vídeo³² sobre reciclagem do E-lixo³³. Questione se os alunos sabem dos perigos para a saúde quando o manuseio do lixo eletrônico é feito de forma incorreta. Quais são as consequências para o meio ambiente do descarte incorreto do lixo eletrônico?

Fluxograma 3 - Sequência de ações da atividade 1.3.



Fonte: O autor, 2016.

Atividade complementar 1.4: Como forma de convergir todos as informações e atividades, é recomendado aos alunos assistirem ao filme Wall-E³⁴, uma produção da Disney e da Pixar com duração de 97 minutos. O filme se passa no ano de 2700 tendo como cenário o planeta Terra já desabitado servindo como depósito de grande quantidade de lixo. Assim, Wall-E personagem principal do filme, trabalha sozinho compactando lixo enquanto os seres humanos vivem em uma nave espacial distante, desfrutando dos “benefícios” de um cotidiano permeado de muita tecnologia.

A exibição do filme tem como sugestão os seguintes objetivos:

- Discutir a responsabilidade individual do lixo que produzimos;
- Rever, a partir da exibição do filme, como se procederia um consumo consciente de materiais eletrônicos ou não eletrônicos;
- Fazer um paralelo entre a realidade do filme e a realidade da Terra;
- Refutar a ideia de que as inovações tecnológicas são unicamente vantajosas para a vida humana;

³² Fonte: <http://g1.globo.com/jornal-nacional/noticia/2015/11/lixo-eletronico-pode-ser-altamente-perigoso-com-manuseio-inadequado.html>

³³ Bibliografia complementar: <http://gizmodo.uol.com.br/a-historia-do-e-lixo-o-que-acontece-com-a-tecnologia-depois-que-e-descartada/>

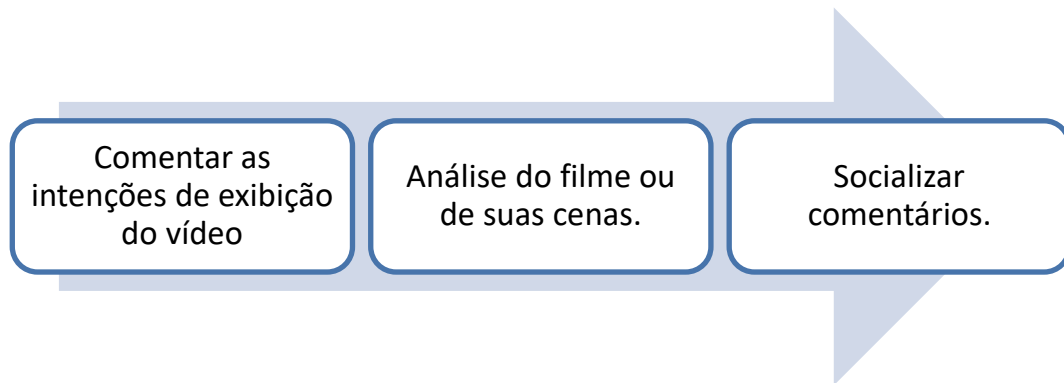
³⁴ Fonte: <http://www.assistirfilmeshd.org/wall-e-dublado.html>

- Discutir o conceito de desenvolvimento sustentável.

Por se tratar de um filme com potenciais chances de já ter sido visto por diversos alunos, deve-se chamar a atenção deles para a relação entre o contexto do filme e das atividades realizadas até este ponto da sequência didática.

Ao longo da exibição do vídeo podem ser feitas curtas pausas para se fazer comentários, ou ainda, solicitar que os alunos anotem seus pensamentos e questionamentos sobre o filme e o conteúdo trabalhado até aqui para socializa-los em momento oportuno após o filme.

Fluxograma 4 - Sequência de ações da atividade 1.4.



Fonte: O autor, 2016.

1.5 - AVALIAÇÃO

- Como sugestão de avaliação os grupos de alunos podem responder ao questionário e entrega-lo ao professor para correção ou discussão.
- Atividade extra: Exibição e análise do filme Wall-E.

1.6 - LEITURAS COMPLEMENTARES

1. Como funciona a bateria recarregável de íons lítio:
http://www.professorcanto.com.br/boletins_qui/047.pdf
2. Como funciona o GPS:
http://www.professorcanto.com.br/boletins_cn/029.pdf
3. Uso pedagógico do telefone móvel (celular):
<https://professordigital.wordpress.com/2010/01/13/uso-pedagogico-do-telefone-movel-celular/>
4. Baterias e pilhas: O guia definitivo:
<http://gizmodo.uol.com.br/baterias-e-pilhas-o-guia-definitivo/>
5. É assim que gadgets antigos são destruídos para ganharem vida nova:
<http://gizmodo.uol.com.br/video-reciclagem-gadgets/>
6. A linguagem dos manuais de aparelho celular: desafios de leitura a serviço da tecnologia
<http://revistas.unisinos.br/index.php/calidoscopio/article/view/4875>
7. Novos padrões para o lixo eletrônico
http://www2.uol.com.br/sciam/noticias/novos_padroes_para_o_lixo_eletronico.html
8. As taxas de reciclagem de metais em smartphones
<http://www.compoundchem.com/2015/09/15/recycling-phone-elements/>

2. A RELAÇÃO CULTURAL

2.1 - TEMPO PREVISTO

3 aulas.

