



INSTITUTO FEDERAL DE
EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA
FLUMINENSE



Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física
Sociedade Brasileira de Física
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Fluminense

Alice Lubanco Leal Barros

PRODUTO DIDÁTICO

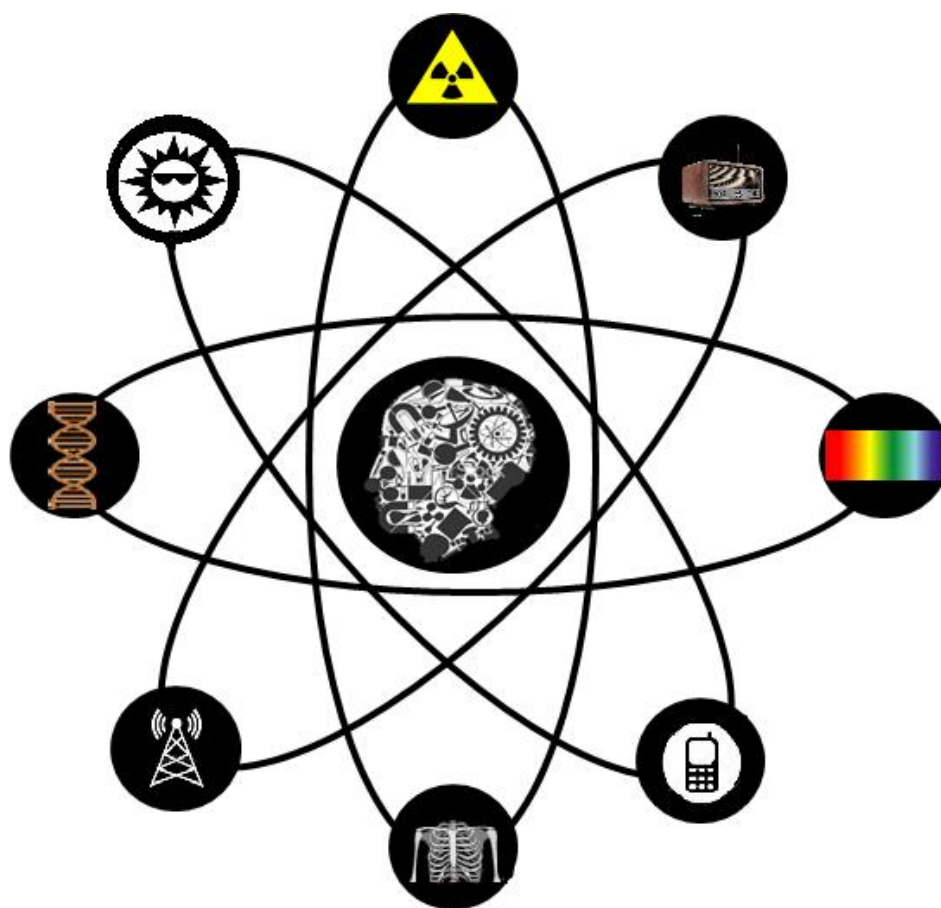
**UMA ABORDAGEM SOBRE O ESPECTRO ELETROMAGNÉTICO
POR MEIO DE ESTUDOS DE CASO**

Campos dos Goytacazes/RJ
2018, 1

SUMÁRIO

Manual do professor	2
Apresentação.....	3
Aula 1- Introdução ao conteúdo: Radiações eletromagnéticas.....	7
Aula 2- Radiações do espectro eletromagnético.....	11
Aula 3- Ondas de rádio.....	13
Aula 4- Micro-ondas e infravermelho.....	19
Aula 5- Luz visível.....	23
Aulas 6- Energia solar.....	26
Aula 7- O Sol e suas radiações.....	28
Aula 8- Raios X e raios gama.....	37
Aula 9- Aplicações da radiação gama / Revisão final.....	41
Aula 10- Avaliação.....	43
Apostila do aluno	48
Apresentação.....	49
Aulas 1 e 2: Conhecimentos prévios.....	50
Aulas 3 e 4: Conhecendo as radiações eletromagnéticas.....	54
Aulas 5 e 6: Sinais nas telecomunicações – ondas de rádio.....	60
Aulas 7 e 8: Micro-ondas e Infravermelho.....	69
Aulas 9 e 10: Luz visível.....	75
Energia solar.....	77
Aulas 11 e 12: O Sol e suas radiações.....	80
Aulas 13 e 14: Raios X e radiação gama.....	86

RADIAÇÕES ELETROMAGNÉTICAS POR MEIO DE ESTUDOS DE CASO



MANUAL DO PROFESSOR

Autora: Alice Lubanco Leal Barros

Orientador: Prof. Dr. José Luís Boldo

Coorientadora: Profa. Dr. Renata Lacerda Caldas

APRESENTAÇÃO

Caro professor,

Nesse material você encontra orientações para conduzir as atividades propostas no produto educacional “**Radiações eletromagnéticas por meio de Estudos de Caso**” que está relacionado às habilidades e competências trabalhadas no quarto bimestre do terceiro ano do Ensino Médio.

O método de Estudo de Casos é baseado no método Aprendizagem Baseada em Problemas (ABP), também conhecido como *Problem Based Learning* (PBL) (SÁ; QUEIROZ, 2009, p. 11).

De acordo com Queiroz et al. (2009) “o Estudo de Caso é um método que oferece aos estudantes a oportunidade de direcionar sua própria aprendizagem, enquanto exploram a Ciência envolvida em situações relativamente complexas” (QUEIROZ et al., 2007, p. 731). Ele consiste na utilização de narrativas sobre situações vivenciadas por indivíduos que necessitam buscar soluções para os problemas enfrentados (SILVA et al., 2011, p. 186).

O método Estudo de Caso se pauta na aproximação dos alunos com problemas reais ou simulados e busca a promoção do aprendizado de conceitos científicos, o fomento ao pensamento crítico e a habilidade de resolução de problemas (SÁ; QUEIROZ, 2009, p.12). Para atingir tais propósitos, as atividades realizadas englobam aula expositiva, trabalhos em pequenos grupos, atividades individuais e discussões em sala de aula (SÁ et al., 2007, p.732).

Na aplicação deste método o aluno é incentivado a se familiarizar com personagens de modo a compreender os fatos, valores e contextos nele presentes com o intuito de solucioná-lo. Neste contexto, o papel principal do professor é de mediador, ajudando o estudante a trabalhar a analisar os fatos e considerar, então, as possíveis soluções. (SÁ et al., 2007, p.731).

Em geral, de acordo com Sá et al. (2007) e Linhares e Reis (2008), durante a aplicação do Estudo de Caso, o aluno segue três ou quatro passos cuja duração depende dos objetivos a serem alcançados.

No primeiro passo, ocorre a leitura do texto do caso e a elaboração de uma solução inicial para o mesmo, com base em suas concepções prévias. Este momento permite ao professor conhecer as concepções prévias dos alunos, de forma que possa partir dos conhecimentos e ideias que possuem para desafiar a construção ou a reconstrução de novos conhecimentos.

No segundo e/ou no terceiro passo do Estudo de Caso, podem ser realizadas uma ou várias atividades, como por exemplo: a leitura e discussão de textos, experimentos, encenação teatral, entre outras possibilidades, “[...] de forma a proporcionar ao aluno momentos de reflexão e interação com os demais, para que, durante esse processo, o aluno tenha oportunidade de se manifestar e, ainda, conhecer e refletir sobre outros pontos de vista, através da discussão com os colegas e com o professor” (OLIVEIRA, 2015, p.97).

No último passo, o estudante deve retomar o caso e sugerir uma nova solução, incorporando os novos conhecimentos adquiridos ao longo dos passos anteriores.

A proposta é que, durante a aplicação do projeto, você atue como mediador na realização das atividades, estimulando a participação, cooperação, raciocínio crítico e autonomia dos alunos, apresentado o conteúdo de formas diversificadas de modo a permitir que o aluno atue como protagonista do seu ensino aprendizagem.

O conteúdo abordado está distribuído em vinte aulas divididas em dez momentos, baseados nas faixas de frequência do espectro eletromagnético. Ao longo da apostila são propostos quatro Estudos de Caso (dois de radiações não-ionizantes e dois de radiações ionizantes) além de textos, experimentos, debates, pesquisas e exercícios. Estes são apresentados com o objetivo de compor o segundo e/ou terceiro passo do Estudo de Caso de forma a fornecer subsídio para que os alunos possam desenvolver os conhecimentos necessários para resolução dos Casos.

Além disso, o aluno receberá a *Apostila do Aluno* (integralmente ou aula a aula) enquanto o professor terá este manual para orientar suas atividades.

O quadro abaixo apresenta resumidamente os conteúdos trabalhados e os momentos de cada encontro, sendo um encontro correspondente a duas horas/aula. Cada momento da aula tem seu tempo estimado, porém ele pode variar de acordo com o desenvolvimento da turma. Adapte os momentos da forma que melhor se adequar às necessidades de sua turma.

Quadro: Atividades/momentos

AULA	CONTEÚDOS	MOMENTOS	AULAS
Aula 1	Introdução ao conteúdo: Radiações eletromagnéticas	Apresentar a proposta do curso e a organização das primeiras atividades. (20 min)	2
		Ensino da estratégia de elaboração de mapas conceituais. (30 min.)	
Estudo de Caso: Rádio Pirata	Atividade 1 – Propor a elaboração de um mapa conceitual sobre ondas eletromagnéticas com os conhecimentos prévios dos alunos. (20 min)		
	Atividade 2 – Leitura do Caso com os alunos. Resolução das questões propostas pelos alunos dispostos em pequenos grupos – levantamento de seus conhecimentos prévios. (30 min)		
Aula 2	Conhecendo as radiações e o espectro eletromagnético	Aspectos ondulatórios das radiações eletromagnéticas: espectro de frequências, comprimento de onda e modelo físico. (50 min)	2
		Vídeo “Ondas Eletromagnéticas” (15 min)	
		Resolução das questões do texto base. (35 min)	
Aula 3	Ondas de Rádio: Construindo um transmissor de rádio caseiro	Discussão sobre as ondas de rádio. (20 min)	2
		Atividade 3 - Demonstração do Transmissor de Rádio e discussão sobre como esse transmissor pode ser usado na escola. (30 min)	
	Rádio Pirata e Rádio Comunitária: problematização	Diferença entre rádio comunitária e rádio pirata, através de textos de jornal e revistas. (20 min)	
Aula 4	Micro-ondas e Infravermelho	Atividade 4 – Exibição do trailer do filme: “Uma onda no ar” e debate sobre a importância das rádios comunitárias para a comunidade. (30 min)	2
		Retomada do Estudo de Caso. (20 min)	
		Características e aplicações das micro-ondas e do infravermelho. (30 min)	
	Estudo de Caso: Energia solar	Atividade 5 – Experimento: “Enxergando o invisível”. (15 min)	
		Resolução das questões do texto base. (15 min)	
Aula 5	Luz visível	Atividade 6 - Estudo de Caso: Energia solar (20 min)	2
		Discussão sobre a luz visível. (40 min)	

		Atividade 7 – Experimento: Dispersão da luz branca. (10 min)	
		Discussão sobre a cor dos objetos. (30 min)	
		Utilização do simulador PHET para demonstrar as cores que vemos (20 min)	
Aula 6	Luz e energia	Atividade 8 - Apresentação dos trabalhos – Disco de Newton. (40 min)	2
		Atividade 9 - Debate sobre a utilização de energia solar. (40 min)	
		Retomada do Caso: Energia solar. (20 min)	
Aula 7	O Sol e suas radiações	Atividade 10 - Estudo de Caso: Um dia de praia (20 min)	2
		Discussão sobre radiação ultravioleta e sua interação com a matéria. (30 min)	
		Aspectos corpusculares da radiação eletromagnética. O efeito fotoelétrico (20 min)	
		Vídeo: “Como o Sol te enxerga”. Debate sobre as formas proteção contra radiação ultravioleta. (10 min)	
		Atividade 11 – Experimento: Efeito germicida da radiação UV. (20 min)	
Aula 8	Raios X e os aparelhos de diagnósticos	Retomada do Estudo de Caso (20 min)	2
		Atividade 12 - Os raios X e sua interação com a matéria: apresentação de imagens de raios X para possível interpretação. (30 min)	
	Radiação Gama	Atividade 13 - Estudo de Caso: <i>A Física por trás do Hulk</i> . (20 min)	
		Raios gama: Características e interação com a matéria. (30 min)	
Aula 9	Aplicações da radiação gama	Distribuição de reportagens, notícias e textos sobre a utilização da radiação gama para debate sobre o tema. (60 min)	2
		Retomada do caso. (20 min)	
		Revisão geral sobre o espectro eletromagnético. (30 min)	
Aula 10	Avaliação da proposta	Resolução das questões finais. (50 min)	2
		Elaboração de um esquema do espectro eletromagnético. (20 min)	
		Reelaboração do mapa conceitual (20 min)	
		Resolução de questionário acerca da metodologia de ensino. (10 min)	

Fonte: Própria autora.

