



Universidade Federal
da Grande Dourados

MNPEF
Mestrado Nacional
Profissional em
Ensino de Física



**SEQUÊNCIA DIDÁTICA PARA O ENSINO DE
CONCEITOS DE FÍSICA MODERNA NO ENSINO
MÉDIO ABORDANDO O FUNCIONAMENTO DO LED**

Adriéli Machado Alves
Eriton Rodrigo Botero

SUMÁRIO

1. APRESENTAÇÃO.....	3
2. DIVISÃO DAS AULAS.....	4
2.1. PRIMEIRO MOMENTO - QUESTIONÁRIO DIAGNÓSTICO.....	4
2.2. SEGUNDO MOMENTO – ONDAS.....	4
2.3. TERCEIRO MOMENTO – ATIVIDADE 1: SIMULAÇÃO COMPUTACIONAL.....	5
2.4. QUARTO MOMENTO – RADIAÇÕES ELETROMAGNÉTICAS, RADIAÇÕES IONIZANTES E NÃO IONIZANTES E A LUZ VISÍVEL.....	8
2.5. QUINTO MOMENTO – O LED, BOHR E OS SEMICONDUTORES E SEMICONDUTORES DOPADOS.....	8
2.6. SEXTO MOMENTO – EXPERIMENTO DEMONSTRATIVO.....	9
2.7. SÉTIMO MOMENTO – CARACTERÍSTICAS ELÉTRICAS.....	9
2.8. OITAVO MOMENTO – O LED E AS CORES, CLASSIFICAÇÃO DOS LEDS, APLICAÇÕES DOS LEDS.....	10
2.9. NONO MOMENTO – ATIVIDADE 2 – QUESTIONÁRIO.....	10
3. DÉCIMO MOMENTO – ATIVIDADE 3: RELATO ESCRITO.....	10
APÊNDICE A – QUESTIONÁRIO DIAGNÓSTICO	13
APÊNDICE B – TEXTO DIDÁTICO.....	15
APÊNDICE C – QUESTÕES: ATIVIDADE 1.....	30
APÊNDICE D – EXPERIMENTO DEMONSTRATIVO.....	31
APÊNDICE E – ATIVIDADE 2 – QUESTIONÁRIO.....	34
APÊNDICE F – ATIVIDADE 3: PRODUÇÃO DE RELATO ESCRITO.....	38

1. APRESENTAÇÃO

Esta Sequência Didática foi planejada para abordar conteúdos que vão da Física Clássica até a Física Moderna e Contemporânea. Nela o professor irá encontrar assuntos como Ondas, Radiações ionizantes e não ionizantes, o átomo de Bohr, o conceito de bandas de energia, semicondutores dopados, entre outros, bem como o funcionamento e as aplicações do LED no mundo atual.

Esta produção foi dividida em 10 momentos, sendo que estes podem ser distribuídos em 6 aulas. No primeiro momento é oportunizado ao professor ter conhecimento dos conceitos prévios carregados pelos alunos até então sobre os assuntos que serão abordados; o segundo momento traz a abordagem teórica sobre Ondas; no terceiro momento é proposta uma atividade utilizando uma simulação computacional; o quarto momento permite a abordagem teórica das radiações eletromagnéticas, radiações ionizantes e não ionizantes e a luz visível; o quinto momento permite uma introdução ao estudo do funcionamento dos LEDs, abordando a parte teórica da Física Moderna e Contemporânea através dos tópicos do texto: O LED, Bohr e os semicondutores e Semicondutores dopados; o sexto momento permite que os alunos entrem em contato real com o LED através de um experimento demonstrativo para a verificação da intensidade luminosa em um dispositivo LED e da atividade proposta; o sétimo momento faz uma relação da teoria com o experimento realizado no momento anterior, abordando o tópico do texto Características elétricas; o oitavo momento continua com a abordagem teórica discutindo os tópicos: O LED e as cores, Classificação dos LEDs e aplicações dos LEDs; no nono momento é apresentada uma proposta de atividade para estruturar os conceitos adquiridos pelos alunos no decorrer das aulas; o décimo e último momento traz uma proposta de atividade avaliativa para constatar quais foram os conceitos alcançados pelos alunos.

Este material foi desenvolvido como um produto educacional e é parte integrante do trabalho de conclusão do curso do Programa de Pós-Graduação do Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física (MNPEF), da Sociedade Brasileira de Física (SBF), no polo 45, sediado na Universidade Federal da Grande Dourados (UFGD).

Esperamos que com essa Sequência Didática o (a) professor (a) se sinta confortável para abordar tais assuntos relacionados a Física Moderna e Contemporânea no Ensino Médio e que ela venha a contribuir para a constante melhoria de suas aulas.

Os autores

2. DIVISÃO DAS AULAS

A fim de que os conteúdos e as atividades a serem realizadas nesta sequência fiquem organizadas fez-se uma proposta de divisão das aulas em momentos, como mostra a tabela 1. Nela vemos que uma aula pode ter um ou mais momentos. Esses momentos foram organizados de acordo com o tempo estimado para realizá-los, porém, o professor deve proceder com eles da maneira que achar melhor, organizando o tempo da maneira que achar necessário.

Tabela 1 – Proposta de divisão dos momentos da sequência didática em aulas.

Aula	Momento
1^a	1^o
2^a	2^o e 3^o
3^a	4^o e 5^o
4^a	6^o e 7^o
5^a	8^o
6^a	9^o e 10^o

2.1. PRIMEIRO MOMENTO - QUESTIONÁRIO DIAGNÓSTICO

Neste momento inicial, o professor deve procurar saber quais são os conhecimentos prévios dos alunos sobre o conteúdo que vai abordar com eles. Para isso deve ser aplicado um questionário diagnóstico para verificação dos conceitos prévios que alunos carregam sobre ondas e também sobre o dispositivo LED. O questionário do Apêndice A é uma proposta de questionário que conta com questões objetivas.

2.2. SEGUNDO MOMENTO - ONDAS

Este é o momento onde o professor vai começar a apresentação dos conteúdos a serem abordados. Para isso ele deve apresentar aos alunos o tópico “Ondas” do material de apoio que se encontra no Apêndice B. É recomendável que o professor monte uma apresentação em slides para que os alunos possam visualizar bem as figuras presentes no texto e também para facilitar a explicação das mesmas por parte do professor. É importante que todos os alunos tenham em

mãos uma cópia impressa do texto, ou de partes do texto, para que eles possam acompanhar a apresentação de forma mais substancial.

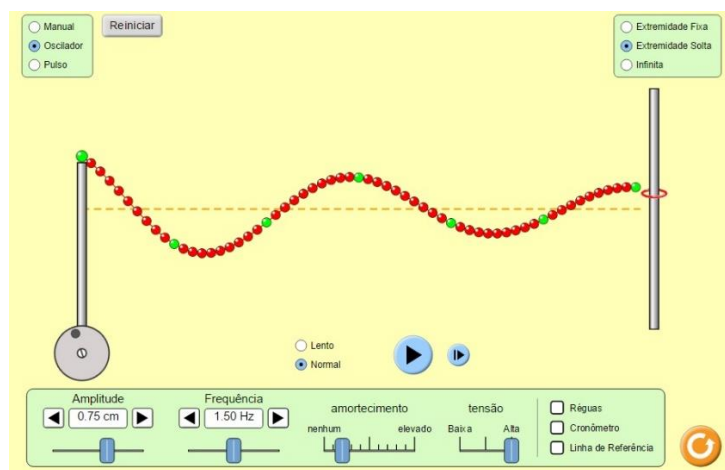
2.3. TERCEIRO MOMENTO – ATIVIDADE 1: SIMULAÇÃO COMPUTACIONAL

Chegou o momento de o professor realizar a primeira atividade. Para tal, é proposto o uso de uma simulação computacional online chamada Onda em Uma Corda que se encontra no site PhET Interactive Simulations (https://phet.colorado.edu/pt_BR/simulation/wave-on-a-string).

Antes de começar a simulação, se propões que o professor entregue aos alunos algumas questões que deverão ser respondidas por eles durante a simulação. Essas questões encontram-se no Apêndice C. Feito isso, pode-se então partir para a simulação.

Primeiramente, o professor deve apenas ajustar os comandos para “oscilador” e “extremidade solta” e deixar que apareça uma onda na tela (figura 1) para que os alunos possam responder as questões 1 e 2 que perguntam se as ondas são mecânicas ou eletromagnéticas e se são longitudinais ou transversais. Lembre-se de sempre esperar até que todos os alunos tenham respondido às questões para só então seguir em frente com a simulação.