2.2 - OBJETIVOS

- ✓ Articular conhecimentos da aula anterior para justificar a propagação de ondas eletromagnéticas;
- ✓ Discutir sobre relações de pertinência entre cultura e tecnologia por meio de textos e música.
- ✓ Apresentar resposta para aspectos tecnológicos presente em questões do Exame Nacional do Ensino Médio.

2.3 - RECURSOS

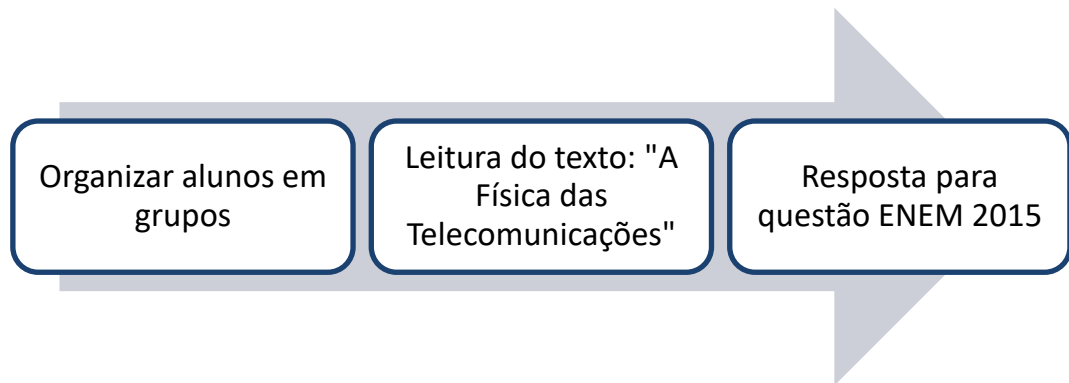
- ✓ Cópia impressa do texto A Física das telecomunicações.
- ✓ Cópia impressa da letra da música: Queremos saber – Gilberto Gil.
- ✓ Aparelho de som portátil.
- ✓ Lápis ou caneta e borracha para anotações.

2.4 - ORGANIZAÇÃO DO CONHECIMENTO

Atividade 2.1: Com os alunos organizados em pequenos grupos, a aula se inicia com a leitura do texto “A física das telecomunicações³⁵”. Solicite aos alunos que revezem durante a leitura, mantendo todos engajados na atividade. Após a leitura os alunos respondem à questão do Exame Nacional do Ensino Médio de 2015.

³⁵ Fonte: <http://mundoestranho.abril.com.br/tecnologia/como-funciona-o-telefone-celular/>

Fluxograma 5 - Sequência de ações da atividade 2.1.

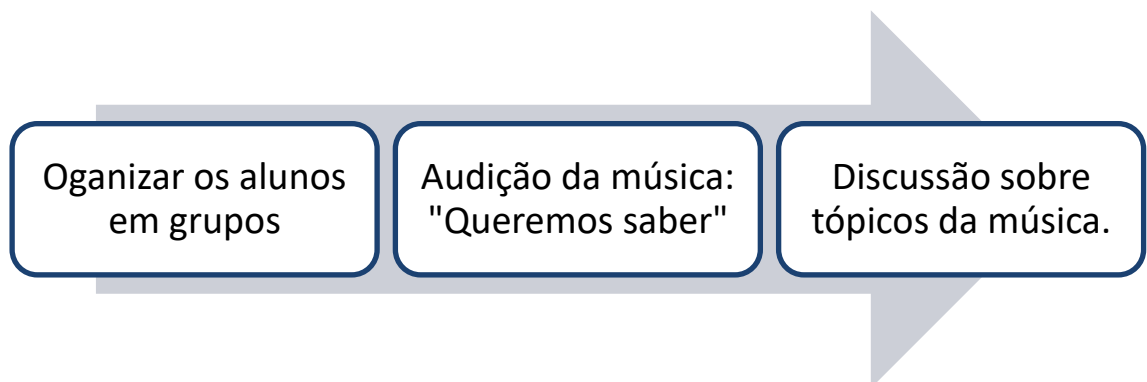


Fonte: O autor, 2016.

Atividade 2.2: Nesta atividade é feita a audição da música *Queremos saber* como uma forma de convite à reflexão a respeito da dualidade Tecnologia x Progresso da humanidade. É fundamental que o professor e os alunos discutam³⁶ sobre estes questionamentos e outros que possam surgir no momento da aula:

- ❖ Pense por um momento na função do telefone celular na sociedade. É possível afirmar que ele é essencial para o desenvolvimento da humanidade? Argumente.
- ❖ Nós estamos fazendo uso correto dos muitos dispositivos tecnológicos que dispomos em nosso dia-a-dia? Quais destes dispositivos podem ser exemplo do mal uso dado às invenções tecnológicas?