AULA 1 – Introdução ao conteúdo: Radiações eletromagnéticas

Objetivos: Estimular a curiosidade dos alunos para o estudo do aspecto ondulatório das radiações eletromagnéticas além de coletar dados dos conhecimentos prévios dos alunos.

Conteúdo: Concepções prévias sobre as ondas eletromagnéticas, com ênfase nas ondas de rádio.

Habilidades e competências envolvidas:

- Compreender a importância dos fenômenos ondulatórios na vida moderna sobre vários aspectos, entre eles sua importância para exploração espacial e na comunicação;
- Reconhecer, utilizar, interpretar e propor modelos explicativos para fenômenos naturais ou sistemas tecnológicos.

Motivação: Demonstração, por meio de uma situação problema, que diversas formas de ondas eletromagnéticas estão presentes no nosso dia-a-dia além da apresentação de questionamentos a respeito das mesmas para estimular a curiosidade dos alunos.

Instrumentos:

- Texto introdutório;
- Mapa conceitual;
- Caso: Rádio comunitária.

Momentos:

- Apresentação da proposta do curso (10 min);
- Motivação inicial com texto introdutório fornecido na *Apostila do Aluno* (10 min);
- Explicação da estratégia de elaboração de mapas conceituais (30 min);

Sugestão: Utilizar o texto “Mapas conceituais e aprendizagem significativa” de Marco Antônio Moreira disponível em: <<https://www.if.ufrgs.br/~moreira/mapasport.pdf>> como subsídio para explicar o que são e como são feitos os mapas conceituais, assim como dar exemplos para o melhor entendimento por parte dos alunos.

- Atividade 1 – Elaboração de um mapa conceitual baseado nas palavras sugeridas na *Apostila do Aluno* – Tarefa individual com o objetivo de avaliar os conhecimentos prévios dos alunos (30 min);
- Atividade 2 – Resolução do Caso: Rádio comunitária. – Tarefa realizada em pequenos grupos para que os alunos discutam e somem seus conhecimentos prévios a respeito do conteúdo de ondas de rádio (20 min).

Observações:

- O Caso será retomado no início da aula 4, onde será discutido os conceitos físicos de ondas de rádio com o propósito de avaliar se houve mudanças nas concepções dos alunos quando forem feitas as comparações entre as respostas deles antes depois da explicação dos conceitos físicos.
- Devido a esta organização da proposta, a atividade “Estudo de Caso: Rádio comunitária” segue também aqui no material do professor, para que a mesma possa ser impressa isoladamente da apostila do aluno e utilizada no momento da retomada do Caso.

Atividade 2: Estudo de Caso: Rádio Comunitária

Leia o texto abaixo e discuta com seu grupo as respostas dos questionários que o segue. Em seguida, destaque o questionário preenchido e entregue ao professor.



Rádio Comunitária

João, um estudante do curso técnico de telecomunicações do IFF Campos, em uma aula de sistemas de rádio e televisão, descobriu a existência das rádios comunitárias e dos benefícios que ela pode trazer para a comunidade, com notícias de interesse local.

Muito motivado como o fato, ele chegou em casa, no bairro de Guarus, e logo foi contar para sua mãe que gostaria de montar uma rádio para colocar em prática os conhecimentos que estava adquirindo no curso. Ao mesmo tempo, ele também tinha o objetivo de ajudar a comunidade de seu bairro com informações, notícias e entretenimento, pois sentia que as outras rádios da cidade tinham um viés mercantilista e acabavam não dando ênfase aos acontecimentos da região.

Sua mãe logo lhe questionou:

— João, seria muito legal ter uma rádio assim aqui no bairro, mas eu já assisti a uma reportagem falando que essas ondas de rádio são perigosas e podem ocasionar acidentes aéreos. Nós moramos perto do aeroporto, não seria perigoso?

Assustado com a informação, João respondeu:

— Mãe, meu professor não falou nada disso. Inclusive, ele informou que várias informações são transmitidas da mesma forma que as ondas rádio como, por exemplo, sinais de TV, de telefonia celular, de internet, etc...

— Sendo assim fico mais preocupada ainda. Se existem tantas ondas assim se propagando no ar, será que elas podem fazer mal à nossa saúde?

— Não sei dizer até que ponto elas podem ser prejudiciais. Amanhã, na aula, perguntarei ao professor e te respondo.

No dia seguinte, João perguntou ao professor Carlos:

— Professor, fiquei muito entusiasmado com a aula de ontem, quando você falou das rádios comunitárias e até pensei em montar uma desse tipo no meu bairro, mas minha mãe me fez algumas perguntas que eu não soube responder e gostaria que o senhor me ajudasse.

— Fico muito feliz com seu interesse e vou lhe ajudar no que precisar.

— As ondas utilizadas nas telecomunicações podem fazer mal? Além disso, é verdade que as ondas de rádio podem ocasionar acidentes aéreos?

— João, baseado nesses seus questionamentos irei preparar uma aula sobre ondas eletromagnéticas e suas características, na tentativa de lhe ajudar a resolver essas dúvidas. De qualquer forma, já posso te adiantar que, com relação às ondas de rádio, se você realmente tem interesse em montar uma rádio comunitária em seu bairro, fique atento à legislação para não utilizar uma faixa de frequência que não deve e, conseqüentemente, gerar interferência no sistema de comunicação do aeroporto Bartolomeu Lisandro, que é perto da sua casa. Na próxima aula, também vou explicar melhor como funcionam as emissoras de rádio regulares e a diferença delas para uma “rádio pirata”.

— Tudo bem, professor. Vou esperar a aula de semana que vem para entender melhor como funcionam essas ondas e o que mais preciso saber para montar minha rádio.

Imaginem que vocês são professores/amigos de João. Ajude-o a responder as questões que segue.

1- O que são ondas de rádio?

2- Como se dá a transmissão de um sinal de rádio?

3- Quais benefícios você acredita que uma rádio comunitária pode trazer para a comunidade?

4- Como ela poderia interferir na comunicação dos aeroportos?

5- Proponha uma explicação para o questionamento de João quanto aos possíveis problemas que as ondas de rádio, de micro-ondas, de TV e de telefonia celular podem ocasionar à nossa saúde.

AULA 2 – Radiações do espectro eletromagnético

Objetivo: Discutir o espectro eletromagnético e a diferenciação das radiações que o compõe.

Conteúdos: Ondas eletromagnéticas, espectro eletromagnético e conceitos matemáticos básicos utilizados na definição de uma onda eletromagnética.

Habilidades e Competências envolvidas:

- Conhecer as características do espectro eletromagnético, reconhecendo as diferenças entre os diferentes tipos de ondas eletromagnéticas a partir de sua frequência;
- Compreender fenômenos naturais ou sistemas tecnológicos relacionados ao tema, identificando e relacionando as grandezas físicas envolvidas;
- Compreender as propriedades das ondas e como elas explicam os fenômenos presentes em nosso cotidiano.

Motivação: A busca por respostas aos questionamentos apresentados na aula anterior.

Instrumentos:

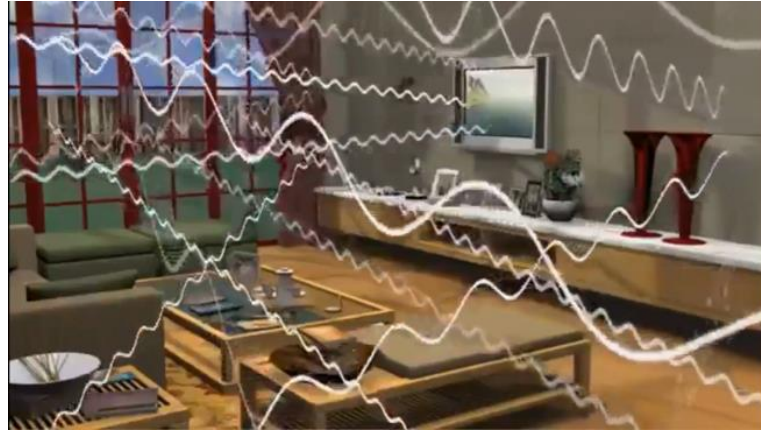
- Texto de referência – apostila do aluno;
- Apresentação através de *Power Point*;
- Apresentação de um vídeo.

Momentos:

- Apresentação do conceito de ondas eletromagnéticas a partir de seu desenvolvimento histórico (15 min);
- Descrição de algumas das principais características de uma onda, a saber: frequência, comprimento de onda, amplitude e velocidade (30 min);

Sugestão: Após a explicação, utilizar imagens com diferentes tipos de ondas e solicitar que os alunos as comparem quanto ao comprimento de onda, frequência e amplitude.

Exemplo: *Print screen* do vídeo: “Ondas eletromagnéticas”



Fonte: “Ondas eletromagnéticas”. Disponível em: <<https://www.youtube.com/watch?v=XX9By5eHy0o>>. Acesso em 10 de outubro de 2017.

- Descrição das diferentes faixas de frequência do espectro eletromagnético, enfatizando as características ionizantes e não-ionizantes das radiações (35 min).

Sugestão: O Vídeo “Ondas eletromagnéticas” pode ser utilizado como subsídio ilustrativo para melhor diferenciação do espectro eletromagnético.



Fonte: “Ondas eletromagnéticas”. Disponível em: <<https://www.youtube.com/watch?v=XX9By5eHy0o>>. Acesso em 10 de outubro de 2017.

- Resolução das questões do texto base – As questões são apresentadas na página 11 da apostila do aluno.

AULA 3 – Ondas de rádio

Objetivos: Discutir o conteúdo de ondas de rádio por meio de uma abordagem em Ciência Tecnologia, Sociedade e Ambiente (CTSA) ressaltando as principais características desse tipo de onda assim como as suas aplicações e a sua relação com a sociedade.

Conteúdos: Ondas de rádio; interferência e transmissão de ondas eletromagnéticas; aplicações tecnológicas das ondas de rádio; geração e transmissão de sinais de rádio.

Habilidades e competências envolvidas:

- Compreender a importância dos fenômenos ondulatórios na vida moderna no que se refere a exploração espacial e a comunicação;
- Relacionar os benefícios alcançados nas comunicações e na saúde pública com o desenvolvimento científico e tecnológico alcançado através do avanço na ciência;

Motivação: Entender como a utilização de ondas de rádio pode trazer benefícios e/ou riscos para o ser humano, conforme sua utilização for feita de forma de forma devida ou indevida, respectivamente. Manipular e analisar o funcionamento de um mini transmissor de rádio FM.

Instrumentos:

- Textos base – Apostila do aluno;
- Quadro branco;
- *Trailer* do filme “Uma onda no ar”;
- Mini transmissor FM – Proposta experimental.

Momentos:

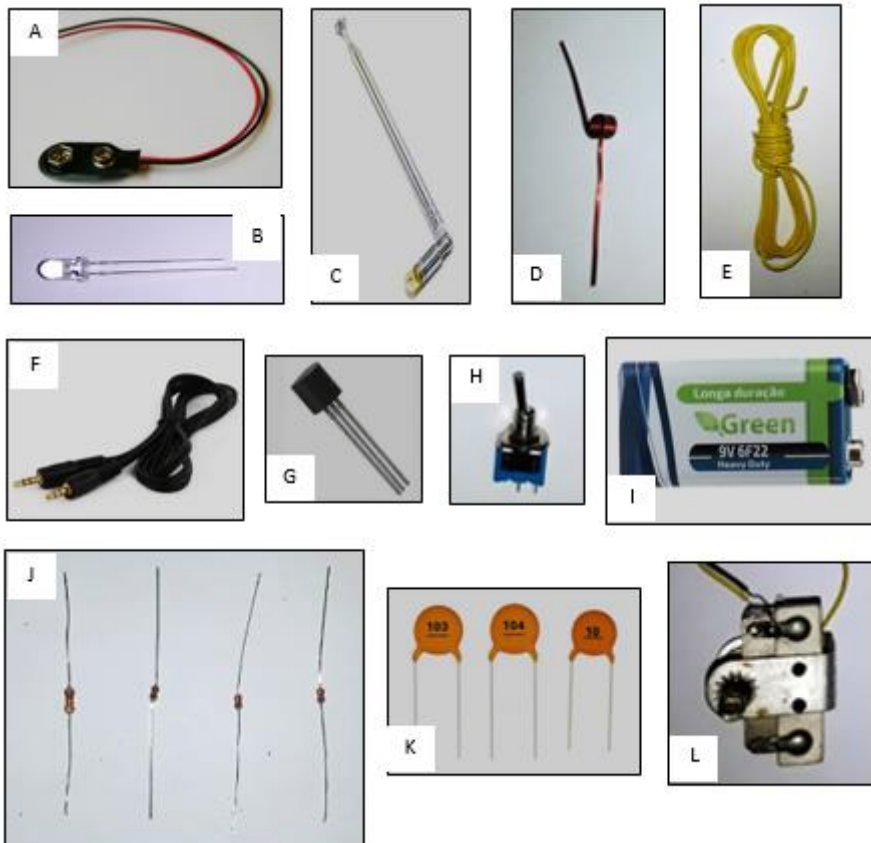
- Discussão sobre as ondas de rádio – Momento destinado à explicação sobre o sinal de rádio utilizado nas telecomunicações, dentre outras aplicações. As etapas de comunicação por rádio são detalhadas assim como os efeitos biológicos de sua utilização (20 min).
- Apresentação do protótipo de um mini transmissor de rádio FM (Adaptado de “Como fazer uma emissora de rádio FM”)¹.