Figura 1 – Imagem do simulador utilizado para a demonstração, com a configuração oscilador e extremidade solta.

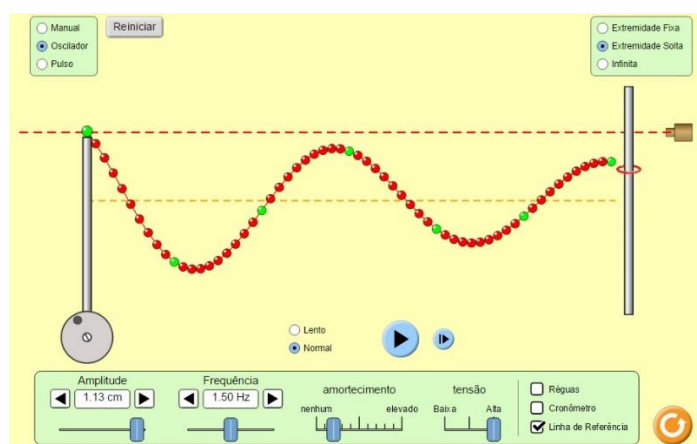


Fonte: Print do Simulador do site PhET Interactive Simulations feito pela autora. ¹

Em seguida, o professor deve clicar no comando “linha de referência” e aumentar a amplitude para que os alunos possam responder à questão 3, conforme a figura 2.

¹ Disponível em <https://phet.colorado.edu/pt_BR/simulation/wave-on-a-string> Acesso em nov. 2016.

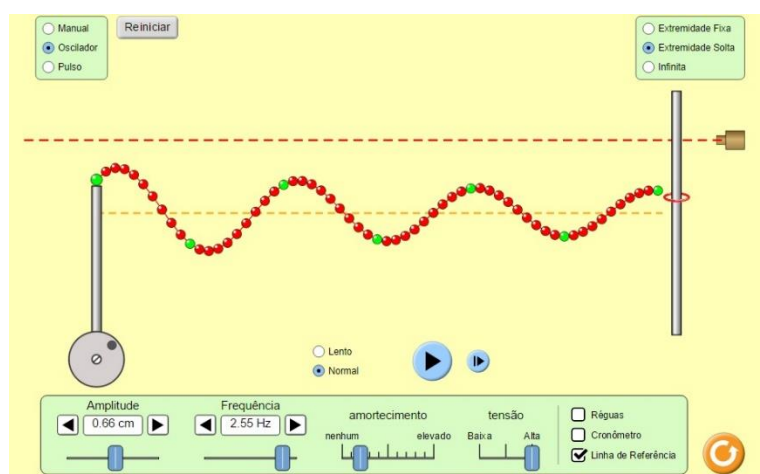
Figura 2 – Imagem do simulador utilizado para a demonstração, com a configuração oscilador e extremidade solta e linha de referência para uma dada amplitude.



Fonte: Print do Simulador do site PhET Interactive Simulations feito pela autora.

Feito isso, o professor deverá retornar o comando “amplitude” para uma posição mediana e aumentar o comando “frequência” para que os alunos possam responder à questão 4, que pergunta o que acontece com a velocidade de propagação da onda quando a frequência é aumentada, conforme a figura 3.

Figura 3 – Imagem do simulador utilizado para a demonstração, com a configuração oscilador e extremidade solta, e linha de referência para uma dada frequência.

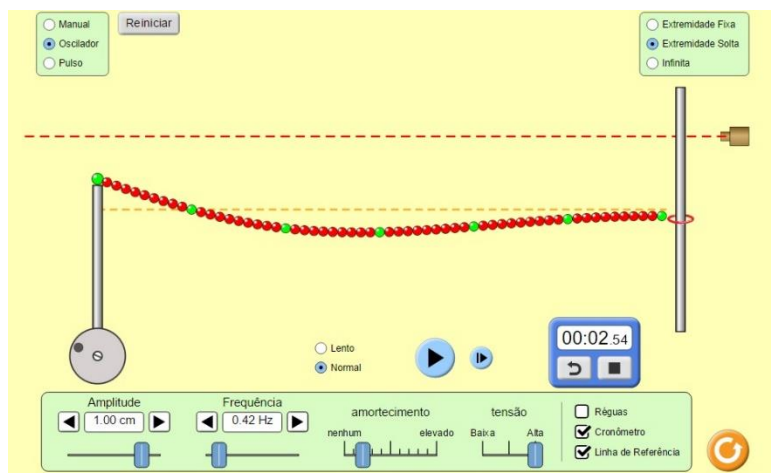


Fonte: Print do Simulador do site PhET Interactive Simulations feito pela autora.

Agora, o professor deverá aumentar um pouco a amplitude e diminuir bastante a frequência. Depois disso, deverá ativar o cronômetro e clicar no botão “reiniciar”. Em seguida deverá clicar em *play* no cronômetro e clicar no comando para liberar a onda. O professor

deverá prestar atenção na bolinha verde, esperando ela subir, descer e quando ela estiver no meio novamente clicar no botão para pausar a onda. Esse movimento da bolinha verde completou um ciclo. Então deve-se pedir para que os alunos anotem o tempo marcado no cronômetro, conforme ilustrado na figura 4.

Figura 4 – Imagem do simulador utilizado para a demonstração mostrando uma onda pausada quando completou um ciclo e cronômetro marcando o tempo que ela demorou para completa-lo.



Fonte: Print do Simulador do site PhET Interactive Simulations feito pela autora.

Agora, o professor deverá repetir o procedimento para um valor diferente de frequência e pedir para que os alunos anotem novamente o tempo, conforme a figura 5. Assim eles poderão responder à questão 5, que pergunta em qual das frequências escolhidas o período de oscilação foi maior.

Figura 5 – Imagem do simulador utilizado para a demonstração mostrando uma onda pausada quando completou um ciclo e cronômetro marcando o tempo que ela demorou para completa-lo.



Fonte: Print do Simulador do site PhET Interactive Simulations feito pela autora.

2.4. QUARTO MOMENTO – RADIAÇÕES ELETROMAGNÉTICAS, RADIAÇÕES IONIZANTES E NÃO IONIZANTES E A LUZ VISÍVEL

Neste momento o professor continuará a apresentação do conteúdo aos alunos. Ele deverá abordar os seguintes tópicos do material de apoio disposto no Apêndice B:

- Radiações eletromagnéticas;
- Radiações ionizantes e não ionizantes;
- A luz visível.

Com a apresentação desses três tópicos deverá ser feito o fechamento do conteúdo relacionado a ondas e a preparação dos alunos para o conteúdo que abordará os LEDs, fazendo uma relação entre eles.

2.5. QUINTO MOMENTO – O LED, BOHR E OS SEMICONDUTORES E SEMICONDUTORES DOPADOS

Deverá ser dada continuação a apresentação do material de apoio do Apêndice B. Os tópicos a serem abordados serão:

- O LED;
- Bohr e os semicondutores;
- Semicondutores dopados.

Esses três tópicos farão uma introdução para a compreensão do dispositivo LED, bem como a abordagem dos tópicos de Física Moderna e Contemporânea sobre o átomo de Bohr e o conceito de bandas, materiais isolantes, condutores e semicondutores do ponto de vista da mecânica quântica. É abordado também a junção P-N e os semicondutores dopados e qual a relação destes com os LEDs.

2.6. SEXTO MOMENTO – EXPERIMENTO DEMONSTRATIVO

Este é o momento que o professor poderá realizar um experimento demonstrativo relacionado ao uso do dispositivo LED. O experimento proposto nessa sequência didática é o seguinte: Circuito Simples para a Verificação da Mudança de Intensidade Luminosa de um LED.

O professor irá usar do experimento para iniciar a fala sobre as características elétricas do LED. Na metodologia do roteiro experimental existe uma proposta de questões que podem ser feitas pelo professor aos alunos antes e durante a demonstração do experimento. A atividade proposta consiste em uma produção de texto em forma de relato por parte dos alunos sobre o que acontece durante o experimento e quais suas conclusões sobre o mesmo. O roteiro do experimento com a explicação da montagem e a atividade proposta se encontram no Apêndice D.