Fluxograma 6 - Sequência de ações da atividade 2.2.



Fonte: O autor, 2016.

Atividade 2.3: Neste momento, será explorado os aspectos legais que proíbem o uso do telefone celular em sala de aula. Como sugestão de

³⁶ Bibliografia complementar: <http://www.cch.ufv.br/revista/pdfs/artigo3vol4-2.pdf>

problematização inicial deste momento, pode-se discutir a pertinência de leis que proibem o uso de celular em sala de aula.

- ❖ Qual é a sua opinião sobre a proibição do uso do telefone celular em sala de aula? Quais os argumentos que você usa para justificar sua opinião?

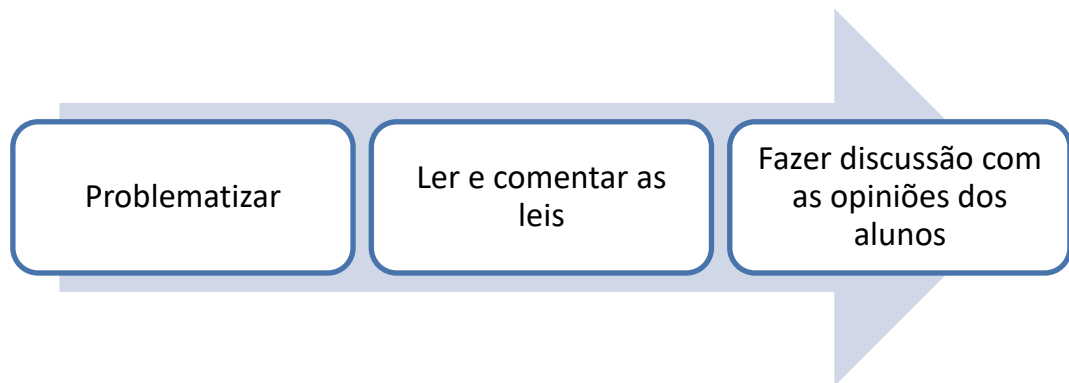
Quadro 6: Alguns Estados brasileiros que proibiram o uso do celular em sala de aula.

| Estado | Lei | Data de aprovação |
|----------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------|
| Rio de Janeiro | Lei municipal nº 4734: Fica proibido o uso de telefone celular, games, ipod, mp3, equipamento eletrônico e similar em sala de aula. | 04/01/2008 |
| São Paulo | Lei estadual nº 12.730: Ficam os alunos proibidos de utilizar telefone celular nos estabelecimentos de ensino do Estado, durante o horário das aulas. | 11/10/2007 |
| Minas Gerais | Lei estadual nº 14.486: Fica proibida a conversação em telefone celular e o uso de dispositivo sonoro do aparelho em salas de aula, teatros, cinemas e igrejas. | 09/12/2002 |
| Brasil | Lei federal nº 2.246 Fica proibido o uso de aparelhos eletrônicos portáteis nas salas de aula dos estabelecimentos de educação básica e superior. Parágrafo único: Serão admitidos, nas salas de aula | 03/06/2009 |

| | | |
|--|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|
| | de estabelecimentos de educação básica e superior, aparelhos eletrônicos portáteis, desde que inseridos no desenvolvimento de atividades didático-pedagógicas e devidamente autorizados pelos docentes ou corpo gestor. | |
|--|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|

É importante ressaltar para os estudantes que, utiliza-se o telefone celular nesta sequência didática, não para conversação, conforme proíbe as leis federal e estadual, entretanto sim, como recurso didático respaldado pelo artigo único da lei federal.

Fluxograma 7- Sequência de ações da atividade 2.3.



Fonte: O autor, 2016.

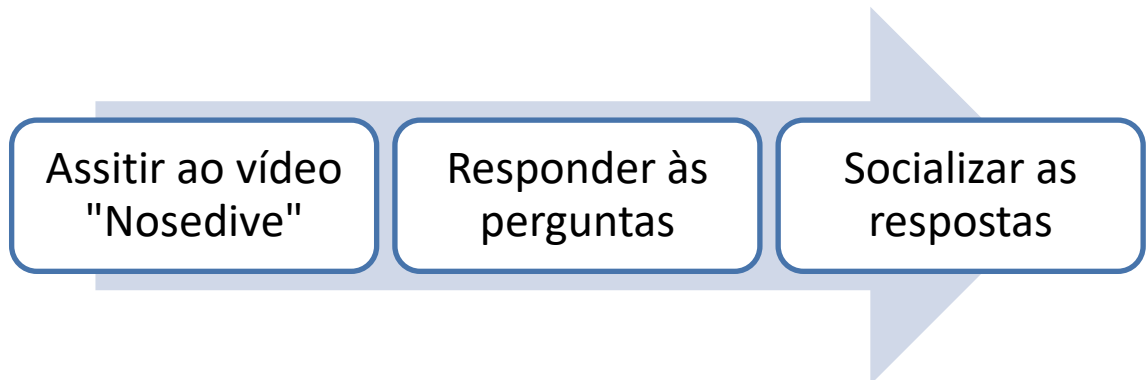
Atividade complementar 2.4: A sociedade atual é influenciada pelos avanços da ciência e da tecnologia. É possível analisar que a relação humana com aspectos da ciência e tecnologia, atribuem a este binômio certo status de divindade.