¹ Disponível em: <<https://www.youtube.com/watch?v=6o7IFC3RkXA>>. Acesso em 20 de agosto de 2017.

MINI TRANSMISSOR FM

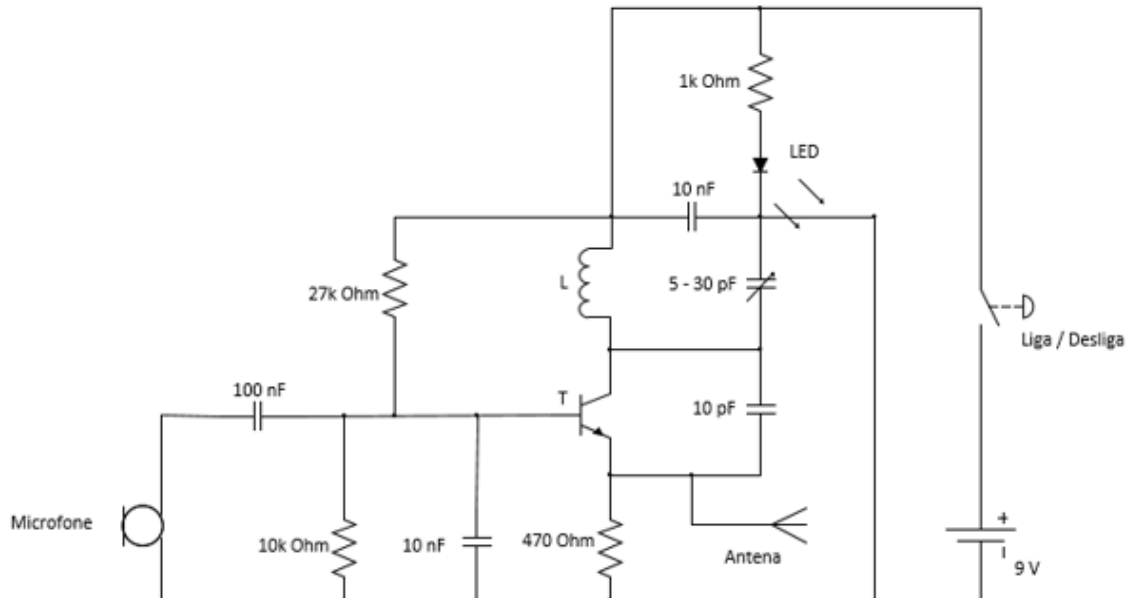
Materiais

- A – Conector para bateria;
- B – Led (Verde);
- C – Antena;
- D – Bobina (Fio de cobre esmaltado, Ø 0,8 mm, 4 voltas);
- E – Fio;
- F – Cabo com conector P₂;
- G – Transistor (BC 337);
- H – Botão (Liga / Desliga);
- I – Bateria (9 V);
- J – Resistores (27K, 10K, 1K, 470 Ohms);
- K – Capacitores (100nF, 10nF e 10pF);
- L – Capacitor variável.



Montagem

Os materiais descritos anteriormente serão utilizados na montagem do mini transmissor de rádio FM. Para tanto, é necessário a utilização de um ferro de solda e fio de estanho para unir os componentes de acordo com o esquema representado abaixo:

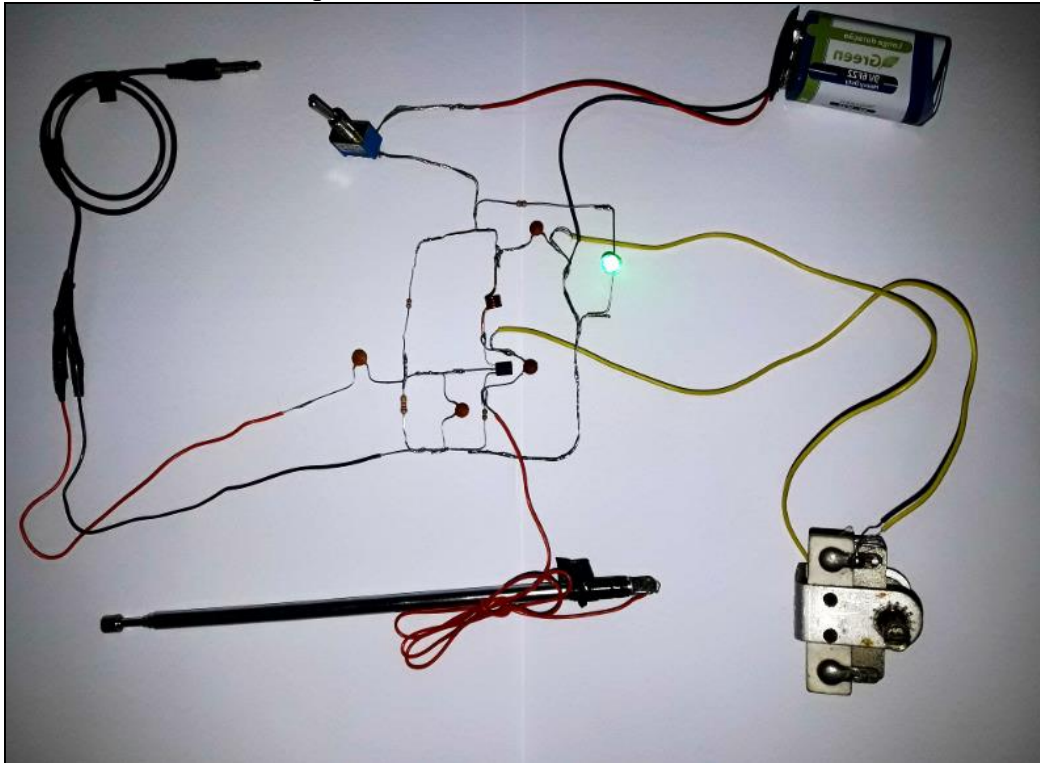


Fonte: Própria autora.

Observações:

- Todos os materiais podem ser retirados de sucatas eletrônicas;
- No esquema representado acima, L corresponde à bobina (D), T corresponde ao transistor (G) e o microfone equivale ao cabo com conector P₂ (F). O capacitor variável deverá possuir uma faixa de capacitância entre 5,0pF a 30pF;
- Os fios utilizados deverão ser desencapados e soldados com os componentes para facilitar as conexões;
- É importante observar os terminais do transistor. No caso do BC 337, em geral o terminal da esquerda é o coletor, o da direita é o emissor e o terminal do meio é a base.
- O LED é utilizado como sinal de que o circuito está conectado a uma fonte de tensão. Caso este não ascenda ao ligar o botão de liga/desliga, possivelmente algo no circuito não está bem conectado.

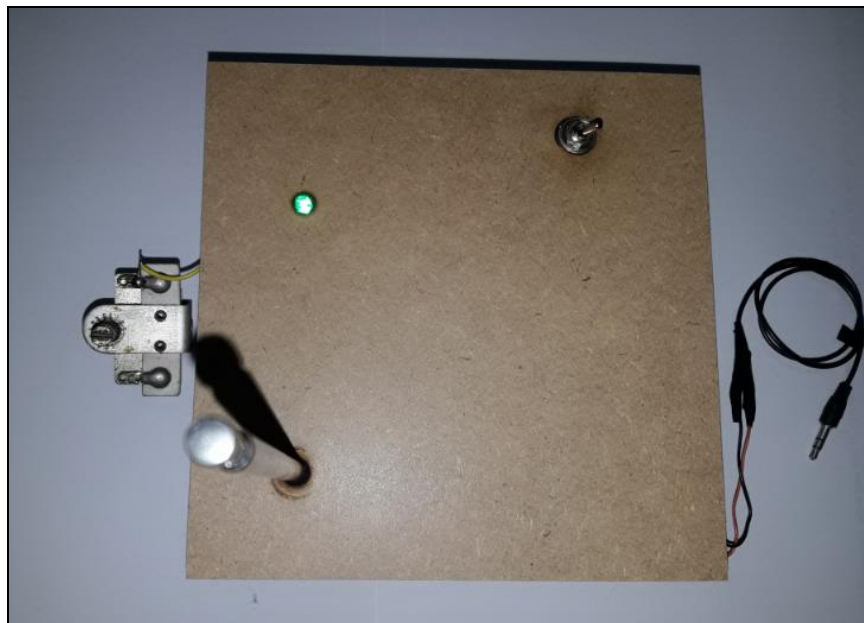
Esquema do mini transmissor montado



Fonte: Própria autora.

Para melhor armazenar o protótipo pode se utilizar um recipiente, como a caixinha de madeira abaixo.

Caixinha adaptada para armazenar o transmissor de rádio



Fonte: Própria autora

Na tampa da caixa são feitos orifícios nas posições referentes à antena, ao LED e ao botão liga/desliga enquanto o circuito fica preso na tampa por baixo. Também é possível fazer um orifício para encaixe do capacitor variável.

Dentro da caixa também foram colocados a bateria e o fio para conexão no celular ou computador.

Manipulação do protótipo:

- O rádio deve ser manipulado pelos alunos que poderão escolher a música ou informação desejada e terão a tarefa de sintonizar em uma faixa de frequência não ocupada por outra rádio.
- A informação a ser transmitida será escolhida no celular conectado ao cabo com entrada P₂ que transmitirá essa informação para o transmissor.
- O receptor do sinal, como por exemplo outro celular ligado a um aplicativo de rádio deve estar sintonizado em uma faixa de frequência próximo a 90 MHz. Essa faixa de frequência não poderá estar transmitindo nenhuma rádio. Deve-se escolher uma faixa vazia podendo ser um pouco maior ou menor que 90 MHz.
- Após a seleção do conteúdo, a sintonia do canal no aparelho transmissor é feita por meio do capacitor variável afim de alcançar a mesma frequência que o aparelho receptor está sintonizado.
- Se, mesmo ao variar a capacitância do capacitor, nenhum sinal for captado no receptor de rádio, deve-se variar a frequência escolhida no receptor ao mesmo tempo até encontrar a frequência ideal.
- Essa não é uma tarefa simples, principalmente porque o sinal sofre muita interferência do meio externo até mesmo ao interagir com o corpo de quem está manipulando o transmissor.
- Após encontrar a frequência ideal, todos os aparelhos receptores que estiverem nas proximidades do transmissor poderão sintonizar na frequência e ouvir as informações transmitidas.

OBS: O mini transmissor de rádio NÃO é considerado uma rádio pirata pois seu alcance não ultrapassa um raio de cinco metros.

A partir desse protótipo é possível discutir conceitos como geração de ondas eletromagnéticas, frequência, interferência e dar início à discussão a respeito de rádios comunitárias *versus* rádios piratas.

- Diferença entre rádio comunitária e rádio pirata (30 min). – A partir do protótipo pode-se discutir as diferenças entre rádios comerciais, piratas e comunitárias em termos de alcance, funcionamento, legislação e material divulgado, além da discussão sobre as vantagens que uma rádio comunitária pode trazer para a comunidade em que vivem e qual a diferença que teria, principalmente em relação a conteúdo quando comparadas às rádios comerciais que funcionam ali. Os textos utilizados encontram-se na apostila do aluno. Outros materiais também podem ser utilizados como subsídio teórico, como por exemplo o “Módulo Inovador: Rádio Pirata” do Instituto de Física da Universidade de São Paulo por Mazoni et. al².

Sugestão: A importância de se ter uma rádio na comunidade é muito bem mostrada no filme brasileiro “Uma Onda no Ar”. Porém, como o filme é longo para se trabalhar em sala (1h e 32min) é sugerido que se apresente o *trailer* do mesmo (2min e 23s), em que cenas importantes do filme são apresentadas de modo que o aluno possa refletir sobre o assunto. A apresentação desse vídeo torna a aula mais dinâmica e atrativa o que possibilita uma maior interação entre os alunos.

Print screen do trailer do filme “Uma Onda no Ar”



Fonte: <https://www.youtube.com/watch?v=PIOKVFOi1-E&t=74s>. Acesso em: 20 de setembro de 2017.

² Módulo Inovador: Rádio Pirata. Disponível em: https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/92892/mod_folder/content/0/radio%20pirata.pdf?forcedownload=1. Acesso em 20 de setembro de 2017.