2.7. SÉTIMO MOMENTO – CARACTERÍSTICAS ELÉTRICAS

Agora é o momento de o professor introduzir o tópico do texto do Apêndice B “Características elétricas”, para que seja abordado quais são as características elétricas do dispositivo LED, bem como os componentes internos e externos desse dispositivo. É nesse tópico que o professor irá refutar ou corroborar as conclusões dos alunos sobre o experimento anterior, onde foi mostrado que a intensidade luminosa do LED depende da corrente que o atravessa. Se as conclusões forem refutadas o professor deverá substituir as conclusões errôneas dos alunos pelo conceito correto, confrontando-os com argumentos para que eles percebam onde está o erro e possam trocar em sua estrutura cognitiva o conceito errado pelo certo.

2.8. OITAVO MOMENTO – O LED E AS CORES, CLASSIFICAÇÃO DOS LEDS, APLICAÇÕES DOS LEDS

O professor deverá apresentar agora os seguintes tópicos:

- O LED e as cores;
- Classificação dos LEDs;
- Aplicações dos LEDs

Com a apresentação desses três tópicos o professor deverá abordar como se dá a produção das diferentes cores dos LEDs, como eles são classificados de acordo com sua potência e onde os LEDs podem ser usados.

2.9. NONO MOMENTO – ATIVIDADE 2 - QUESTIONÁRIO

Neste momento o professor deverá entregar aos alunos um segundo questionário com atividades para que os mesmos respondam sobre todos os tópicos que lhes foram apresentados.

Uma proposta de questionário está no Apêndice E. Nesse questionário há perguntas que estavam presentes no questionário diagnóstico, para verificar se as concepções prévias dos alunos referente aos conteúdos mudaram ou não. Mas, há também questões novas sobre os fenômenos que lhes foram apresentados durante as aulas. Algumas perguntas são do tipo múltipla escolha e algumas do tipo dissertativa para que os alunos possam expressar livremente o que entenderam.

3. DÉCIMO MOMENTO – ATIVIDADE 3: RELATO ESCRITO

Este é o momento onde os alunos irão relatar seus pensamentos sobre o conteúdo abordado com eles desde a primeira aula até o momento em que responderam o questionário final.

O professor deverá entregar aos alunos uma folha e pedir para que eles produzam um texto em forma de relato contando o que aprenderam durante as aulas. Uma proposta para essa atividade encontra-se no Apêndice F. Através desse texto o professor poderá identificar na fala dos alunos os conceitos retidos por eles referentes aos fenômenos físicos que lhes foram apresentados. O relato é importante pois desse modo pode-se saber o que o aluno realmente reteve, pois ele irá se lembrar apenas das partes que foram significativas para ele.

Caso o professor verifique que algum dos conceitos abordados não foi assimilado pela maioria dos alunos, recomenda-se que o conteúdo seja retomado. Recomenda-se também que seja usada uma abordagem diferente da usada anteriormente, tentando fugir ao máximo de aulas

expositivas, para que o aluno consiga assimilar de forma completa todos os conteúdos abordados com ele.

APÊNDICES

APÊNDICE A – QUESTIONÁRIO DIAGNÓSTICO

O objetivo do questionário é verificar o conhecimento dos alunos quanto aos conceitos físicos dos dispositivos LED.

Nome do aluno: _____

- 1- As ondas fazem parte do nosso cotidiano, estamos cercados por elas o tempo todo. Sejam ondas de rádio, micro-ondas, ondas na água, no ar, em cordas de violões e instrumentos musicais. Do ponto de vista da física, uma onda é: (marque um X na resposta correta)
 - a) () Uma interação entre três corpos diferentes.
 - b) () Uma perturbação produzida apenas nos mares.
 - c) () Uma perturbação em um meio e também uma maneira de transportar energia de um lugar a outro sem a necessidade de transportar matéria.
 - d) () Uma maneira de produção de eletricidade através de dínamos.

- 2- “Ondas transversais são aquelas que oscilam em uma direção e se propagam em outra.” Você concorda com essa afirmação? (Marque um X na resposta que você deseja)
 - a) () Sim
 - b) () Não

- 3- O que é o espectro eletromagnético? (Marque um X na resposta correta)
 - a) () É o conjunto de todos os átomos existentes no universo.
 - b) () É o conjunto das ondas eletromagnéticas incluindo a radiação visível.
 - c) () É o conjunto das leis da física existentes.
 - d) () É o conjunto das radiações visíveis.

- 4- No espectro da luz visível temos cores que variam do vermelho ao violeta. Porém a cor branca não se encontra ali presente, porque: (Marque um X na resposta correta)
 - a) () o espectro mostra a dispersão da luz branca que é formada por todas as cores.
 - b) () não existe luz branca.
 - c) () ela é a mistura das cores vermelho e azul.

- d) () ela é a mistura de todas as ondas eletromagnéticas do espectro visíveis e invisíveis.
- 5- Você já ouviu falar sobre materiais semicondutores? (Marque um X na resposta que você deseja).
- a) () Sim.
- b) () Não.
- 6- Você já ouviu falar sobre o modelo atômico de Bohr? (Marque um X na resposta que você deseja).
- a) () Sim.
- b) () Não.
- 7- Você já ouviu falar sobre o dispositivo LED? Caso a resposta seja sim, diga quais aparelhos você conhece em que esses dispositivos estão presentes.
- a) () Sim. _____
- b) () Não.

APÊNDICE B – TEXTO DIDÁTICO

Este texto aborda os seguintes tópicos:

- Ondas;
- Radiação eletromagnética;
- Radiações ionizantes e não ionizantes;
- A luz Visível;
- O LED;
- Bohr e os semicondutores;
- Semicondutores dopados;
- Características Elétricas;
- O LED e as cores;
- Classificação dos LEDs;
- Aplicações dos LEDs.

ONDAS

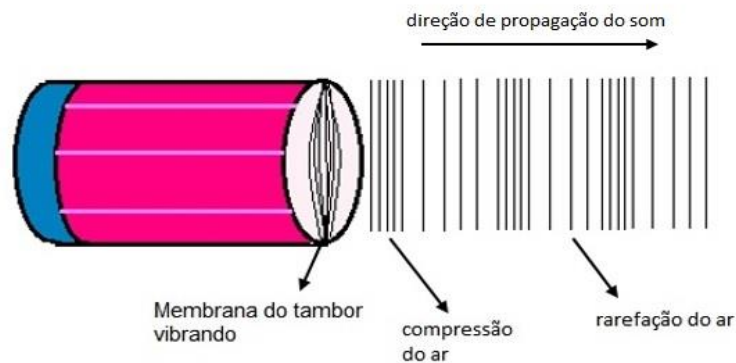
Você certamente já ouviu em algum lugar a palavra onda. Seja ao nos referirmos às ondas em uma corda, às ondas do mar, ou mesmo ondas de rádio ou micro-ondas. Mas, o que é uma onda?

Uma onda é uma perturbação em um meio [1]. Se a perturbação for no mar, por exemplo, então as ondas são ondas do mar. Se for em um lago, são ondas em um lago. Se for em uma corda comum, ou em uma corda de violão, são ondas em uma corda. Se for no ar, são ondas sonoras, e se for nos campos elétricos e magnéticos são ondas eletromagnéticas [2]. Devemos destacar também que uma onda é uma maneira de transportar energia de um lugar para outro sem a necessidade de transportar matéria [2].

Quanto à propagação, as ondas podem ser classificadas como longitudinais e transversais e quanto ao tipo podem ser classificadas como mecânicas ou eletromagnéticas [3].

As ondas longitudinais são aquelas que se propagam na mesma direção de sua oscilação, ou seja, se oscilarem na horizontal, por exemplo, elas também se propagam na horizontal, como mostra a figura 1.0 [3]:

Figura 1.0 – Ilustração da produção e propagação de ondas longitudinais.



Fonte: elaborada pela autora.

Dois exemplos de ondas longitudinais são: uma mola em vibração e uma onda sonora.

As ondas transversais são aquelas que vibram em uma direção, porém se propagam em outra, ou seja, se elas oscilam na vertical, por exemplo, elas se propagam na horizontal, como mostra a figura 1.1 [3]:

Figura 1.1 – Ilustração de uma onda transversal, de sua direção de vibração e propagação.



Fonte: elaborada pela autora.