Tomando como função dos estudos nesta sequência didática, vinculado ao telefone celular, o de possibilitar ao aluno a compreensão da realidade ao seu redor, do ponto de vista social ou científico, permitindo ao aluno se posicionar de forma crítica e consistente, sugerimos trabalhar um episódio da série *Black Mirror*.

Está série, tem como um de seus episódios, uma trama que explora o lado negro de uma vida intimamente atrelada à tecnologia na sociedade moderna. Neste

vídeo, aspectos científicos e sociais podem ser trabalhados de forma a evidenciar a neutralidade inexistente nos produtos tecnológicos e de suas influências na vida humana. Nesta atividade sugerimos a exibição do primeiro episódio da terceira temporada intitulado “*Nosedive*”.

Fluxograma 8 - Sequência de ações da atividade 2.4.



Fonte: O autor, 2016.

2.5 - AVALIAÇÃO

Será considerado o comportamento e envolvimento do aluno nas discussões lançadas ao longo da aula. O professor deverá ficar atento às falas dos alunos, de forma a contribuir para a manutenção de um ambiente de aprendizagem onde os alunos possam emitir suas opiniões e escutar a de seus colegas. Solicitar que registrem em folha as respostas das perguntas e fazer arremate dos conhecimentos ao final da aula.

2.6 - LEITURAS COMPLEMENTARES

1. Contextualização no ensino de ciências por meio de temas CTS em uma perspectiva crítica:
<http://prc.ifsp.edu.br/ojs/index.php/cienciaeensino/article/view/149/120>
2. A crítica ao cientificismo expressada pela análise discursiva da composição Queremos Saber de Gilberto Gil:
<http://www.cch.ufv.br/revista/pdfs/artigo3vol4-2.pdf>

3. Poesia na sala da aula de ciências:
<http://www.sbfisica.org.br/fne/Vol3/Num1/a07.pdf>
4. Abordagens lúdicas no ensino de física enfocando a educação ambiental: relato de uma experiência no ensino fundamental:
<http://www.sbfisica.org.br/fne/Vol8/Num2/v08n02a10.pdf>
5. 44 cartas do mundo líquido moderno
<http://lelivros.space/book/baixar-livro-44-cartas-do-mundo-liquido-moderno-zygmunt-bauman-em-pdf-epub-e-mobi/>

3. A RELAÇÃO CIENTÍFICA

3.1 - TEMPO PREVISTO

4 aulas.

3.2 - OBJETIVOS

- ✓ Articular conhecimentos da aula anterior com a presente a fim de evidenciar relações entre aspectos culturais e científicos.
- ✓ Descrever os principais parâmetros de uma onda.
- ✓ Apresentar resposta para questões do Exame Nacional do Ensino Médio que aborda características ou propriedades relacionadas a fenômenos ondulatórios;
- ✓ Relacionar os conhecimentos destacados nas aulas anteriores com o fenômeno de interferência;
- ✓ Descrever o fenômeno de interferência, apontando suas características.

3.3 - RECURSOS

- ✓ Projetor multimídia;
- ✓ Computador de mesa ou portátil;
- ✓ Arquivo da simulação “ondas em uma corda³⁷”.
- ✓ Arquivo da simulação “interferência de ondas³⁸”.
- ✓ Arquivo da simulação “ ondas de rádio e campo eletromagnético³⁹”

3.4 - ORGANIZAÇÃO DO CONHECIMENTO

Atividade 3.1: Para iniciar a dinâmica desta aula, os alunos em um ambiente apropriado deverão estar organizados em grupos. Esta forma de organização viabilizará a interação entre eles, bem como o compartilhamento e construção de raciocínios referentes aos conhecimentos expostos pelo professor e pelos outros