AULA 4 – Micro-ondas e infravermelho

Objetivos: Avaliar os conhecimentos adquiridos com as aulas por meio da reaplicação do Caso: “Rádio comunitária”; discutir o conteúdo de micro-ondas e infravermelho a partir de suas descobertas e suas aplicações tecnológicas; avaliar os conhecimentos prévios dos alunos acerca da radiação de luz visível por meio do Estudo de Caso: “Energia solar” e despertar o interesse para o estudo do mesmo.

Conteúdos: Micro-ondas e infravermelho.

Habilidades e competências envolvidas:

- Relacionar os benefícios alcançados nas comunicações e na saúde com o desenvolvimento científico e tecnológico alcançado;
- Reconhecer, utilizar, interpretar e propor modelos explicativos para fenômenos naturais ou sistemas tecnológicos.

Motivação: Compreender as aplicações de micro-ondas e do infravermelho em equipamentos e situações diversificadas.

Instrumentos:

- Apostila do Aluno;
- Quadro branco.

Momentos:

- Retomada do Caso: “Rádio comunitária”. – Neste momento, os alunos responderão novamente o Caso apresentado na primeira aula (versão separada da Apostila do Aluno disponível na aula um do manual do professor) para que possa ser avaliado a evolução dos conhecimentos acerca das ondas de rádio. Os alunos deverão responder novamente em pequenos grupos (preferivelmente os mesmos grupos da primeira aplicação) (20 min).
- Características e aplicações das micro-ondas e do infravermelho. – Momento destinado a explicação do conteúdo a partir do texto base encontrado na apostila do

aluno. Encontram-se no texto dados sobre a contextualização histórica, as aplicações e os efeitos biológicos dessas radiações. (30 min)

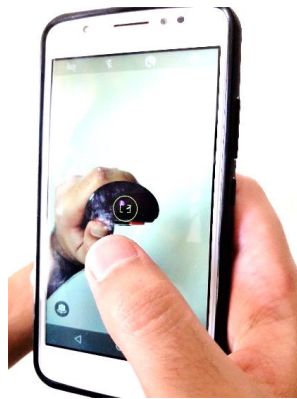
- Experimento: “Enxergando o invisível”. – Esse experimento é baseado na proposta do livro “Radiações Moléculas e Genes”³. Nele pode-se observar que a radiação infravermelha é invisível ao olho humano, porém pode ser detectada por aparelhos como câmeras digitais.

ENXERGANDO O INVISÍVEL

Materiais:

Fonte de radiação infravermelha (controle remoto de TV ou similar);

Câmera fotográfica (pode ser de celular).



Procedimento: Posicione o controle frente a câmera do celular e pressione qualquer botão. Um feixe luminoso aparecerá no visor do celular. Esse feixe é de radiação infravermelha.

- Resolução das questões do texto base. – Baseados na explicação do conteúdo os alunos irão responder as questões apresentadas na apostila do aluno para fixação do conteúdo.
- Estudo de Caso: “Energia solar” (Segue abaixo para futura reaplicação). – Após a leitura do Caso feita pelo professor, os alunos em pequenos grupos responderão as questões propostas e entregarão ao professor com o objeto de avaliar os conhecimentos prévios dos alunos sobre luz visível. (20 min).

³ SARTORI, Paulo Henrique dos Santos; SEPEL, Lenira Maria Nunes; LORETO, Élgion Lúcio da Silva. *Radiações, Moléculas e Genes: Atividades didático-experimentais*. Ribeirão preto, SP: Sociedade Brasileira de Genética (SBG), 2008.

Atividade – Estudo de Caso.

Essa atividade deverá ser realizada em pequenos grupos.

**Energia solar**

Gean, proprietário de uma fábrica de pão em Morro do Coco, assustado com o valor da conta de luz que terá de pagar nesse mês, pediu ajuda ao seu filho Sandro para pensarem em uma alternativa para diminuir o consumo.

Sandro, ao avaliar os equipamentos da fábrica percebeu que a estufa era mantida aquecida por resistores elétricos, o que consome muita energia. Ele logo lembrou de uma aula de Física em que aprendeu sobre energia renovável e pensou que uma alternativa possível seria a utilização de energia solar, já que na região tem grande incidência de luz solar boa parte do ano.

Seu pai, sem entender muito sobre o assunto resolveu buscar informações com Lara, engenheira elétrica e amiga da família.

— Lara, estou tendo dificuldade para pagar o alto valor de minha conta de luz e não estou encontrando alternativas para diminuição do consumo nas operações. Por isso, eu e meu filho pensamos em buscar fontes alternativas de energia. Ele me falou que uma opção seria a energia solar. Você acha que é possível utilizar esse tipo de energia lá na fábrica? Perguntou Gean.

— Acredito ser possível, respondeu Lara. Sandro já havia comentado comigo sobre a estufa e pensei na possibilidade de instalarmos painéis termo solares que captarão a energia proveniente dos raios de solares e a transformarão em energia térmica.

— Mas tem como aproveitar o calor do Sol na estufa da fábrica? Perguntou Gean.

— Acredito que sim. Temos que estudar a planta da fábrica para tentarmos criar um mecanismo, mas já adianto que podemos avaliar duas possibilidades: Painéis termo solares e fotovoltaicos. No caso da fábrica, vamos avaliar o mais viável, mas a utilização da energia termo solar em indústrias alimentícias tem crescido muito no Brasil. O investimento inicial é menor que de painéis fotovoltaicos e gera uma boa economia na conta de luz.

— É, acho que vou precisar de mais explicações para entender melhor o funcionamento desses painéis.

Agora é com vocês!

Respondam os questionamentos feitos por Gean, posteriormente a essa conversa.

- 1- De que forma, a partir da luz solar, Gean poderá economizar energia elétrica?
- 2- Como funciona um painel termo solar?
- 3- Qualquer “tipo de luz” (cor) pode vir a gerar energia elétrica? Justifique sua resposta.
- 4- Quais as vantagens e desvantagens da utilização de energia Solar?
- 5- Quais os motivos que justificam a variação na bandeira tarifária na conta de luz?

AULA 5 – Luz visível

Objetivos: Interpretar a cor de um objeto como o resultado de processos de absorção e reflexão seletiva da luz que incide sobre ele

Conteúdos: Espectro visível; luz mono e policromática; difração da luz branca; cor de um corpo e energia solar.

Habilidades e competências envolvidas:

- Reconhecer o olho humano como receptor de ondas eletromagnéticas, na faixa do visível;
- Compreender os fenômenos relacionados à luz como fenômenos ondulatórios;
- Identificar a cor como uma característica das ondas luminosas;
- Discutir modelos para explicação da natureza da luz, vivenciando a ciência como algo dinâmico em sua construção

Motivação: Responder as questões apresentadas no Caso: “Energia solar”.

Instrumentos:

- Apostila do aluno;
- Quadro branco;
- CD;

Momentos:

- Discussão sobre a luz visível. – Apresentação das principais características do espectro visível, ou seja: a organização das cores no espectro de acordo com a sua frequência, além de diferenciar as cores monocromáticas das policromáticas. Durante esse momento, também é possível detalhar melhor as propriedades ópticas da luz como: reflexão, refração, absorção e difração. (40 min)
- Experimento: Dispersão da luz branca. – Esse experimento permite que a luz branca (policromática) pode se decompor nas sete cores do espectro visível, formando um “arco-íris”. (10 min)

DISPERSÃO DA LUZ BRANCA

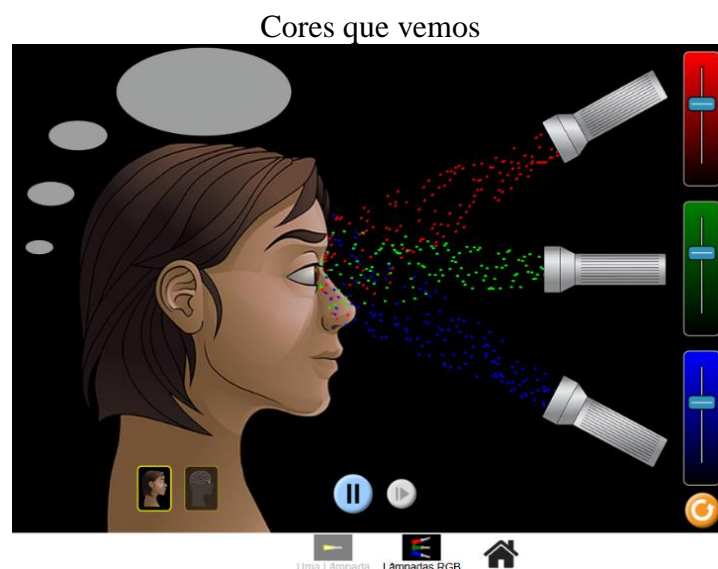
Materiais:

Lanterna de LED branco;
Prisma ou CD.

Procedimentos:

Aponte a luz da lanterna para o CD e veja as cores sendo decompostas ao atravessar o CD (que funciona como uma rede de difração).

- Cor dos objetos. – Tudo o que se enxerga ou é produto de interação da radiação com os corpos ou a própria emissão de radiação por eles. Nesse momento da aula, é importante utilizar vários exemplos mostrando que a cor que vemos nos objetos corresponde a parte ou toda a luz que é refletida ou absorvida por ele. Com a utilização desses conceitos aplicados a exemplos é possível reforçar a ideia de reflexão, absorção, cores monocromáticas e policromáticas. (30 min)
- Simulador PHET: Cores que vemos. – Com o auxílio do simulador é possível reforçar a ideia cores monocromáticas e policromáticas assim como a identificação do olho humano como receptor de luz.



Fonte: Cores que vemos. Disponível em: <https://phet.colorado.edu/sims/html/color-vision/latest/color-vision_pt_BR.html>. Acesso em 12 de outubro de 2017.

Sugestão: Propor a atividade abaixo e em grupo para ser apresentada e discutida na próxima aula.

Atividade em grupo

- 1-** Reunam-se em grupo, pesquisem como é possível montar um disco de Newton com materiais diversos e tragam montado na próxima aula. Lembrem-se: use a criatividade e divirtam-se durante a montagem. Na próxima aula cada grupo apresentará o seu trabalho.
- 2-** Pesquisem sobre o funcionamento, as vantagens e desvantagens da energia solar. Na próxima aula discutiremos sobre o assunto.

AULA 6 – Energia solar

Objetivos: Relacionar o conceito de luz com energia solar utilizando como “ponte” a energia solar térmica; avaliar os conhecimentos adquiridos com as aulas por meio da reaplicação do Caso: “Energia solar”.

Conteúdos: Energia solar.

Habilidades e competências envolvidas:

- Reconhecer, utilizar, interpretar e propor modelos explicativos para fenômenos naturais ou sistemas tecnológicos.
- Compreender fenômenos naturais ou sistemas tecnológicos, identificando e relacionando as grandezas envolvidas;

Motivação: Compreender os aspectos básicos da energia solar.

Instrumentos:

- Apostila do aluno;
- Quadro branco;
- Experimentos montados pelos alunos (Disco de Newton).

Momentos:

- No primeiro momento os alunos apresentarão os dois trabalhos realizados em casa, sendo primeiramente apresentado o disco de Newton, onde será possível avaliar o empenho do grupo em pesquisar e apresentar um trabalho experimental construído por eles. (40 min)

Observação: Existem diversos protótipos de discos de Newton disponíveis na internet como os disponíveis em:

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

<<https://www.youtube.com/watch?v=y3dNDb2isU8>>;

Cabe ao aluno pesquisar e escolher o que achar melhor.

- Após a apresentação dos trabalhos experimentais, serão realizados debates baseados na pesquisa sobre energia solar, onde os alunos apresentarão os dados que encontraram além de suas ideias acerca da implantação desse tipo de energia em suas regiões. Durante o debate, dados e informações a respeito das formas de aproveitamento de energia solar serão fornecidos pelo professor. Nesse momento os alunos terão como subsídio a apostila do aluno e suas pesquisas que contém informações a respeito do assunto. (40 min)

Sugestão: A exposição do vídeo “Por que a energia solar não está em todos os telhados? #Boravê” do Manual do Mundo. Se trata de uma excelente ferramenta pois mostra a implantação em prédios e creches da comunidade Santa Marta, no Rio de Janeiro, onde o retorno para os moradores não é só financeiro, mas também educacional.

Print screen do vídeo: “Por que a energia solar não está em todos os telhados? #Boravê”



Fonte: Por que a energia solar não está em todos os telhados? #Borave. Disponível em: <<https://www.youtube.com/watch?v=vFuI858vRSg>>. Acesso em 16 de outubro de 2017.

- Retomada do Caso: Energia solar. – Nesse momento os alunos responderão novamente as questões apresentadas logo após a apresentação do Caso, porém agora com os novos conhecimentos adquiridos. O Caso encontra-se no final da aula quatro do manual do professor, para ser distribuído fora da apostila do aluno, de forma que fique mais fácil o recolhimento e a correção das questões. (20 min)

AULA 7 – O Sol e suas radiações

Objetivos: Conhecer efeitos da radiação ultravioleta sobre o organismo humano e o papel dos protetores solares como auxiliares na proteção da pele contra a exposição excessiva dessa radiação.