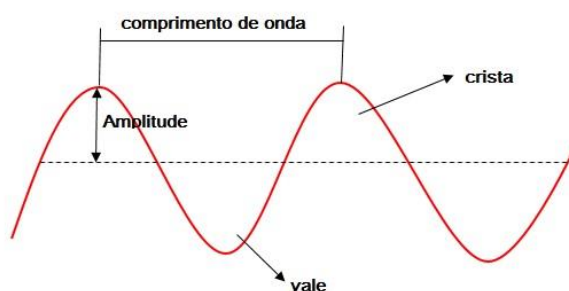
Quanto a sua classificação entre mecânicas e eletromagnéticas: ondas mecânicas são aquelas que necessitam de um meio para se propagar [1]. Por exemplo: uma onda se propagando numa corda precisa do meio, que é a corda; uma onda se propagando em um lago precisa do meio, que neste caso é a água do lago; uma onda sonora precisa do meio que é o ar para se propagar. E o que isso quer dizer? Quer dizer se não houver matéria nenhuma, esse tipo de onda não se propaga, ou seja, elas não se propagam no vácuo.

Nesse contexto, encontram-se as ondas eletromagnéticas, que são aquelas que não precisam de um meio para se propagar. Ou seja, que se propagam mesmo no vácuo [3]. Nesse caso, a própria presença de uma oscilação elétrica, garante a oscilação magnética, fazendo com que a onda se propague. Um exemplo muito simples de onda eletromagnética é a luz. A luz do

Sol percorre um imenso espaço vazio até chegar aqui na Terra. Se a luz não fosse uma onda eletromagnética, mas mecânica, ela nunca chegaria até aqui e não existiria vida neste planeta. Existem outros tipos de ondas eletromagnéticas, mas só vamos nos ater a elas logo mais. Antes vamos conhecer as propriedades das ondas.

Uma onda é composta de cristas e vales. As cristas são os pontos mais altos das ondas enquanto os vales são os mais baixos, como podemos ver na figura 1.2 [4]:

Figura 1.2 – Ilustração dos elementos que descrevem uma onda.



Fonte: elaborada pela autora.

Vemos também na figura 1.2 a amplitude e o comprimento de onda. Além de cristas e vales uma onda possui amplitude e comprimento de onda. Vamos conhecer melhor cada uma dessas características.

Amplitude (A): amplitude de uma onda é a distância que vai do seu eixo de vibração até o topo de uma crista ou até o fundo de um vale. [2] A unidade de medida de amplitude no Sistema Internacional de Unidades (SI) é o metro (m).

Comprimento de onda (λ): é a distância entre duas cristas consecutivas ou dois vales consecutivos [3]. Sua unidade de medida no SI também é o metro (m).

Além dessas características, em uma onda podem ser medidas as seguintes grandezas: velocidade de propagação, período e frequência.

Velocidade de propagação (v): é a velocidade com a onda se propaga [1]. Sua unidade de medida no SI é o metro por segundo (m/s).

Período (T): é o intervalo de tempo que uma onda gasta para completar um ciclo, sendo um ciclo da onda a distância percorrida por uma crista e um vale [2]. A unidade de medida de período no SI é o segundo (s).

Frequência (f): é a quantidade de ciclos que uma onda completa durante um determinado intervalo de tempo, que pode ser o de um segundo, por exemplo [2]. Sua unidade de medida no SI é o Hertz (Hz), sendo que 1 Hz é igual a 1 ciclo/segundo.

Sabendo isso, podemos nos perguntar: como relacionar tudo isso? Bom, podemos começar relacionando frequência com período. De que maneira?

Como já foi definido, frequência é a quantidade de ciclos que uma onda consegue completar durante um determinado intervalo de tempo, e período é o intervalo de tempo que a onda gasta para completar um ciclo. Então podemos supor que a onda completa um ciclo durante um determinado período [2]. Assim podemos escrever a frequência desta forma:

$$f = \frac{1}{T}$$

Do mesmo modo, também podemos escrever o período como sendo:

$$T = \frac{1}{f}$$

Agora podemos relacionar estes com a velocidade de propagação das ondas. Em mecânica aprendemos que a velocidade é o espaço percorrido em um determinado intervalo de tempo [5]:

$$v = \frac{\Delta x}{\Delta t}$$

No caso das ondas o espaço percorrido é o comprimento de onda (λ) e o tempo é o período (T). Então podemos escrever a equação da velocidade assim:

$$v = \frac{\lambda}{T}$$

Mas, como já sabemos o período pode ser escrito como $1/f$. Substituindo na fórmula ficamos com [3]:

$$v = \lambda \cdot f$$

Assim, com essa equação, conseguimos calcular o valor da velocidade de propagação da onda sabendo apenas o comprimento de onda e a frequência com que essa onda oscila.

Essas relações valem para qualquer tipo de onda se propagando em quaisquer que sejam os meios, inclusive meio algum, como no caso das ondas eletromagnéticas. Por falar nelas, vamos conhecer agora mais tipos de ondas eletromagnéticas, vamos conhecer a radiação eletromagnética e o espectro eletromagnético.

RADIAÇÃO ELETROMAGNÉTICA

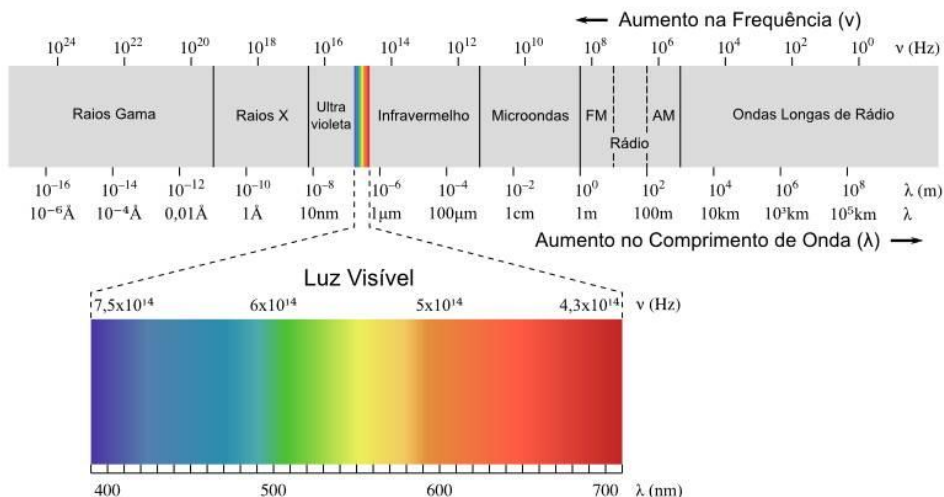
Radiação eletromagnética é o termo que define as ondas eletromagnéticas, porque elas se apresentam em forma de radiação, ou seja, irradiam da fonte para alguma direção ou para todas as direções. O espectro eletromagnético é o nome que se dá ao conjunto de ondas

eletromagnéticas. Existem várias ondas eletromagnéticas vibrando em frequências diferentes e com comprimentos de onda diferentes, e elas são classificadas exatamente por esses aspectos [6]. Se olharmos para a fórmula da velocidade de propagação podemos isolar o comprimento de onda, por exemplo, assim ficamos com:

$$\lambda = \frac{v}{f}$$

Essa relação nos mostra que quanto maior o comprimento de onda, menor é a frequência. Da mesma forma, quanto maior for a frequência menor será o comprimento de onda, e a velocidade dessas ondas é sempre constante sendo a mesma da luz no vácuo que é $c = 3 \times 10^8$ m/s [6]. No espectro, da esquerda para a direita, estão as ondas eletromagnéticas de menor comprimento de onda para as de maior comprimento de onda, ou de maior frequência para as de menor frequência, como mostra a figura 1.3:

Figura 1.3 – Representação do espectro eletromagnético, dando ênfase no intervalo visível.



Fonte: Blog Dan Scientia: Ciências Matemáticas, Físicas e Computacionais¹.

No espectro se encontram os raios gama, que tem os menores comprimentos de onda e maiores frequências, os raios-X, o ultravioleta, a luz visível, o infravermelho, as ondas de rádio FM e AM e as ondas longas de rádio que são as que tem maiores comprimentos de onda e menores frequências [6].

A luz visível compreende uma faixa de frequência muito pequena que vai de aproximadamente $4,3 \times 10^{14}$ até $7,5 \times 10^{14}$ Hertz, tem comprimento de onda entre 400 nm (nanômetros) e 700 nm, e vai do vermelho ao violeta. Isso quer dizer que a maior parte da

¹ Disponível em: < <http://dan-scientia.blogspot.com.br/2010/03/relacao-da-frequencia-com-o-comprimento.html> > Acesso em nov. 2016.

radiação eletromagnética nós não conseguimos ver [6].