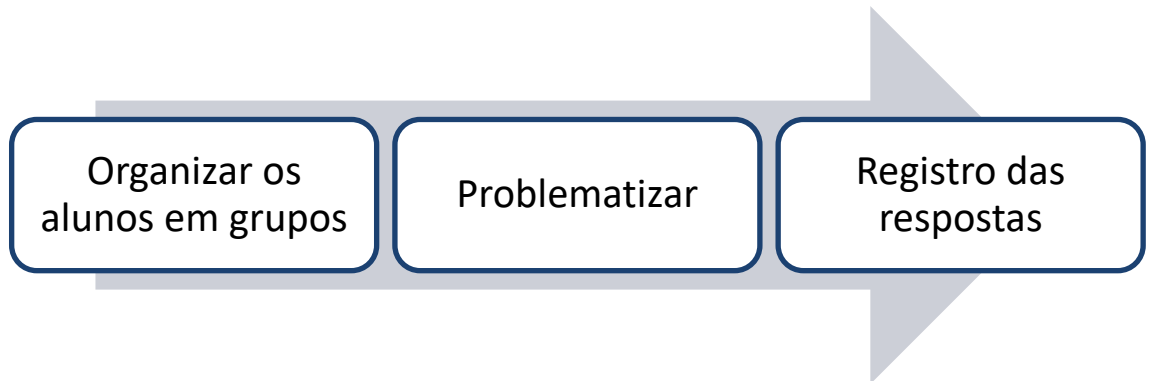
³⁷ Fonte: https://phet.colorado.edu/pt_BR/simulation/legacy/wave-on-a-string

³⁸ Fonte: https://phet.colorado.edu/pt_BR/simulation/legacy/wave-interference

³⁹ Fonte: https://phet.colorado.edu/pt_BR/simulation/legacy/radio-waves

alunos. Lance uma pergunta aos grupos: Considerando o experimento telefone de cordel, onde um telefone rústico é construído com duas latinhas e um barbante. É possível se comunicar com este telefone. Quais as semelhanças e quais as diferenças do telefone de cordel com o telefone celular? Peça para os alunos discutirem em poucos minutos sobre a resposta e a registrarem no caderno.

Fluxograma 9 - Sequência de ações da atividade 3.1.



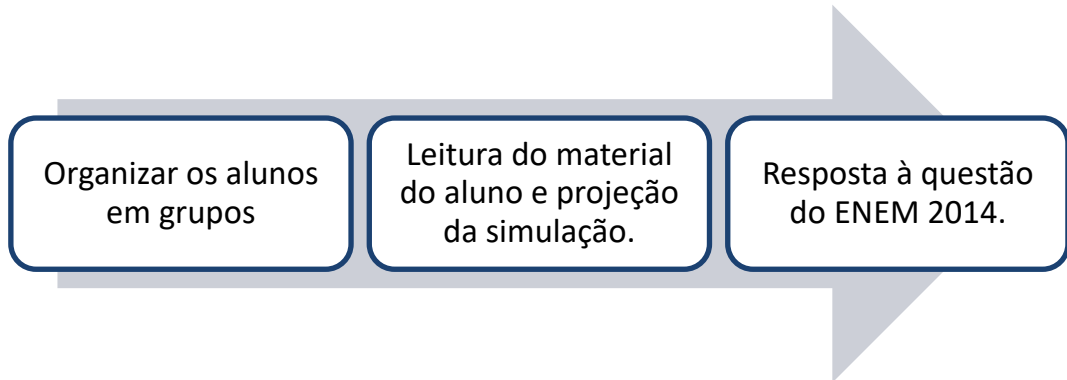
Fonte: O Autor, 2016.

Atividade 3.2: Com a simulação “ondas em uma corda” projetada na tela ou parede de forma a todos possam visualizar, inicie a leitura do material do aluno. Nesta parte do trabalho é desejável que os grupos adotem uma dinâmica de revezamento para a leitura de cada parágrafo. Desta forma todos os grupos terão sua parcela contribuição para seguimento da aula mantendo a atenção e fluidez da mesma.

Ao abordarem pela leitura cada um dos conceitos em destaque, faça uma pausa para explorar com o auxílio da simulação, o significado destes conceitos relativos a onda. Deixe claro que estão explorando uma onda em uma corda e que ela é de natureza diferente da onda necessária nas telecomunicações ou comunicação via rádio. Este é um questionamento que pode envolver os alunos na busca de discutir as diferenças entre onda em uma corda e onda eletromagnética na problematização da atividade anterior.

Após os comentários e exemplificação dos conceitos de vibração, oscilação, amplitude, comprimento de onda, frequência e velocidade de propagação terem sido concluídos, proponha aos alunos resolverem a questão do ENEM 2014.

Fluxograma 10 - Sequência de ações da atividade 3.2.

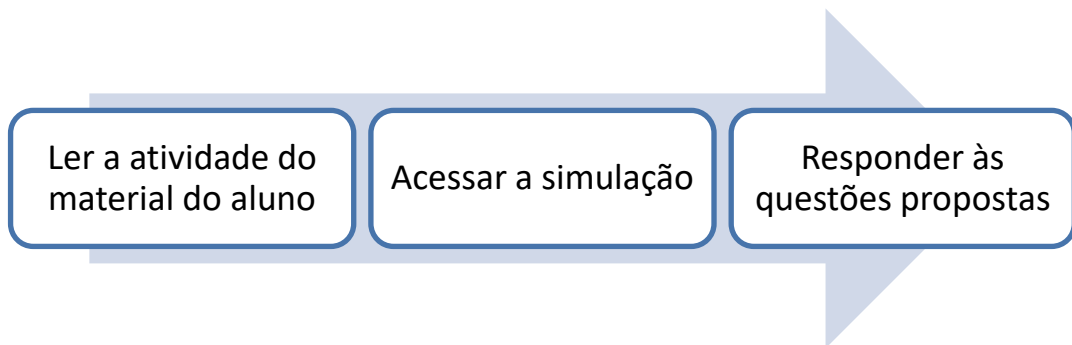


Fonte: O autor, 2016.