Conteúdo: Radiação ultravioleta; efeito fotoelétrico; efeitos biológicos da exposição à radiação ultravioleta.

Habilidades e competências envolvidas:

- Relacionar benefícios alcançados nas comunicações e na saúde com o desenvolvimento científico e tecnológico alcançado pelas radiações eletromagnéticas, com ênfase na radiação ultravioleta;
- Compreender as propriedades ondulatórias e corpusculares das radiações eletromagnéticas e como elas explicam fenômenos presentes em nosso cotidiano.

Motivação: Entender os questionamentos feitos no Caso: “Um dia de praia”.

Instrumentos:

- Apostila do aluno;
- Aparelho de vídeo (data show ou TV ligada ao computador);
- Material utilizado para o experimento “Efeito germicida da radiação ultravioleta”.

Momentos:

- Estudo de Caso: “Um dia de praia”. – O Caso será apresentado pelo professor enquanto os alunos, reunidos em pequenos grupos, acompanharão a leitura e discutirão entre si as possíveis respostas para as questões apresentadas, a partir de seus conhecimentos prévios. Esse momento busca estimular a curiosidade dos alunos a respeito do tema radiação ultravioleta.

Observação: O Caso será retomado ao término da explicação da aula em que será abordado o tema radiação ultravioleta, afim de avaliar se houveram melhoras na aprendizagem, quando comparadas as respostas antes e depois da explicação. Devido a esta organização da proposta,

a atividade “Estudo de Caso: Um dia de praia” também é apresentada aqui no material do professor, para que ela possa ser impressa separadamente e utilizada no momento da retomada do Caso.

Atividade - Estudo de Caso



Um dia de praia

Amanda entrou de férias após terminar as provas finais no Colégio Estadual Atilano Crisóstomo e foi passar o final de semana em Guarapari com a sua família. Ao chegar, logo pela manhã, foi direto para a praia, onde ficou até ao final da tarde.

Quando sua mãe a viu chegando em casa, toda vermelha, logo perguntou:

— Amanda, você está muito queimada. Esqueceu de usar protetor solar?

— Esqueci de levar, mas, a todo o momento que eu me sentia quente, entrava na água e me refrescava. Não entendi porque me queimei desse jeito. – Respondeu Amanda.

Sua mãe logo retrucou.

— Você está completamente equivocada, Amanda!

— Poxa, mãe, quando encosto em alguma coisa quente água gelada resolve. Porque com o Sol é diferente? E como é que o Sol pode queimar tanto se estamos tão longe dele? – Perguntou Amanda.

— Eu não sei a explicação detalhada, mas sempre é necessário utilizarmos protetor solar, principalmente entre as 10:00 h e às 16:00 h, pois nesse período ocorre a maior incidência dos raios UVB. – Respondeu sua mãe.

— UVB? O que é isso? Acho que a professora de Biologia já falou sobre isso quando explicava sobre a camada de ozônio. Tem alguma relação? – Perguntou Amanda.

— Tem sim, filha. UVB é uma faixa de radiação ultravioleta que é parcialmente filtrada pela camada de ozônio. Vi em uma reportagem que o Brasil faz parte do Protocolo de Montreal que vale desde 1987 e tem a adesão de 197 países que assumiram o compromisso de eliminar a geração e uso de substâncias nocivas à camada de ozônio que são encontrados, por exemplo, nos equipamentos de refrigeração e ar-condicionado. Parece que o uso dessas substâncias causa “buracos” na camada de ozônio, o que faz com que mais raios UVB nos atinjam e esses raios podem causar até câncer de pele.

— Nossa, que interessante! Eu não sabia que a radiação do Sol pode ser tão perigosa. Acho que vou ficar longe dele!!! Disse Amanda ao ouvir a sua mãe.

— Não precisa tanto. Tomando as devidas precauções, tomar Sol até as 10:00 h e depois das 16:00 h faz bem à saúde.

— Hum... Vou pesquisar mais sobre o assunto para tentar entender melhor. De qualquer forma, a partir de agora sempre irei utilizar filtro solar quando eu ficar exposta ao Sol.

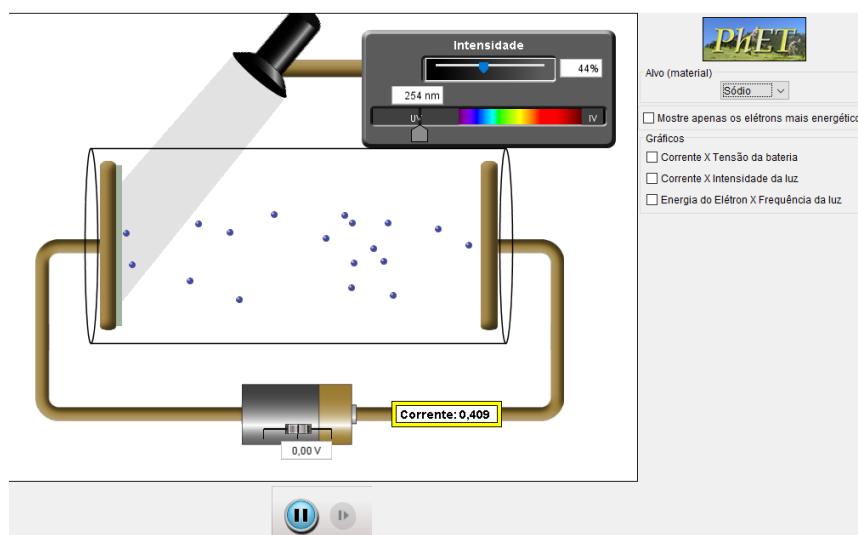
— Muito bem, minha filha!

Agora é com vocês. Pensem sobre o assunto e respondam as questões apresentadas abaixo.

- 1- Redija uma explicação sobre a forma com que o calor do Sol chega à Terra e como Amanda poderia evitar os efeitos nocivos do Sol?
- 2- Como a radiação do Sol pode causar queimaduras na pele?
- 3- Quais efeitos (positivos e negativos) que a exposição excessiva ao Sol pode causar?
- 4- Quais os tipos de radiação que são emitidas pelo Sol e chegam até à Terra?
- 5- Quais as substâncias utilizadas na indústria de refrigeradores e que afetam a camada de ozônio?
- 6- O que é o Protocolo de Montreal e quais efeitos ambientais a adesão a esse protocolo busca trazer?

- Discussão sobre radiação ultravioleta e sua interação com a matéria. – Nesse momento deve-se utilizar como referência o conteúdo da apostila do aluno para nortear a aula, levando em conta fatores como a contextualização histórica da descoberta dessa radiação, as fontes dessa radiação, os tipos (UVA, UVB, UVC) e os efeitos biológicos que ela causa. É importante salientar o caráter corpuscular dessa radiação enquanto interage com a matéria, fazendo um paralelo entre o efeito fotoelétrico (que será explicado logo a seguir) e a forma que essa radiação interage com as células da pele das pessoas expostas à luz do Sol. (30 min)
- Efeito fotoelétrico. – Após a exposição sobre como a radiação interage com a matéria, o efeito fotoelétrico poderá ser explicado utilizando o simulador PHET. Com isso, o aluno poderá observar que os fótons que compõem a radiação ultravioleta, ao incidir sobre um metal, são absorvidos pelos elétrons e estes são ejetados. Pode-se observar também que energia com que os elétrons são ejetados não depende da quantidade de fótons incidentes, mas sim da frequência desses fótons, ou seja, ao se incidir radiações com uma frequência mais baixa sobre o metal, como a luz visível, esses elétrons não serão ejetados explicitando o caráter ionizante da radiação ultravioleta. (20 min)

Captura de tela do simulador: “efeito fotoelétrico”



Fonte: PHET. Disponível em: < https://phet.colorado.edu/pt_BR/simulation/legacy/photoelectric> Acesso em: 20 de outubro de 2017.

- Vídeo “Como o Sol te enxerga” – Discussão sobre as formas de proteção contra a radiação ultravioleta. Com a exibição do vídeo “Como o Sol te enxerga”, é possível mostrar alguns efeitos da exposição à radiação ultravioleta sem as devidas proteções e, a partir daí, discutir as possíveis formas de proteção contra essa radiação. (10 min)

Captura de tela do vídeo “Como o Sol te enxerga”



Disponível em: <<https://www.youtube.com/watch?v=DTTDV5xrVwI>> . Acesso em: 20 de outubro de 20117.

- Experimento: Efeito germicida da radiação UV⁴. Esse experimento é de dificuldade média que pode ser feito com um mínimo de reagentes e em sala de aula ou como atividade extraclasse. Ele possui grande potencial didático pois permite testar várias hipóteses sobre a ação germicida dos raios ultravioletas, atendendo a curiosidade e interesses dos alunos. (20 min)

Observação: O experimento deve ser previamente preparado em casa para ser utilizado em sala de aula.

EFEITO GERMICIDA DA RUV

Descrição geral: O experimento é realizado com *Saccharomyces cerevisiae* (levedura utilizada na produção do pão e também da cerveja) que é seguro, não patogênico e de crescimento rápido. Isso permite a realização do experimento em sala de aula, não precisando de um ambiente estéril para a manipulação da cultura.

⁴ SARTORI, Paulo Henrique dos Santos; SEPEL, Lenira Maria Nunes; LORETO, Élgion Lúcio da Silva. *Radiações, Moléculas e Genes: Atividades didático-experimentais*. Ribeirão preto, SP: Sociedade Brasileira de Genética (SBG), 2008.

Materiais:

- Placa de petri;
- Levedura desidratada (fermento biológico);
- Suco de uva (produto comercial);
- Açúcar;
- Ágar (Esse polissacarídeo, extraído de algas, é usado para tornar meios de cultura gelatinosos e pode ser encontrado em farmácias de manipulação ou em empresas que vendem reagentes de laboratório);
- Fonte de radiação ultravioleta (lâmpada fluorescente sem a camada de fósforo no vidro – lâmpada germicida);
- Bloqueador solar, hidratante, óculos de sol e outros materiais cuja proteção contra RUV se deseja testar;
- Pipeta ou seringa descartável;
- Alça de vidro ou a parte convexa de uma colher de chá;
- Opcional: secador de cabelo.

Preparo do meio

- Em 200 ml de água colocar duas colheres de sopa de suco de uva e uma colher de açúcar;
- Acrescente duas colheres de café, rasas, de ágar;
- Ferver durante 30 segundos até que o líquido perca o aspecto leitoso;
- Colocar o líquido ainda quente em placas de Petri formando uma camada de 3 a 5 mm e deixar solidificar;
- Secar a placa (para o experimento funcionar bem é ideal que a cobertura não esteja muito úmida, pois isso dificultaria as células entrar no meio (plaqueamento). Pode-se utilizar o secador de cabelo, com cuidado para não causar um aquecimento excessivo, até que a umidade superficial desapareça).

Preparo da cultura de leveduras

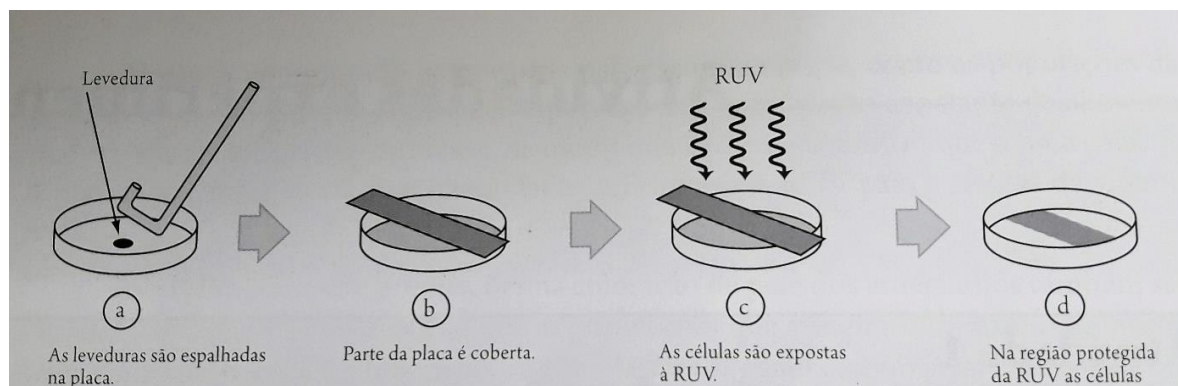
- Coloque aproximadamente 10 mL de água em um recipiente e acrescente meia colher de chá de levedura. Deixe as leveduras hidratarem por aproximadamente dez minutos.