A radiação eletromagnética pode ser dividida em radiação ionizante e não ionizante. Vamos tratar um pouco melhor desse assunto agora.

RADIAÇÕES IONIZANTES E NÃO IONIZANTES

Radiações ionizantes são aquelas que por possuírem altos níveis de energia, ao interagir com a matéria, podem causar em um átomo a perda de um ou mais elétrons, fazendo com que esse átomo vire um íon, ou seja, que fique ionizado, tornando-se assim um íon positivo, conhecido como cátion [8]. Como mudam a estrutura do átomo, as radiações ionizantes, como a radiação gama e os raios-X, fazem mal a saúde do ser humano, podendo causar várias doenças e até a morte. Contudo elas podem ser usadas como suporte na medicina em máquinas para fazer exames ou em terapias se usadas as doses de exposição corretas.

A maior parte das radiações eletromagnéticas são não ionizantes, como a luz visível, o ultravioleta, o infravermelho, as micro-ondas e as ondas de rádio. Todas essas radiações possuem baixa energia, portanto não podem arrancar nenhum elétron dos átomos, então não alteram a estrutura da matéria, sendo assim não fazem mal a saúde, com exceção dos raios ultravioleta, que penetram profundamente na pele causando sérias queimaduras, mas ainda assim somente se a exposição a eles for muito grande. Mesmo essa radiação é não ionizante, pois não altera a estrutura de nenhum átomo. Vamos nos ater agora a um tipo específico de radiação não ionizante: a luz visível.

A LUZ VISÍVEL

Cada cor do espectro eletromagnético, sendo elas vermelho, laranja, amarelo, verde, azul, anil e violeta, corresponde a uma faixa de frequência diferente e a mistura de todas as cores resulta no branco. Ou seja, o espectro de cores resulta da decomposição da luz branca. Já o preto é a ausência total de luz. Só enxergamos os objetos que não são fontes de luz porque eles refletem luz para os nossos olhos. Quando a luz branca atinge o objeto ele na verdade está sendo atingido por todas as cores do espectro eletromagnético visível, então absorve todas as outras cores e reflete apenas uma, ou uma mistura de duas ou mais, dependendo das propriedades do material de que é composto. Por exemplo, uma blusa azul ao ser atingida pela luz branca absorve todas as frequências e reflete apenas a frequência correspondente ao azul aos nossos olhos [7].

Além de nos fazer enxergar as cores, a radiação visível também pode ser empregada em instrumentos para facilitar a vida do homem. Como exemplo desses instrumentos, vamos tratar aqui dos LEDs. Vamos discutir mais sobre eles agora.

O LED

LED é a sigla para Light Emitting Diode, ou, em português, Diodo Emissor de Luz, cuja função é exatamente emitir luz. São dispositivos derivados dos diodos comuns, aqueles que não emitem luz. Na figura 1.4 podemos ver exemplos de dispositivos LEDs. A explicação do funcionamento de um LED é baseada nos princípios da Mecânica Quântica e principalmente no modelo atômico de Bohr. Estes fazem parte do que chamamos de Física Moderna, que é uma parte da física que se desenvolveu e vem se desenvolvendo com a necessidade de explicar certos fenômenos que a Física Clássica não alcança.

Figura 1.4 – Imagens de LED – Diodo Emissor de Luz



Fonte: FM Fibra Ótica².

Um LED consiste na junção de semicondutores fortemente dopados, resultando em um com excesso de elétrons e outro com excesso de lacunas (junção P-N) [9].

Mas, antes de tudo, você sabe o que é um semicondutor?

Sabemos que um material condutor é um material cuja resistência elétrica é muito pequena, permitindo assim a passagem de corrente elétrica, e um material isolante possui uma resistência elétrica muito grande impedindo a passagem de corrente elétrica. Antes de entender como isso acontece a nível microscópico, vamos nos recordar do modelo atômico de Bohr.

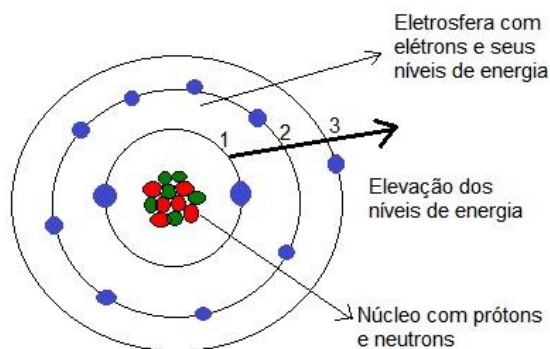
BOHR E OS SEMICONDUCTORES

Segundo Bohr, o átomo é composto de um núcleo onde ficam os prótons e os nêutrons,

² Disponível em: <http://fmfibraotica.com.br/led/> Acesso em nov. 2016

e a eletrosfera onde se encontram os elétrons que giram ao redor do núcleo em suas órbitas. É nessas órbitas onde há mais probabilidade de se encontrar os elétrons. Cada órbita representa um nível de energia necessário para que o elétron se prenda ao núcleo. Quanto mais próximo do núcleo menor o nível de energia e quanto mais distante do núcleo maior o nível de energia. Por isso, eles são distribuídos ao redor do núcleo sempre do nível de menor energia para o nível de maior energia, como representado na figura 1.5. Sendo assim, quando os elétrons de um átomo estão cada qual em seu nível original de energia dizemos que este átomo encontra-se em seu estado fundamental. Se um dos elétrons recebe energia suficiente para saltar de seu nível de energia original para outro nível mais energético dizemos que o átomo está excitado. Quando esse elétron, que foi excitado e passou para um nível mais energético, perder essa energia ele volta para o estado fundamental, nessa volta ele emite energia em forma de luz, que na Física Moderna chamamos de fótons, mas também são ondas eletromagnéticas, devido a natureza dual da luz [10]. Leia mais sobre o assunto em: <http://fisicanaveia.blogosfera.uol.com.br/2015/10/25/luz-onda-ou-particula/>.

Figura 1.5 – Imagem ilustrativa do modelo atômico de Bohr



Fonte: Elaborada pela autora.

Quando tratamos de átomos que constituem materiais sólidos ou líquidos devemos nos ater ao fato de que quando um átomo está próximo demais de outro, seus níveis de energia se superpõem, criando assim as bandas de energia, que são níveis energéticos que os elétrons de um átomo podem ocupar [10]. Quando há essa superposição chamamos de banda de valência os últimos níveis energéticos que os elétrons ocupam e banda de condução os próximos níveis logo após esses, os quais eles podem vir a ocupar se receberem a energia necessária para saltar até lá, conforme figura 1.6.

Em um material condutor ideal não existe espaço vazio algum entre a banda de valência e banda de condução. Já em materiais isolantes há um espaço considerável entre a banda de valência e a banda de condução, tornando assim praticamente impossível que os elétrons saltem de uma banda para a outra [10].

Figura 1.6 – Representação esquemática das bandas de valência e bandas de condução em isolantes e condutores



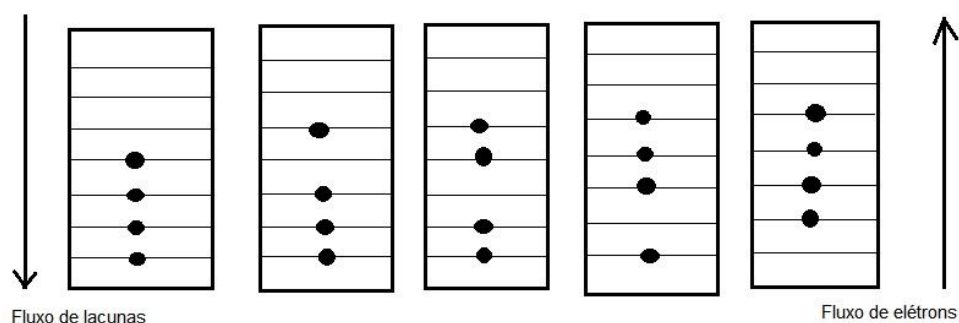
Fonte: Elaborada pela autora.

Na figura 1.6 vemos à direita o espaço entre a banda de valência e a banda de condução em um material isolante e à esquerda vemos que não existe espaço entre a banda de valência e a banda de condução de um material condutor.

Voltemos aos materiais semicondutores. Um material semiconductor é um material em que em determinadas condições ele é isolante, ou seja, possui um espaço entre as bandas. Porém quando alteramos tais condições, elevando a temperatura, por exemplo, há uma diminuição significativa na separação entre as bandas de valência e de condução, possibilitando assim que elétrons saltem de uma banda para outra transformando esse material em um condutor. O germânio e o silício são exemplos de materiais semicondutores [10].