Atividade 3.3: Explore a diferença existente ondas de diferentes naturezas acessando a segunda simulação “ondas de rádio e campo eletromagnético”. Deixe claro ainda que apesar de naturezas distintas elas apresentam conceitos semelhantes para sua construção.

Por fim deste momento explore a relação existente entre conceitos de velocidade de propagação, frequência e comprimento de onda.

Fluxograma 11- Sequência de ações da atividade 3.3.



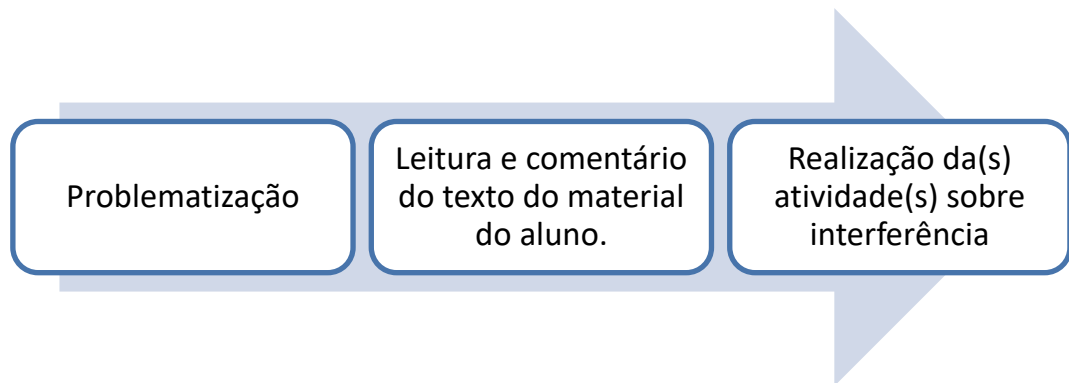
Fonte: O autor, 2016.

Atividade 3.4: Para o desenvolvimento da aula sobre interferência, pode-se adotar dois caminhos, mas que se complementam no alcance dos objetivos propostos. Utilizar a simulação “interferência de ondas” como guia dinâmico e complementar à abordagem conceitual presente no texto do material do aluno, ou disponibilizar para os grupos os materiais indicados no texto “*Padrões de*

*interferência em um tecido de cortina*⁴⁰ para que tenham a compreensão qualitativa sobre interferência destacada nesta fase final da sequência didática.

Existem duas atividades para que os alunos realizem a aplicação dos conhecimentos sobre interferência, as questões propostas e uma atividade complementar, que consiste numa retomada da atividade 3.1 permitindo fazer nova aplicação do experimento em um novo contexto. A realização de qualquer destas duas atividades, ou de ambas, fica a critério do professor e de sua disponibilidade de tempo.

Fluxograma 12 - Sequência de ações da atividade 3.4.



Fonte: O autor, 2016.

3.5 - AVALIAÇÃO

Para efeito de avaliação o professor deverá considerar

- ✓ Engajamento dos alunos em grupo ou individualmente nas leituras e discussões propostas;
- ✓ Qualidade dos questionamentos, análises e respostas apresentadas;
- ✓ Arremate a aula pedindo a um dos grupos que faça um breve resumo do que foi abordado na aula do dia. A motivação é ter uma ideia de como os alunos entenderam o conceito central da aula, a onda eletromagnética.

⁴⁰ Fonte: <http://www.sbfisica.org.br/fne/Vol5/Num2/v5n1a06.pdf>

3.6 - LEITURAS COMPLEMENTARES

1. Simulações em Física:
<http://www.vascak.cz/?p=2192&language=pt#demo>
2. Na voz, as notas de um refinado instrumento musical:
https://issuu.com/ed_moderna/docs/aulaaberta8?e=2064801/2652522
3. Como se formam as bolhas de sabão:
http://www.professorcanto.com.br/boletins_cn/023.pdf
4. Visualizando a difração e interferência de ondas através do programa Google Earth:
Discutindo história da ciência e a natureza da luz:
<http://www.sbfisica.org.br/fne/Vol14/Num1/fne-14-1-a06.pdf>
5. Demonstração da lei do inverso do quadrado usando um tablet / smartphone.
<http://www.sbfisica.org.br/rbef/pdf/363505.pdf>
6. Efeito Doppler com tablet e smartphone.
<http://www.scielo.br/pdf/rbef/v38n3/1806-1117-rbef-38-03-e3504.pdf>
7. Luzes de natal podem tornar sua conexão de WI-FI mais lenta
<http://gizmodo.uol.com.br/luzes-de-natal-lentidao-wifi/>

4. A RELAÇÃO ARTÍSTICA

4.1 - TEMPO PREVISTO

3 aulas.