- Quando a solução de leveduras estiver hidratada (com mais grumos), coloque uma gota sobre a placa com o meio de cultura e com uma alça de vidro (ou a parte convexa da colher de chá) espalhe bem a gota por toda superfície da placa.
- Cubra a placa com um filme do tipo PVC.

Experimento:

Uma vez “plaqueadas” as leveduras, pode expô-las à RUV. Antes, porém, deve-se cobrir partes das placas com diferentes objetos que possuam proteção UV para demonstrar que essa radiação possui ação germicida. Pode-se cobrir também com objetos cuja proteção UV queira ser avaliada, como por exemplo cremes hidratantes.

Esquema geral do experimento

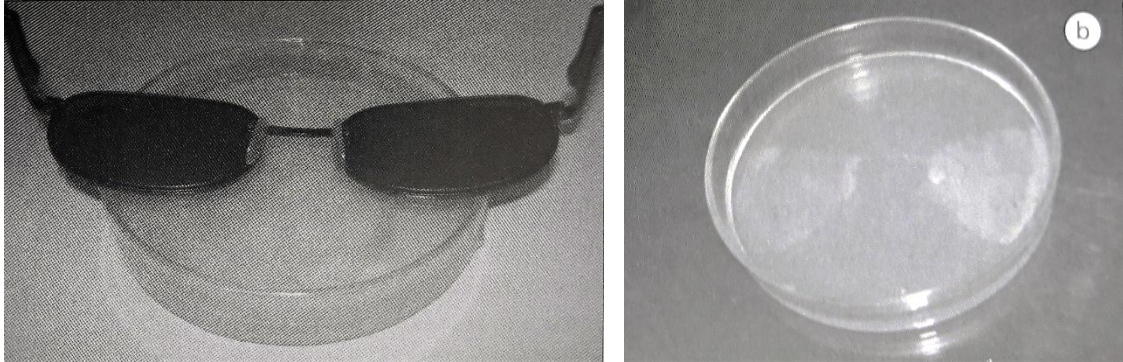


Fonte: SARTORI, Paulo Henrique dos Santos; SEPEL, Lenira Maria Nunes; LORETO, Élgion Lúcio da Silva. *Radiações, Moléculas e Genes: Atividades didático-experimentais*. Ribeirão preto, SP: Sociedade Brasileira de Genética (SBG), 2008, p. 88.

- (a) As leveduras são espalhadas na placa;
- (b) Parte da placa é coberta com os materiais que se deseja testar (óculos, protetor, hidratante);
- (c) A placa é exposta à radiação UV;
- (d) As células crescerão somente na região protegida dos raios UV, demonstrando o caráter germicida da radiação ultravioleta.

Resultados:

Utilizando como exemplo uma amostra coberta com óculos de Sol, pode-se observar que na região ao redor das lentes não ocorre o desenvolvimento das leveduras, elas só se desenvolvem na região protegida dos raios UV.



Fonte: SARTORI, Paulo Henrique dos Santos; SEPEL, Lenira Maria Nunes; LORETO, Élgion Lúcio da Silva. *Radiações, Moléculas e Genes: Atividades didático-experimentais*. Ribeirão preto, SP: Sociedade Brasileira de Genética (SBG), 2008, p. 88.

Observação:

- Vários materiais podem ser testados. É interessante observar que a proteção da radiação UV não ocorre devido a cor escura dos óculos, pois corpos transparentes também podem filtrar essa radiação. Por exemplo, uma fina camada de bloqueador solar ou até mesmo uma lâmina de vidro podem agir como filtros de UV.

Conclusão:

De acordo com Sartori; et. al.:

“A relação desse tema com o dia-a-dia e a aplicabilidade das conclusões decorrentes das observações são formas de valorizar o conhecimento científico e tornar o aluno mais consciente sobre a necessidade de utilizar métodos de proteção contra RUV e sobre a importância do controle de qualidade em relação aos produtos que envolvem proteção contra RUV” (SARTORI; et. al.; 2008, p87).

AULA 8 – Raios X e raios gama

Objetivos: Discutir sobre a descoberta, a produção e a utilização atual dos raios X e raios gama

Conteúdos: Raios X e raios gama.

Habilidades e competências envolvidas:

- Relacionar benefícios alcançados na ciência e na saúde com o desenvolvimento científico e tecnológico alcançado no estudo dos raios e dos raios gama.
- Reconhecer, utilizar, interpretar e propor modelos explicativos para fenômenos naturais ou sistemas tecnológicos.

Motivação: Curiosidade em compreender como são formadas as imagens em radiografia e conseguir responder os problemas propostos no Caso: “A Física por trás do Hulk”.

Instrumentos:

- Apostila do aluno;
- Quadro branco;
- Imagens de radiografias;

Momentos:

- Antes de dar início ao conteúdo de raios X e raios gama, o Caso “Um dia de praia” deve ser retomado para que os alunos possam responder às questões propostas, já com os novos conhecimentos adquiridos sobre RUV para avaliar, comparativamente às respostas anteriores e verificar se houve mudanças no pensamento a respeito do assunto. (20 min)
- Raios X e sua interação com a matéria. - Após a entrega das questões resolvidas, será apresentado o conteúdo de raios X por meio de contextualização histórica da descoberta dessa radiação e da apresentação das aplicações dos raios X no nosso cotidiano. (30 min)

Sugestão⁵: Ressalte as aplicações médicas e apresente imagens de radiografias para que os alunos possam discutir e pensar a respeito de como essas imagens surgiram e o que elas significam. Estimule a participação dos alunos lançando perguntas como:

- Em que lugar a radiografia é tirada?
- Enquanto ocorre esse procedimento, alguma pessoa permanece na sala? Por que?
- Por que em alguns exames colocamos um colete de chumbo?
- Como você sabe que os raios X passaram por você?
- Como alguns órgãos e ossos aparecem na chapa?

- Estudo de Caso: “A física por trás do Hulk”. – Após a explicação sobre raios X, inicia-se o conteúdo da faixa de maior frequência do espectro eletromagnético, a radiação gama. Para iniciar esse tópico será aplicado o Caso “a Física por trás do Hulk” e, assim como os outros Casos, os alunos irão responder os questionários, em pequenos grupos, após a leitura feita pelo professor. (20 min)
- Uma versão do Caso, independente da apostila, encontra-se ao final desta aula para ser utilizada na reaplicação ao término do debate sobre aplicações da radiação gama (aula 9).
- Raios gama: Características e interação com a matéria. – Nessa aula serão apresentados dados como: a descoberta dessa radiação, suas características, o que a difere dos raios X, além de seus efeitos biológicos. O texto de referência para o desenvolvimento dessa aula encontra-se na apostila do aluno. (30 min)

⁵ SOUZA, W. B. de. Física das Radiações: Uma proposta para o Ensino Médio. 2009. 248f. Dissertação (Mestrado) – Universidade de São Paulo. Instituto de Física e Faculdade de Educação.

Atividade: Estudo de Caso.

A Física por trás do Hulk



João estava lendo o quadrinho do Incrível Hulk quando refletiu sobre a radiação que atingiu o Doutor Bruce. Ele se perguntou se, ao incidir raios gama em alguém, seria possível algo do tipo acontecer na vida real. Intrigado levou a revista para a escola e, na aula de Física, perguntou à professora.

— Professora, estou lendo essa revista e fiquei curioso quanto a uma coisa. Esses raios gama existem mesmo? E se existem, será que tem como criar um Hulk na vida real?

Sua professora logo lhe respondeu:

— João, eles existem sim e possuem várias aplicações na vida real, como você disse. Esses raios são utilizados inclusive na medicina, mas criar um Hulk utilizando essa radiação é difícil, já que sua interação com a matéria viva tende a destruir as células e não dar superpoderes a elas. Para você ter uma noção de seus efeitos, esse é o tipo de radiação liberada pela bomba atômica que os Estados Unidos lançaram em Hiroshima e Nagasaki e que trouxe consequências trágicas para a população desses locais. Recentemente, a Coreia do Norte ameaça lançar uma bomba de hidrogênio contra os Estados Unidos que é muito mais devastadora, o que tem causado uma preocupação muito grande, a nível mundial.

— Cruzes, professora. Então por que essa radiação é usada se pode ser tão destrutiva? -Perguntou João.

— Baseada nessa sua pergunta vou propor um trabalho para a turma. Quero que vocês em pequenos grupos pesquisem sobre as aplicações da radiação gama e na aula que vem

discutiremos sobre o que é a radiação gama assim como o que pode trazer de benefício e prejuízo para o mundo. Tudo bem, turma?

— Sim professora. — Responde os alunos da turma.

Imaginem que vocês fazem parte dessa turma e respondam.

1- O que são os raios gama?

2- Quais equipamentos e processos que utilizam a radiação gama?

3- Baseado nas aplicações tecnológicas que utilizam a radiação nuclear em seu funcionamento (indústria alimentícia, equipamentos médicos, armas nucleares, usinas nucleares e etc.), redija um texto expondo o que pensa quanto a utilização da radiação gama.

AULA 9 – Aplicações da radiação gama / Revisão final

Objetivos: Promover um debate sobre radiação gama que permita a interação entre os alunos de modo a estimular o raciocínio crítico.

Conteúdo: Radiação gama e revisão do espectro eletromagnético.

Habilidades e competências envolvidas:

- Relacionar benefícios alcançados nas comunicações e na saúde com o desenvolvimento científico e tecnológico alcançado pelas radiações eletromagnéticas.
- Compreender fenômenos naturais ou sistemas tecnológicos, identificando e relacionando as grandezas envolvidas.

Motivação: Curiosidade em compreender as questões apresentadas no Caso: “A Física por trás do Hulk”.

Instrumentos:

- Textos científicos;
- Reportagens de jornais e revistas;
- Texto com curiosidades;
- Data show ou TV.

Momentos:

- O nono encontro é destinado a um debate sobre a opinião dos alunos a respeito do uso das radiações gama, principalmente no que diz respeito à geração de energia e a utilização pela indústria alimentícia. Para fornecer subsídio para o debate, será distribuído textos, reportagens, entrevistas e curiosidades, de modo que os alunos se reúnam em grupos para ler e avaliar criticamente o texto que lhes foram fornecidos. Após a leitura, cada grupo irá apresentar considerações sobre seu texto e expor sua opinião acerca dos textos dos outros grupos. Cabe ao professor conduzir o debate, estimulando a fala dos alunos e fornecendo informações adicionais sobre aplicações da radiação gama, a medida que as dúvidas e questionamentos forem surgindo. (50 min)

Sugestões de textos:

- *Raios gama operam o cérebro sem cortes*. Folha de São Paulo. 10 de abril de 2004. Disponível em: <<http://www1.folha.uol.com.br/fsp/ciencia/fe1004200401.htm>>. Acesso em: 02 de dezembro de 2017.
- *O que são raios gama?* Disponível em: <<https://mundoestranho.abril.com.br/ciencia/o-que-sao-raios-gamas/>>. Acesso em 02 de dezembro de 2017.
- *Frango conservado ao raio gama*. Disponível em: <<https://super.abril.com.br/saude/frango-conservado-ao-raio-gama/>>. Acesso em 02 de dezembro de 2017.
- *Cientistas bombardeiam cachaça com Raios Gama. O que poderia dar errado?* Disponível em: <<http://meiobit.com/113936/cientistas-bombardeiam-cachaa-com-raios-gama-o-que-poderia-dar-errado/>>. Acesso em: 02 de dezembro de 2017.
- *Energia nuclear torna-se arma contra fraudes em alimentos*. Disponível em: <<https://exame.abril.com.br/tecnologia/energia-nuclear-torna-se-arma-contrafraudes-em-alimentos/>>. Acesso em: 03 de dezembro de 2017.
- LIMA, Luis Spencer. Radiação gama. *Revista Ciência Elementar*. V.2, nº 4. 2014. Disponível em: <http://rce.casadasciencias.org/rceapp/conteudo/pdf/vol_2_num_4_110_art_radiacaoGamma.pdf>. Acesso em: 03 de dezembro de 2017.

- Retomada do Caso: “A Física por trás do Hulk”. Após o debate, o último Caso será retomado e os alunos responderão novamente as questões propostas. (20 min)
- Revisão do espectro eletromagnético. – Cabe ao professor neste momento destacar aspectos dos assuntos estudados até o momento como: elencar novamente a organização do espectro eletromagnético destacando as principais características que diferenciam as faixas de frequência; reforçar que as ondas eletromagnéticas propagam no vácuo com a velocidade da luz e o que varia de uma em relação a outra é a frequência; dividir o espectro em partes ionizante e não ionizante, explicando a diferença entre elas; mostrar algumas aplicações de cada faixa do espectro e suas interações com a matéria. Para isso, projete uma imagem do espectro eletromagnético no quadro ou na TV para que o aluno acompanhe a explicação, conectando os conhecimentos adquiridos aos poucos durante as aulas. (30 min)

AULA 10 – Avaliação

Objetivo: Verificação da aprendizagem.

Conteúdo: Espectro eletromagnético.