Quando elétrons saltam de uma banda para outra eles deixam uma lacuna no local onde eles estavam, sendo esta lacuna preenchida por outro elétron, gerando assim uma nova lacuna e assim sucessivamente, como ilustrado na figura 1.7. Desta forma, é gerada no material semiconductor uma corrente de elétrons em um sentido e uma corrente de lacunas no sentido contrário. Podemos controlar a quantidade de cada corrente dopando-se o material [10].

Figura 1.7 – Esquema representativo do fluxo de elétrons e de lacunas entre as bandas de um material semiconductor.



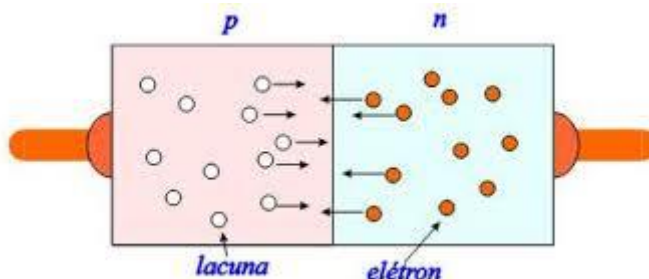
Fonte: Elaborada pela autora.

SEMICONDUCTORES DOPADOS

E o que significa dizer que um material semiconductor está dopado? Significa que foi introduzida na rede cristalina sólida desse material uma impureza, ou seja, outro material doador ou receptor de elétrons. Por exemplo, pode-se dopar cristais de silício com arsênio, que são doadores, ou índio, que são receptores de elétrons [10].

Dopando-se o silício com arsênio, por exemplo, aumentamos a quantidade de elétrons se deslocando no silício e assim criamos um material do tipo N (de negativo). Já, dopando-se o silício com índio, por exemplo, aumentamos a quantidade de lacunas se deslocando, como essas lacunas são causadas pela falta dos elétrons que estavam ali podemos dizer que elas são positivas, assim obtemos um material do tipo P (de positivo).

Figura 1.8 – Ilustração de uma junção P-N e o fluxo de cargas.



Fonte: Instituto Federal Santa Catarina ³.

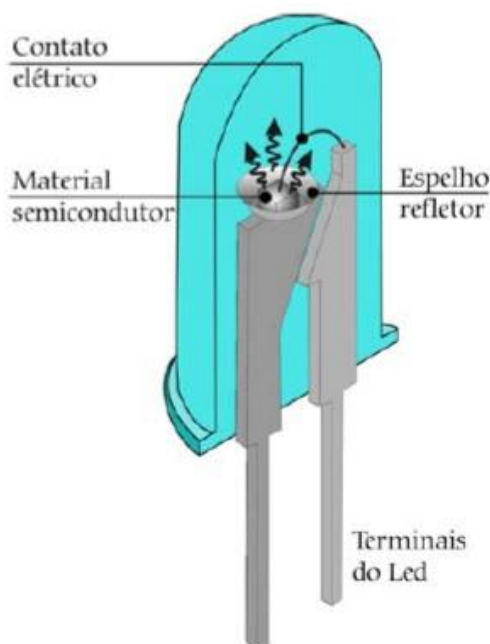
³ Disponível em: <https://wiki.ifsc.edu.br/mediawiki/index.php/AULA_2_-_Eletr%C3%B4nica_Geral_1_-_T%C3%A9cnico> Acesso em nov. 2016

Voltando a junção P-N, dopa-se metade de um material para que ele se transforme em tipo P e outro para que ele se transforme em tipo N. Para que o material se transforme em um Diodo Emissor de Luz é necessário que se aplique a junção P-N um campo elétrico externo, fazendo com que haja uma corrente devido ao deslocamento dos elétrons da parte N para a parte P afim de preencher as lacunas, como ilustrado na figura 1.8. Quando isso acontece, essa volta dos elétrons provoca a emissão de fótons. Quando esses fótons emitidos estão no espectro da luz visível conseguimos enxergá-los. Esse fenômeno é denominado eletroluminescência e o material onde ele ocorre é chamado de fotoemissor ou Diodo Emissor de Luz (LED) [10].

CARACTERÍSTICAS ELÉTRICAS

Os LEDs só funcionam em corrente contínua e apresentam tensões muito baixas, entre 2,5 e 4,0 V, portanto não podem ser ligados diretamente à rede elétrica, pois essas oferecem tensões e correntes muito maiores do que as permitidas para esses dispositivos, fazendo com que o LED esquente. As lâmpadas de LED comerciais possuem um circuito auxiliar, que se encontram geralmente na base da lâmpada, fazendo essa adaptação à corrente alternada das residências. Esse circuito é chamado de driver. Na figura 1.9 abaixo podemos ver as partes internas de um dispositivo LED.

Figura 1.9 – Partes internas de um dispositivo LED.



Fonte: Artigo Usando um LED como fonte de energia. Esdras Garcia Alves e Andreza Fortini da Silva⁴.

⁴ Disponível em < <http://www.sbfisica.org.br/fne/Vol9/Num1/led.pdf> > Acesso em nov. 2016.

A luminosidade do LED depende da corrente que o atravessa. Podemos fazer esse controle da luminosidade então, alterando-se a corrente em um LED através do uso de diferentes resistores.

O LED E AS CORES

A cor específica que cada LED emite depende exclusivamente do material de que este LED é feito, já que cada material faz com que ele emita uma radiação com um comprimento de onda diferente [10].

Os LEDs podem ter cores que variam do vermelho ao azul, para isso se utilizam dois compostos: o AlGaInP, formado pelos elementos alumínio, gálio, índio e pelo fósforo dá origem as cores de luz vermelha, laranja e amarela; e o InGaN, formado pelos elementos índio, gálio e pelo nitrito, dá origem as cores de luz de tons verdes e azuis [11].

O LED de cor branca também é possível de se obter. Existem duas maneiras pelas quais pode se obtê-lo. A primeira é colocando uma camada de fósforo sobre um LED azul para que quando a luz azul passe por essa camada se torne amarela, combinando-se assim com o restante da luminosidade azulada proveniente do LED e resultando na luz branca. A outra maneira é combinando as cores vermelha, verde e azul, com a mistura de luz desses três comprimentos de onda obtém-se um feixe branco [11].

Mas o LED de luz azul não foi conseguido assim tão facilmente. Os LEDs vermelho e verde já existiam, porém o de luz azul era um desafio para os cientistas pois ele consiste em misturar os elementos índio, gálio e o nitrito em uma quantidade correta de cada um para que essa mistura gere luz azul. Somente nos anos 90 foi possível a obtenção do LED azul por três cientistas que persistiram na tentativa de sua produção. Em 2014 Hiroshi Amano, Shuji Nakamura e Isamu Asakaki foram os vencedores do prêmio Nobel de Física por essa descoberta. Graças a ela hoje pode-se produzir os LEDs brancos.

CLASSIFICAÇÃO DOS LEDs

Os LEDs podem ser classificados quanto a sua intensidade luminosa, medida em candelas (cd) ou pela sua potência através de seu fluxo luminoso, esse medido em lúmens (lm) [11].

A eficácia luminosa de um LED pode atingir 100 lm/W (lúmens por watt) enquanto a de uma lâmpada incandescente atinge 15 lm/W e uma fluorescente 80 lm/W [11].

APLICAÇÕES DOS LEDs

As aplicações desses dispositivos no mundo atual são vastas. Eles podem ser utilizados em luminárias e tem uma vantagem muito grande sobre os outros tipos de lâmpadas pois são mais potentes e tem uma vida útil muito maior. Também são mais caras, porém se levarmos em consideração o custo/benefício elas continuam com uma vantagem maior sobre as outras lâmpadas por serem mais econômicas e durarem mais.

Podem ser usados também nas telas de aparelhos de TV, celulares, calculadoras, relógios digitais, como stand-by de aparelhos elétricos como a TV, em flashes de câmeras de celulares e câmeras fotográficas, em controles remotos bem como em semáforos e nas lanternas e painéis de veículos automotores entre outros inúmeros aparelhos.