4.2 - OBJETIVOS

- ✓ Articular conhecimentos da aula anterior para justificar a ocorrência das cores;
- ✓ Distinguir padrão aditivo, subtrativo, cor-luz, e cor-pigmento;
- ✓ Relacionar cores com distintos comprimentos de onda de uma radiação eletromagnética.

4.3 - RECURSOS

- ✓ Cópia impressa do texto: *Esclarecendo o significado de “cor” em física*⁴¹;
- ✓ Projetor multimídia;
- ✓ Computador de mesa ou notebook.
- ✓ Arquivo da simulação “visão de cor”⁴².

4.4 - ORGANIZAÇÃO DO CONHECIMENTO

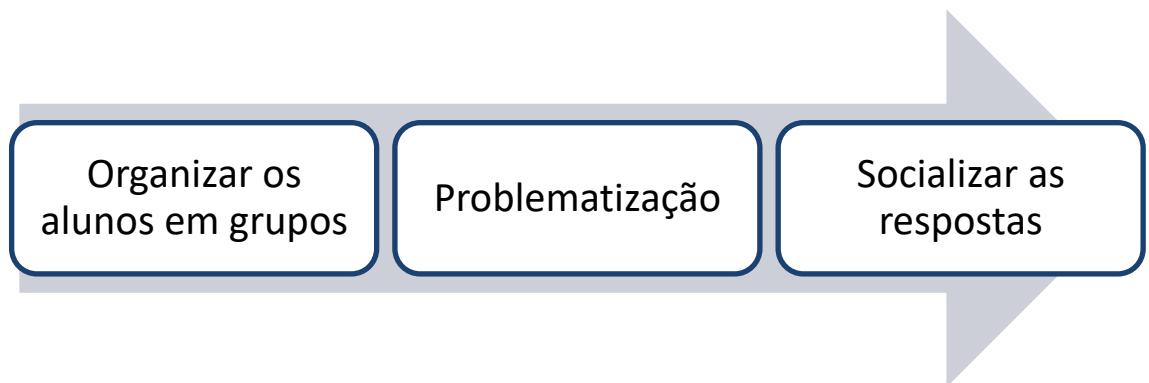
Atividade 4.1: Para iniciar a dinâmica desta aula os alunos em um ambiente apropriado deverão estar organizados em grupos. Esta forma de organização viabilizará a interação entre os alunos, compartilhamento e construção de raciocínios referentes aos conhecimentos expostos pelo professor e pelos outros alunos

⁴¹ Fonte: <http://www.sbfisica.org.br/fne/Vol8/Num1/v08n01a06.pdf>

⁴² Fonte: https://phet.colorado.edu/pt_BR/simulation/color-vision

Problematização inicial: Agora que já se sabe existir uma relação entre o comprimento de onda e uma cor específica da onda de luz que nosso olho detecta, de que maneira as cores poderiam nos despertar diferentes sensações? Por que as redes de restaurante usam predominantemente o vermelho e amarelo em seus produtos e lojas⁴³? Por que no centro cirúrgico a equipe médica usa roupas verdes ou azuis⁴⁴?

Fluxograma 13 - Sequência de ações da atividade 4.1.



Fonte: O autor, 2016.

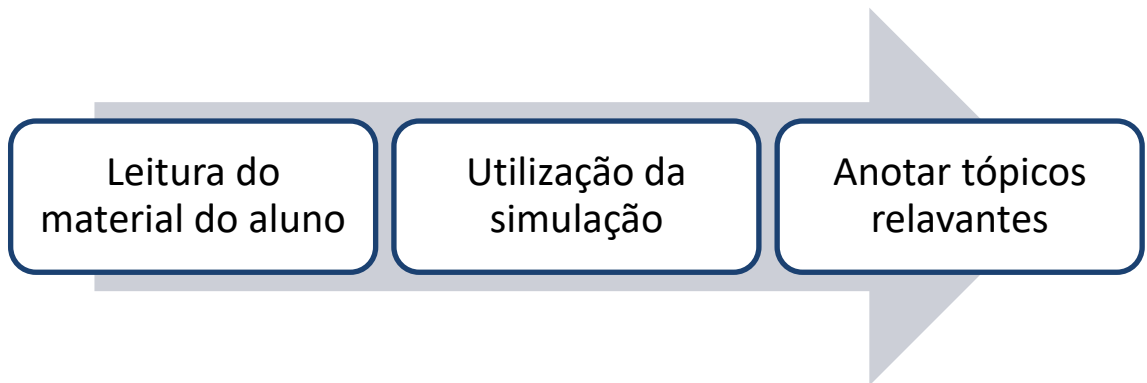
Atividade 4.2: Com a simulação “visão de cor” projetada na tela ou parede, de forma que todos possam visualizar, inicie a leitura do material do aluno. Novamente os alunos adotarão a dinâmica de leitura em revezamento. Solicite que os alunos identifiquem e anotem as cores obtidas como resultado de diferentes combinações entre um padrão RGB (vermelho, verde e azul) e o padrão MYC (magenta, amarelo e ciano). Durante a leitura questione os alunos sobre a relação entre o texto e as obras de artes⁴⁵.