Instrumentos: Avaliação escrita.

Momentos:

O último encontro é destinado à avaliação da proposta, onde cada aluno responderá às questões objetivas e discursivas propostas, além de montar um esquema separando as radiações do espectro eletromagnético de acordo com suas frequências, além de salientar as características e aplicações de cada faixa do espectro.

Como instrumento avaliativo, também será retomado o mapa conceitual utilizado na aula inicial para análise dos conhecimentos prévios, que deverão conter agora as novas concepções e correlações feitas após todas as aulas do projeto, onde cada faixa do espectro foi explicada detalhadamente.

Segue abaixo um modelo de avaliação que poderá ser aplicado, levando em consideração os conteúdos abordados durante a proposta.

Colégio _____

Aluno: _____ n°: _____

Avaliação de Física

1- O que é Radiação Eletromagnética?

- a) É a ciência que estuda a força de atração ou repulsão entre fios condutores percorridos por corrente elétrica.
- b) É a transmissão de energia eletromagnética na forma de ondas constituídas por campos elétrico e magnético oscilantes e perpendiculares entre si.
- c) É o estudo da corrente elétrica produzida por correntes estacionárias.
- d) É o conhecimento obtido sobre as descargas elétricas durante as chuvas.

2- Quais as radiações que fazem parte do espectro eletromagnético?

3- Quais as principais características que diferenciam as radiações eletromagnéticas?

4- Quais dos objetos ou equipamentos abaixo utilizam o conceito de radiações em seu funcionamento?

- | | | | |
|--|----------------------------------|--|------------------------------------|
| <input type="checkbox"/> Aparelho de raios X | <input type="checkbox"/> Espelho | <input type="checkbox"/> Halteres | <input type="checkbox"/> Televisão |
| <input type="checkbox"/> Cronômetro | <input type="checkbox"/> Lâmpada | <input type="checkbox"/> Detector de infravermelho | |
| <input type="checkbox"/> Espectrofotômetro | <input type="checkbox"/> Balança | <input type="checkbox"/> Luneta. | |

5- (ENEM-2010) As ondas eletromagnéticas, como a luz visível e as ondas de rádio, viajam em linha reta em um meio homogêneo. Então, as ondas de rádio emitidas na região litorânea do Brasil não alcançariam a região amazônica do Brasil por causa da curvatura da Terra. Entretanto sabemos que é possível transmitir ondas de rádio entre essas localidades devido à ionosfera. Com ajuda da ionosfera, a transmissão de ondas planas entre o litoral do Brasil e a região amazônica é possível por meio da

- a) reflexão b) refração c) difração d) polarização e) interferência

6- (Enem 2010) Um garoto que passeia de carro com o seu pai pela cidade, ao ouvir o rádio, percebe que a sua estação de rádio preferida, a 94,9 FM, que opera na banda de frequência megahertz, tem seu sinal de transmissão superposto pela transmissão de uma rádio pirata de mesma frequência do sinal da emissora do centro.

Considerando a situação apresentada, a rádio pirata atrapalha o sinal da rádio do centro devido à:

- a) atenuação promovida pelo ar nas radiações emitidas.
- b) interferência devido à semelhança dos comprimentos de onda das radiações emitidas.
- d) menor potência de transmissão das ondas da emissora pirata.
- e) maior amplitude da radiação emitida pela estação do centro.
- c) diferença de intensidade entre as fontes emissoras de ondas.

7- Marque a alternativa que melhor a define radiação infravermelha.

- a) É uma radiação eletromagnética, invisível ao olho humano, e que possui uma frequência menor do que a da luz vermelha do espectro visível, porém maior que a das micro-ondas.
- b) É uma radiação eletromagnética, invisível ao olho humano, e que possui um comprimento de onda menor que o da luz azul do espectro visível, porém maior que o dos raios X.
- c) É um feixe de elétrons com velocidade comparada à da luz.
- d) É a amplificação da luz por emissão estimulada de radiação.

8- (Ufes) Um objeto amarelo, quando observado em uma sala iluminada com luz monocromática azul, será visto

- a) amarelo.
- b) azul.
- c) preto.
- d) violeta.
- e) vermelho.

Justifique sua resposta: _____

9- Quais os principais benefícios que o uso da radiação trouxe para os avanços científicos e tecnológicos? Em sua opinião, esses benefícios superam os riscos?

10- O gás ozônio (O_3) e os clorofluorcarbonos (CFCs) são exemplos da dificuldade de se classificar uma substância como poluente, pois podem trazer benefícios ou prejuízos à sociedade e aos seres vivos. O ozônio, nas camadas mais baixas da atmosfera, é tóxico, mas, na estratosfera, absorve radiação ultravioleta (UV) proveniente do Sol, evitando os efeitos nocivos do excesso dessa radiação nos seres vivos. Os CFCs apresentam baixa toxicidade e são inertes na baixa atmosfera. Entretanto, quando atingem a estratosfera, são decompostos pela radiação UV, liberando átomos e compostos que destroem moléculas de ozônio, sendo, portanto, considerados os principais responsáveis pela destruição do ozônio na estratosfera. De acordo com as ideias do texto acima,

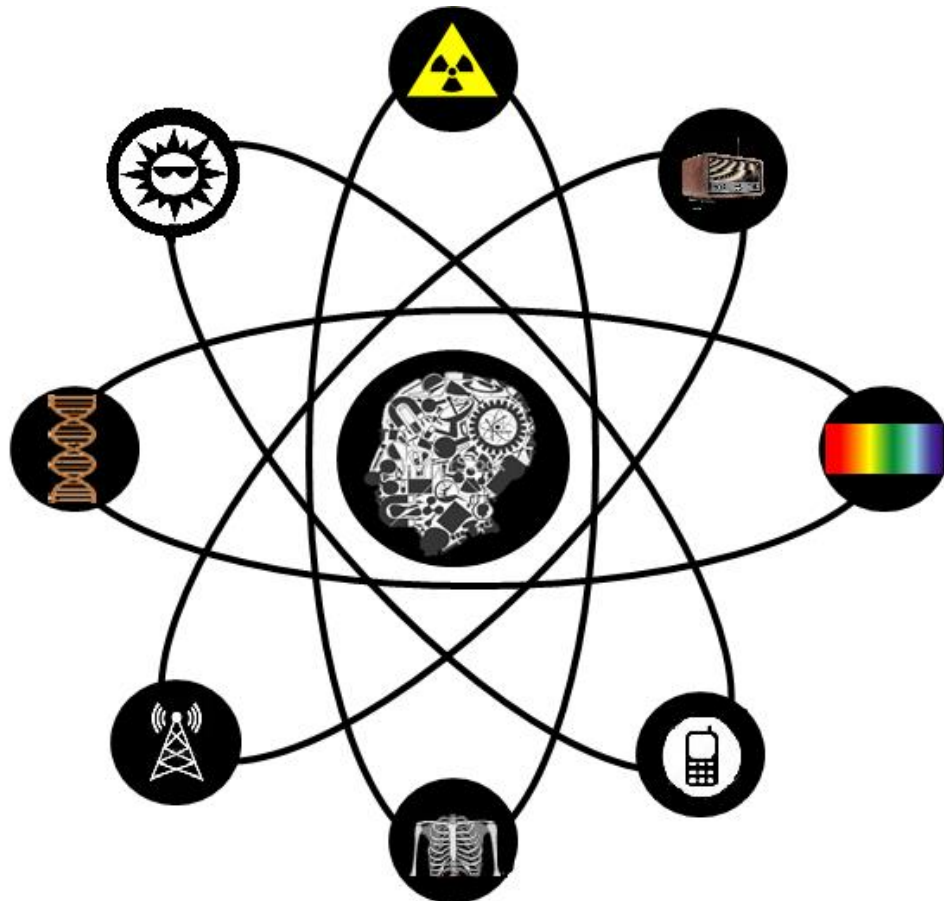
- I. Os CFCs são nocivos aos seres vivos, pois impedem a incidência da radiação ultravioleta na superfície terrestre.
- II. A camada de ozônio é responsável pela maior incidência da radiação ultravioleta na superfície terrestre.
- III. A camada de ozônio na estratosfera tem sido degradada devido às interações da radiação ultravioleta com os CFCs.
- IV. A camada de ozônio protege os seres vivos do excesso de radiação ultravioleta e pode ser destruída pela ação dos CFCs na estratosfera.

É correto apenas o que se afirma em

- a) I e IV.
- b) I, II.
- c) II e III.
- d) II e IV.
- e) III e IV

Faça um esboço do espectro eletromagnético em ordem crescente de frequência. Classifique as radiações em partes ionizante e não ionizante, depois cite uma característica ou aplicação de cada faixa do espectro.

RADIAÇÕES ELETROMAGNÉTICAS POR MEIO DE ESTUDOS DE CASO



APOSTILA DO ALUNO

Autora: Alice Lubanco Leal Barros

Orientador: Prof. Dr. José Luís Boldo

Coorientadora: Profa. Dr. Renata Lacerda Caldas

APRESENTAÇÃO

Um estudante acorda cedo em uma manhã de domingo ensolarado. Ao ver a luz do sol entrando pela janela de seu quarto e, percebendo que o dia será quente, logo pensa na possibilidade de ir à praia. O mesmo levanta, prepara a cafeteira, esquentando o pão em um forno de micro-ondas e busca na internet as condições climáticas do dia para saber se realmente “vai dar praia”.

A narrativa acima expressa uma situação do dia a dia possível de acontecer com qualquer um. A respeito dela, faz-se o seguinte questionamento: Nessa descrição, aonde aparece o conceito de radiações ou alguma forma de sua manifestação? A resposta a esta pergunta é obtida observando que: oriundos do Sol tem-se luz visível, radiação infravermelha (calor) e radiação ultravioleta; radiação é produzida no interior de um forno de micro-ondas; radiação infravermelha é emitida na torradeira e ondas de rádio na transmissão do sinal de internet. Em todos esses exemplos aparece o conceito de radiações eletromagnéticas.

As questões que surgem quando pensamos em radiações eletromagnéticas são muitas, mas podemos destacar as seguintes:

- Quais são os tipos de radiações, como são geradas e quais as suas diferenças?
- As radiações podem prejudicar a nossa saúde?
- Elas podem nos ajudar no tratamento de doenças?
- Qual a relação entre a radioatividade e radiação?
- Como funciona a transmissão de informações pela internet?

Este material tem o intuito de trazer elementos para que vocês possam compreender e reconhecer os diferentes tipos de radiação, as principais características, a maneira de sua interação com a matéria e os benefícios e prejuízos que ela pode trazer para a nossa vida cotidiana, de modo que possam pensar criticamente sobre o assunto e entender um pouco das tecnologias que utilizam desta forma de energia.

Para isso, os conteúdos serão abordados por meio de Casos com enfoque em Ciência Tecnologia, Sociedade e Meio Ambiente (CTSA), textos, experimentos e discussões, com o objetivo de tornar mais efetiva a aprendizagem dos conceitos físicos.

Espera-se que com o uso dessa abordagem, adquiram um olhar crítico em relação a realidade em que vivem e desenvolvam uma atitude social responsável a partir de questionamentos interligados ao seu cotidiano e a capacidade de tomada de decisão.

Aulas 1 e 2: Conhecimentos prévios

A aula de hoje tem por objetivo obter dados acerca de suas concepções prévias e, a partir do conhecimento dessas concepções, desafiá-lo à construção de novos conhecimentos. Posteriormente será feito um levantamento e a comparação dos seus conhecimentos no início e no final do curso.

Não se preocupe, pois isso *não* constitui uma avaliação!!

Atividade 1 – Mapa conceitual (Atividade individual)

De um modo geral, mapas conceituais, “são apenas diagramas indicando relações entre conceitos, ou entre palavras que usamos para representar conceitos” (MOREIRA, 2012, p.1)⁶.

Para construir um mapa conceitual e após as explicações e exemplos dados em sala de aula, siga as dicas abaixo:

1. *Identifique os conceitos-chave do conteúdo que vai mapear e ponha-os em uma lista.*
2. *Ordene os conceitos, colocando o(s) mais geral(is), mais inclusivo(s), no topo do mapa e, gradualmente, vá agregando os demais até completar o diagrama.*
3. *Conecte os conceitos com linhas e rotule essas linhas com uma ou mais palavras-chave que explicitem a relação entre os conceitos.*
4. *Exemplos podem ser agregados ao mapa, embaixo dos conceitos correspondentes.*
5. *Não se preocupe com “começo, meio e fim”, o mapa conceitual é estrutural, não sequencial.*

A seguir, elabore um mapa conceitual, em uma folha separada, utilizando o maior número possível de palavras do quadro abaixo.

Obs: Você pode acrescentar palavras que julgue estar no contexto.