Na estética e na medicina, os lasers vem sendo substituídos aos poucos pelos LEDs, já que os últimos são mais baratos que os primeiros. Pelo fato de sua luz não ser colimada como a do laser, sua aplicação em procedimentos estéticos é indolor [12]. O procedimento utilizando LEDs é chamado de ledterapia. É usado em tratamentos de estrias, olheiras, rejuvenescimento da pele, gordura localizada e acne. Cada cor de LED atua mais em um tratamento específico ou outro. O LED azul, por exemplo, é usado em tratamento de acne pois acelera a fisiologia das inflamações e reduz a dor. O LED verde tem efeito rejuvenescedor, minimizando as linhas de expressão, e o vermelho ação anti-inflamatória [12].

Figura 2.0 – Procedimento estético com uso de luz de LED



Fonte: Limpando Sua Pele⁵.

Pode-se aplicar o LED também nos tratamentos de psoríase, câncer de pele, linfomas cutâneos, verruga vulgar e também na odontologia estética como em clareamentos dentários [12].

Figura 2.1 – Clareamento dentário com luz de LED.



Fonte: Villa Clinic Centro Odontológico⁶.

5 Disponível em: < <http://limpandosua pele.com.br/ledterapia-luz-para-uma-pele-maravilhosa/> > Acesso em nov. 2016.

6 Disponível em: < <http://www.villaclinic.com.br/dentistica.html> > Acesso em nov. 2016.

REFERÊNCIAS

- [1] RESNICK, R.; HALLIDAY, D.; KRANE, K. S. **Física**, 5ª ed., volume 2. Página 117. LTC - Livros Técnicos e Científicos Editora S.A. Rio de Janeiro, 2003.
- [2] TIPLER, P. A.; MOSCA, G. **Física para cientistas e engenheiros**, 6ª ed., volume 1. Páginas 501, 466. LTC – Livros Técnicos e Científicos Editora Ltda. Rio de Janeiro, 2009.
- [3] YOUNG, H. D.; FREEDMAN, R. A. **Física: Termodinâmica e ondas**, 10ª ed., volume 2. Páginas 236, 238. Addison Wesley. São Paulo 2003.
- [4] LUZ, A. M. R.; ÁLVARES, B. A. **Física: Contexto & Aplicações**, 1ª ed., volume 2. Página 248. Editora Scipione. São Paulo, 2014.
- [5] LUZ, A. M. R.; ÁLVARES, B. A. **Física: Contexto & Aplicações**, 1ª ed., volume 1. Página 39. Editora Scipione. São Paulo, 2014.
- [6] TIPLER, P. A.; MOSCA, G. **Física para cientistas e engenheiros**, 6ª ed., volume 2. Páginas 501, 466. LTC – Livros Técnicos e Científicos Editora Ltda. Rio de Janeiro, 2009.
- [7] SERWAY, R. A.; JEWETT, J. W. Jr. **Princípios de Física**, 1ª ed, volume 4. Páginas 968, 994 e 995. Thomson. São Paulo, 2007.
- [8] OKUNO, E.; VILELA, M. A. C. **Radiações Ultravioleta: Características e Efeitos**. Página 17. Editora Livraria da Física. Sociedade Brasileira de Física. São Paulo, 2005.
- [9] SANTOS, E. et al. **XVIII Simpósio Nacional de Ensino de Física – SNEF – Espírito Santo**, 2009.
- [10] GREF - Grupo de Reelaboração do Ensino de Física. **Física 3: Eletromagnetismo**. Páginas 278, 280, 281, 283, 284, 285, 289, 291 e 292 . Editora da Universidade de São Paulo. São Paulo, 2000.
- [11] PINTO, R. A. Projeto e Implementação de Lâmpadas para Iluminação de Interiores Empregando Diodos Emissores de Luz (LED). Orientado por Ricardo Nederson do Prado. Rio Grande do Sul, 2008. Dissertação (Mestrado em Engenharia Elétrica) – Universidade Federal de Santa Maria. Disponível em: <
http://cascavel.cpd.ufsm.br/tede/tde_arquivos/7/TDE-2009-02-12T120630Z-1881/Publico/RAFAELADAIMEPINTO.pdf> Acesso em 17 nov. 20116.
- [12] SILVA, J. M. N.; CARVALHO, J. P.; MOURA JÚNIOR, M. J. Estudo morfométrico da terapia LED de baixa potência em tendinite de ratos. **Fisioterapia e Pesquisa**, v.18, n.4, p. 365-70. São Paulo, 2011.

APÊNDICE C – QUESTÕES: ATIVIDADE 1

Questionário sobre a simulação

Nome do aluno: _____

- 1- Que tipo de onda você identifica nessa simulação:
 - a) () mecânica
 - b) () eletromagnética

- 2- As ondas geradas são:
 - a) () transversais
 - b) () longitudinais

- 3- O que acontece com as cristas e os vales da onda quando a professora aumenta a amplitude da onda?
 - a) () ambos diminuem
 - b) () as cristas aumentam e os vales diminuem
 - c) () ambos aumentam
 - d) () as cristas diminuem e os vales aumentam

- 4- O que acontece com a velocidade de propagação da onda quando a professora aumenta sua frequência?
 - a) () aumenta
 - b) () diminui
 - c) () permanece a mesma

- 5- Anote os valores de tempo marcados no cronômetro da simulação.
Em qual das frequências escolhidas pela professora o período de oscilação foi maior?
 - a) () na maior frequência
 - b) () na menor frequência

APÊNDICE D – EXPERIMENTO DEMONSTRATIVO

Experimento Circuito Simples para a Verificação da Mudança de Intensidade Luminosa de um LED

Este experimento foi retirado do site **Br-Arduino.org** Do LED ao Arduino: aprendendo eletrônica no século 21. Disponível em <<http://br-arduino.org/2014/11/meu-primeiro-circuito.html>> Acesso em nov. 2016.

OBJETIVO DO EXPERIMENTO

O objetivo desse experimento é verificar a variação da intensidade luminosa em um LED alterando a corrente que o atravessa.

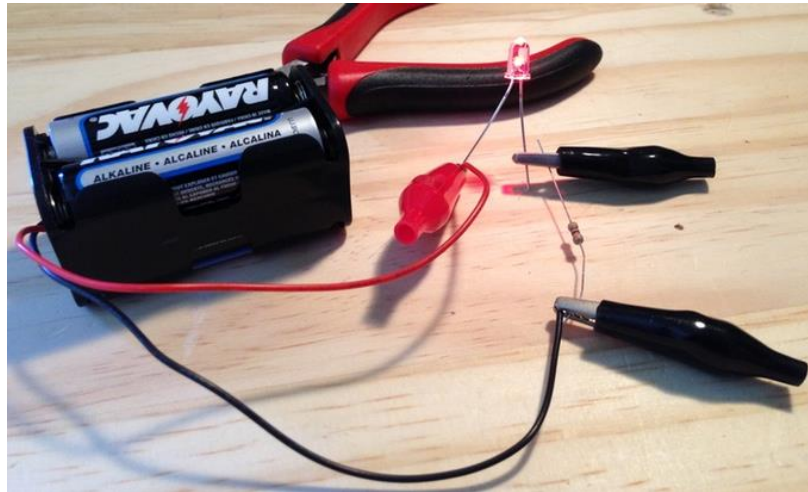
MATERIAIS NECESSÁRIOS

- 4 pilhas AA de 1,5 V;
- 1 porta pilha;
- 3 garras ou grampos;
- 1 LED;
- 1 resistor de 2200 Ω
- 1 resistor de 820 Ω
- 1 resistor de 470 Ω

MONTAGEM DO EXPERIMENTO

Monta-se um circuito simples em série, onde o cabo vermelho do porta pilha (polo positivo) está ligado a um dos terminais do LED por meio de uma garra. O outro terminal do LED está ligado a um dos terminais de um resistor também por meio de uma garra. O outro terminal do resistor está ligado ao fio preto do porta pilha (polo negativo) também por meio de uma garra, fechando assim o circuito, como mostra a figura 1.0.

Figura 1.0 – Imagem de um circuito simples, em série para demonstração da intensidade luminosa de um LED.



Fonte: **Br-Arduino.org** Do LED ao Arduino: aprendendo eletrônica no século 21 ¹.

Inicia-se colocando o resistor de 470Ω , assim, conforme for substituído pelos resistores de 820Ω e 2200Ω poderá perceber-se a variação da intensidade luminosa do LED. Por fim deverá ser recolocado o resistor de 470Ω para que seja perceptível o aumento do brilho no LED.