⁴³ Fonte: <http://www.agenciasabre.com.br/site/2014/03/20/a-psicologia-das-cores-no-marketing/>

⁴⁴ Fonte: <http://www.ultracurioso.com.br/por-que-os-medicos-usam-roupas-verdes-ou-azuis-nas-salas-de-cirurgia/>

⁴⁵ Fonte: <http://cienciaecultura.bvs.br/pdf/cic/v57n3/a16v57n3.pdf>

Fluxograma 14 - Sequência de ações da atividade 4.2.



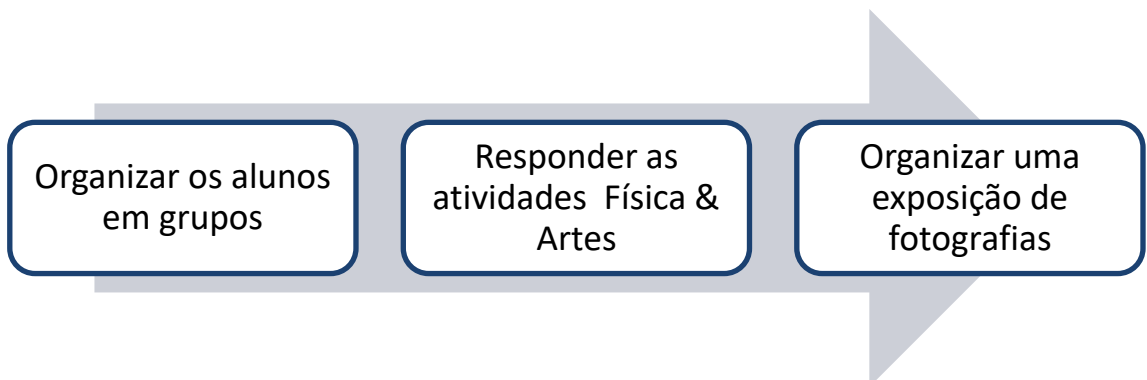
Fonte: O autor, 2016.

Atividade 4.3: Organize os alunos para que apliquem os conhecimentos discutidos até este momento. Façam a leitura do texto que permite aplicar o conceito de cor-pigmento com as telas de Monet. Como segunda opção pode ser trabalhado o artigo “Esclarecendo o significado de cor em Física”.

Posteriormente os alunos irão organizar uma exposição de fotográficas utilizando efeitos e filtros presentes no aplicativo da câmera dos telefones celulares. Não se esqueça de pedir a autorização para a direção da escola, caso seja necessário, para que os alunos utilizem o celular em sala de aula. Pode ser solicitado também que os alunos organizem as fotos como tarefa de casa.

Conforme disponibilidade de carga horária, é indicado que reservem um tempo para discutir e responder a atividade complementares e também a questão do Enem 2014.

Fluxograma 15 - Sequência de ações da atividade 4.3.



Fonte: O autor, 2016.

4.5 - AVALIAÇÃO

- ✓ Será levado em consideração o envolvimento do aluno nas discussões no grande grupo e o teor de suas contribuições orais.

- ✓ Arremate a aula pedindo a um dos grupos que faça um breve resumo do que foi abordado na aula do dia. A motivação é ter uma ideia de como os alunos compreenderam o conceito central da aula.

4.6 - LEITURAS COMPLEMENTARES

1. Ciência e Arte: Vermeer, Huygens e Leeuwenhoek:
<http://www.sbfisica.org.br/fne/Vol8/Num2/v08n02a07.pdf>
2. Salvador Dalí e a Mecânica Quântica:
<http://www.sbfisica.org.br/fne/Vol8/Num2/v08n02a06.pdf>
3. Física e Arte: A construção do mundo com tintas, palavras e equações
<http://cienciaecultura.bvs.br/pdf/cic/v57n3/a16v57n3.pdf>
4. Caixa de cores para o estudo de mistura de luzes coloridas:
<http://www.sbfisica.org.br/fne/Vol9/Num2/a08.pdf>
5. Ciência e Artes: Relações improváveis?
<http://www.ciencia-arte.com.br/site/index.php/biblioteca-de-artigos/item/46-ci%C3%AAncia-e-arte-rela%C3%A7%C3%B5es-improv%C3%A1veis>
6. Física e pintura: dimensões de uma relação e suas potencialidades no ensino de física
<http://www.scielo.br/pdf/rbef/v33n4/14.pdf>
7. Macrofotografia com um tablet: aplicações ao ensino de ciências.
<http://www.scielo.br/pdf/rbef/v35n3/a22v35n3.pdf>