METODOLOGIA

Antes de iniciar o professor deve pedir para que os alunos façam anotações sobre o que estiver ocorrendo durante o experimento.

Num primeiro momento, deverão ser feitas perguntas sobre os componentes do circuito, tais como:

1- Vocês já viram um LED?

Após os alunos responderem, o professor deverá mostrar aos alunos o dispositivo LED. É importante deixar que os alunos peguem no dispositivo, que o analisem de perto. Em seguida pode-se fazer a seguinte pergunta:

2- Vocês já viram um resistor de circuito eletrônico?

Logo após a resposta deles, o professor deverá mostrar os resistores aos alunos. Deixar que eles toquem nas peças, sempre com sua supervisão. E então perguntar:

3- Vocês sabem como montar um circuito em série?

Logo após a resposta começar a montagem do circuito para que os alunos possam ver como se dá montagem de um circuito em série. O professor deve dizer alunos que está usando o

¹ Disponível em: <http://br-arduino.org/2014/11/meu-primeiro-circuito.html> Acesso em nov. 2016

resistor de menor valor, que é o de 470 Ω . Então ele deverá começar a fazer perguntas sobre a intensidade luminosa do LED, como:

4- O que vocês acham do brilho desse LED? Brilha muito?

5- E o que vocês acham que vai acontecer quando eu trocar o resistor de 470 Ω pelo de 820 Ω ?

Se eles não comentarem nada sobre a mudança no brilho, o professor poderá perguntar:

6- Vocês acham que o brilho dele vai aumentar ou diminuir?

Deverá ser feita a troca do resistor de 470 para o de 820 Ω , sempre dizendo aos alunos que valor de resistor está sendo usado.

O próximo passo será trocar o resistor de 820 pelo 2200 Ω mas, antes deve ser feita novamente a pergunta:

7- E o que vocês acham que vai acontecer quando eu trocar esse resistor pelo de maior valor, o de 2200 Ω ?

Após eles responderem a essa pergunta, o professor deverá retornar ao primeiro resistor utilizado, o de 470 Ω , fazendo antes a seguinte pergunta:

8- E quando eu colocar novamente o resistor de 470 Ω , que é o resistor de menor valor usado, o que irá acontecer com o brilho do LED?

Por último, o professor deve questionar os alunos:

9- E o que vocês conseguem concluir com as observações que vocês fizeram?

ATIVIDADE

Neste momento o professor deverá pedir aos alunos para formarem grupos com no máximo 4 pessoas para que escrevam um texto em forma de relato descrevendo como ocorreu o experimento, quais foram os materiais utilizados e quais foram as conclusões que eles tiraram sobre suas observações durante o experimento.

APÊNDICE E – ATIVIDADE 2 – QUESTIONÁRIO

O objetivo do questionário é verificar o conhecimento adquirido pelos alunos quanto aos conceitos físicos relacionados aos dispositivos LED, depois de abordados os conteúdos com o material didático proposto.

Nome do aluno: _____

- 1- As ondas fazem parte do nosso cotidiano, estamos cercados por elas o tempo todo. Sejam ondas de rádio, micro-ondas, ondas na água, no ar, em cordas de violões e instrumentos musicais. Do ponto de vista da física, uma onda é: (marque um X na resposta correta)
- a) () Uma interação entre três corpos diferentes.
 - b) () Uma perturbação produzida apenas nos mares.
 - c) () Uma perturbação em um meio e também uma maneira de transportar energia de um lugar a outro sem a necessidade de transportar matéria.
 - d) () Uma maneira de produção de eletricidade através de dínamos.
- 2- “Ondas transversais são aquelas que oscilam em uma direção e se propagam em outra.” Você concorda com essa afirmação? (Marque um X na resposta que você deseja).
- c) () Sim
 - d) () Não
- 3- Uma onda se propaga com uma velocidade de 30 m/s em um meio. Sabendo que seu período de propagação é de 20 s, calcule o seu comprimento de onda.
- _____
- _____
- _____
- 4- O que é o espectro eletromagnético? (Marque um X na resposta correta)
- a) () É o conjunto de todos os átomos existentes no universo.
 - b) () É o conjunto das ondas eletromagnéticas incluindo a radiação visível.
 - c) () É o conjunto das leis da física existentes.
 - d) () É o conjunto das radiações visíveis.

- 5- No espectro da luz visível temos cores que variam do vermelho ao violeta. Porém a cor branca não se encontra ali presente, porque: (Marque um X na resposta correta)
- a) () o espectro mostra a dispersão da luz branca que é formada por todas as cores.
 - b) () não existe luz branca.
 - c) () ela é a mistura das cores vermelho e azul.
 - d) () ela é a mistura de todas as ondas eletromagnéticas do espectro visíveis e invisíveis.
- 6- Podemos classificar as radiações em ionizantes e não ionizantes. A qual grupo pertencem as radiações visíveis? Por quê?
-
-
- 7- O que é um dispositivo LED? (Marque um X na resposta correta)
- a) () São diodos comuns que não emitem luz.
 - b) () São peças cuja função é a de resfriar os circuitos.
 - c) () São peças usadas para reduzir a corrente elétrica de um circuito.
 - d) () São diodos cuja função é emitir luz e são derivados dos diodos comuns.
- 8- Existem materiais que são isolantes por possuírem uma resistência muito alta, e materiais que são condutores por terem uma resistência muito baixa, e existem também os materiais semicondutores. Um semicondutor é: (Marque um X na resposta correta).
- a) () Um material que em determinadas condições é isolante e em outras pode se tornar um condutor.
 - b) () Um material que é neutro, ou seja, nunca poderá ser condutor nem isolante.
 - c) () Uma propriedade de todo material condutor que permite que ele se torne isolante em determinadas condições.
 - d) () Um material feito de ouro que serve como condutor e isolante ao mesmo tempo.

- 9- “Segundo o modelo atômico de Bohr, os elétrons giram ao redor do núcleo do átomo em órbitas específicas, de acordo com a energia que cada um necessita para se prender ao núcleo. Quanto mais próximo do núcleo maior o nível de energia e quanto mais longe menor o nível de energia, por isso os elétrons são distribuídos sempre do nível de maior energia para o nível de menor energia. ”

Esse texto informativo contém erros. Diga quais você consegue identificar nele.

- 10- Analise as figuras abaixo e diga qual delas é a representação de um condutor e qual é representação de um isolante.

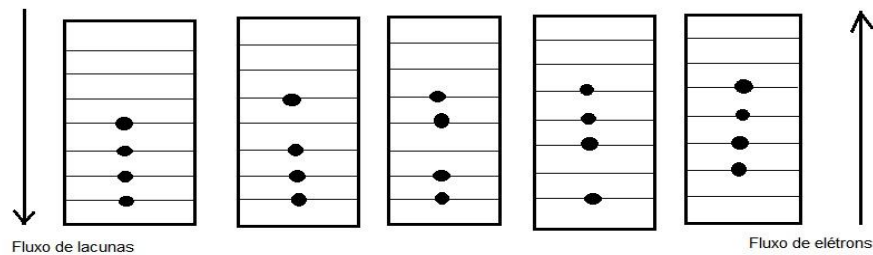


- 11- “Um semicondutor dopado é um semicondutor que possui impurezas na sua rede cristalina. Um semicondutor do tipo P é um semicondutor que foi dopado com uma impureza de forma que ele passe a ter excesso de elétrons e um semicondutor do tipo N é um semicondutor que foi dopado com uma certa impureza de forma que ele passe a ter excesso de lacunas. ”

Você acha que o texto informativo acima está correto? (Marque um X na resposta que você deseja).

- a) () Sim, está correto.
b) () Não, está incorreto.

12- A figura abaixo mostra como se dá o fluxo de elétrons e o fluxo de lacunas em um material semiconductor.



Um material semiconductor onde há predominância de lacunas é do tipo P que vem da palavra positivo. O que são essas lacunas? Por que são consideradas positivas?

13- O LED de cor branca é feito a partir do LED de outra cor principal. Qual cor é usado para fazer o LED de luz branca? (Marque um X na resposta correta).

- a) () verde.
- b) () azul.
- c) () vermelho.

14- Existem alguns procedimentos estéticos e medicinais que utilizam luzes de LED para tais fins. Cite alguns desses procedimentos.

APÊNDICE F – ATIVIDADE 3: PRODUÇÃO DE RELATO ESCRITO

Escreva sobre o que você aprendeu nos estudos das aulas sobre os conteúdos abordados e o funcionamento e as aplicações dos LEDs.