Ondas	Ondas eletromagnéticas	Micro-ondas	Vácuo	Meio material
Ondas mecânicas	Ultravioleta	Raio X	Raios Gama	Luz visível
Infravermelho	Som	Tv	Cores	Sol
Rádio	Exames médicos	Transporte de energia	Interação com a matéria	Celular
Telecomunicações	Espectro eletromagnético			

⁶ MOREIRA, Marco Antônio. Mapas conceituais e aprendizagem significativa. Instituto de Física – UFRGS. Porto Alegre: 2012.

Atividade 2: Estudo de Caso: Rádio Comunitária (Grupo)

Leia o texto abaixo e discuta com seu grupo as respostas dos questionários que o segue. Em seguida destaque-a e entregue ao professor.



Rádio Comunitária

João, um estudante do curso técnico de telecomunicações do IFF Campos, em uma aula de sistemas de rádio e televisão, descobriu a existência das rádios comunitárias e dos benefícios que ela pode trazer para a comunidade, com notícias de interesse local.

Muito motivado como o fato, ele chegou em casa, no bairro de Guarus, e logo foi contar para sua mãe que gostaria de montar uma rádio para colocar em prática os conhecimentos que estava adquirindo no curso. Ao mesmo tempo, ele também tinha o objetivo de ajudar a comunidade de seu bairro com informações, notícias e entretenimento, pois sentia que as outras rádios da cidade tinham um viés mercantilista e acabavam não dando ênfase aos acontecimentos da região.

Sua mãe logo lhe questionou:

— João, seria muito legal ter uma rádio assim aqui no bairro, mas eu já assisti a uma reportagem falando que essas ondas de rádio são perigosas e podem ocasionar acidentes aéreos. Nós moramos perto do aeroporto, não seria perigoso?

Assustado com a informação, João respondeu:

— Mãe, meu professor não falou nada disso. Inclusive, ele informou que várias informações são transmitidas da mesma forma que as ondas rádio como, por exemplo, sinais de TV, de telefonia celular, de internet, etc...

— Sendo assim fico mais preocupada ainda. Se existem tantas ondas assim se propagando no ar, será que elas podem fazer mal à nossa saúde?

— Não sei dizer até que ponto elas podem ser prejudiciais. Amanhã, na aula, perguntarei ao professor e te respondo.

No dia seguinte, João perguntou ao professor Carlos:

— Professor, fiquei muito entusiasmado com a aula de ontem, quando você falou das rádios comunitárias e até pensei em montar uma desse tipo no meu bairro, mas minha mãe me fez algumas perguntas que eu não soube responder e gostaria que o senhor me ajudasse.

— Fico muito feliz com seu interesse e vou lhe ajudar no que precisar.

— As ondas utilizadas nas telecomunicações podem fazer mal? Além disso, é verdade que as ondas de rádio podem ocasionar acidentes aéreos?

— João, baseado nesses seus questionamentos irei preparar uma aula sobre ondas eletromagnéticas e suas características, na tentativa de lhe ajudar a resolver essas dúvidas. De qualquer forma, já posso te adiantar que, com relação às ondas de rádio, se você realmente tem interesse em montar uma rádio comunitária em seu bairro, fique atento à legislação para não utilizar uma faixa de frequência que não deve e, conseqüentemente, gerar interferência no sistema de comunicação do aeroporto Bartolomeu Lisandro, que é perto da sua casa. Na próxima aula, também vou explicar melhor como funcionam as emisoras de rádio regulares e a diferença delas para uma “rádio pirata”.

— Tudo bem, professor. Vou esperar a aula de semana que vem para entender melhor como funcionam essas ondas e o que mais preciso saber para montar minha rádio.

Imaginem que vocês são professores/amigos de João. Ajude-o a responder as questões que segue.

O que são ondas de rádio?

Como se dá a transmissão de um sinal de rádio?

Quais benefícios você acredita que uma rádio comunitária pode trazer para a comunidade?

Como ela poderia interferir na comunicação dos aeroportos?

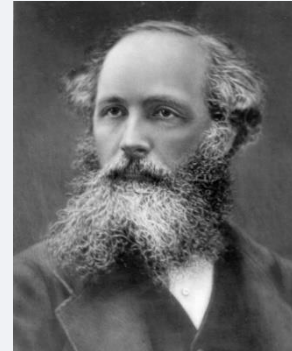
Proponha uma explicação para o questionamento de João quanto aos possíveis problemas que as ondas de rádio, de micro-ondas, de TV e de telefonia celular podem ocasionar à nossa saúde.

Aulas 3 e 4: Conhecendo as radiações eletromagnéticas

Introdução⁷

Até por volta de 1865, o eletromagnetismo e a óptica eram vistos como dois ramos separados na Física. Enquanto no eletromagnetismo se discutia os campos gerados por cargas em repouso e correntes elétricas, além do fenômeno da indução eletromagnética (Lei de Faraday), em que o fluxo de um campo magnético variável no tempo gera um campo elétrico induzido, a óptica tratava de explicar a propagação da luz sem se preocupar com sua origem. Foi então que na segunda metade do século XIX o Físico escocês James Clerk Maxwell (1831-1879) demonstrou teoricamente que cargas elétricas oscilantes (aceleradas) emitem radiação eletromagnética e que essa energia poderia se propagar até mesmo no vácuo, além de apresentar propriedades ondulatórias como reflexão, refração, difração, interferência e transporte de energia. Ele organizou esses conhecimentos, sintetizando-os em um conjunto de quatro equações, hoje denominadas de “equações de Maxwell”. Estas mostram a dependência entre o campo elétrico e o campo magnético, evidenciando que variações no tempo em um provocam o aparecimento do outro resultando na produção de uma onda composta por campos elétricos e magnéticos.

A essas ondas, Maxwell deu o nome de ondas eletromagnéticas. Ele também foi capaz de calcular a



**James Clerk Maxwell
(1831-1879)**

James Clerk Maxwell (1831-1879) foi um físico e matemático escocês. Estabeleceu a relação entre eletricidade, magnetismo e luz.

Suas equações foram a chave para a construção do primeiro transmissor e receptor de rádio, para compreensão do radar e das micro-ondas. Maxwell deu também contribuições importantes a outros campos da Física, entre elas um estudo da percepção das cores pela nossa visão (produziu uma das primeiras fotografias coloridas) e uma teoria sobre os anéis de Saturno.

Morreu prematuramente em 1879, aos 48 anos, vítima de um câncer abdominal.

Fonte: <https://www.ebiografia.com/james_clerk_maxwell/>
Acesso em 10 de outubro de 2017.

⁷ TORRES, Carlos Magno A.; FERRARO, Nicolau Gilberto; SOARES, Paulo Antonio de Toledo. *Física: Ciências e Tecnologia*. v. 3. 2. ed. São Paulo: Moderna, 2010.

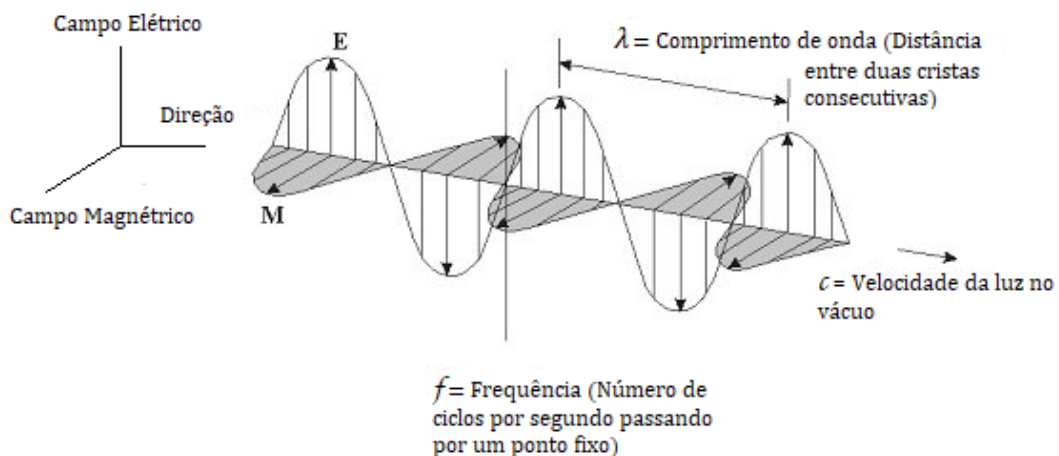
velocidade dessas ondas no vácuo e o resultado obtido foi idêntico ao valor experimental da velocidade de propagação da luz no vácuo (que é usualmente representada por c) (TORRES; FERRARO; SOARES, 2010, p. 141-143).

A saber: $c = 3.10^8 m/s$

A comprovação experimental das ondas eletromagnéticas foi realizada pelo físico alemão Heinrich Rudolf Hertz, em 1887, que, utilizando conceitos de oscilações eletromagnéticas e ressonância, conseguiu gerar e detectar experimentalmente ondas eletromagnéticas (na faixa de frequência das ondas de rádio). Além disso, Hertz conseguiu demonstrar experimentalmente que as ondas de rádio, assim como as ondas luminosas, podem ser refletidas refratadas e difratadas. A partir de então, abriu-se o caminho para a investigação desse campo promissor da ciência e da tecnologia.

A Figura 1 abaixo mostra uma representação esquemática das ondas eletromagnéticas, constituídas pela combinação de campos elétricos e magnéticos induzidos, variáveis no tempo e são perpendiculares entre si e à direção de propagação (onda transversal). Pode-se produzir ondas eletromagnéticas pondo uma carga elétrica oscilar em uma região do espaço: surgirá um campo elétrico variável, por sua vez induzirá um campo magnético variável, e assim sucessivamente. Esses campos, gerando-se sequencial e alternadamente, constituirão as ondas eletromagnéticas.

Figura 1- Onda eletromagnética.

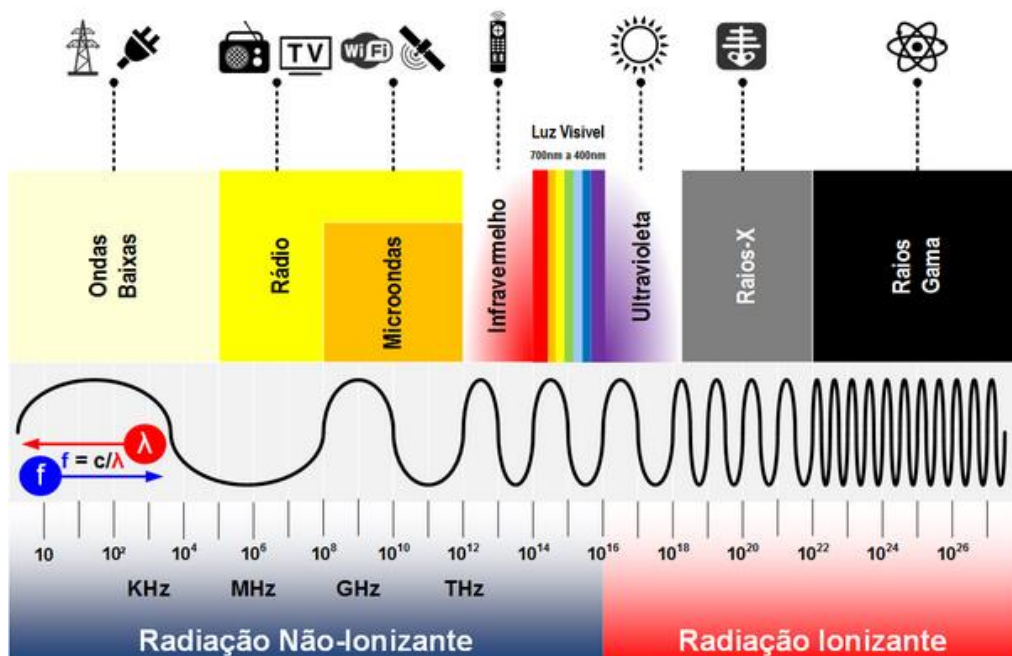


O espectro eletromagnético

Algumas décadas depois da descoberta de Maxwell, as ondas eletromagnéticas passaram a ser produzidas com as mais diversas formas, que variavam de acordo com sua frequência - f (ou com seu comprimento de onda - λ). Essas ondas foram divididas em faixas de frequências que possuem diferentes aplicabilidades. O conjunto de todos os tipos de ondas eletromagnéticas é chamado de espectro eletromagnético.

A Figura 2 mostra a classificação do espectro eletromagnético em ordem crescente de frequência, a saber: ondas de rádio, micro-ondas, infravermelho, luz visível, ultravioleta, raios X e raios gama.

Figura 2 – O espectro eletromagnético



Fonte: BRITO, Samuel. O espectro eletromagnético na natureza. Disponível em: <<http://labcisco.blogspot.com.br/2013/03/o-espectro-eletromagnetico-na-natureza.html>>. Acesso em: 10 de outubro de 2017.

Sabendo que para as ondas eletromagnéticas também vale a equação fundamental das ondas, a saber:

$$v = \lambda \cdot f, \quad (\text{m/s})$$

é possível determinar a relação entre a frequência e o comprimento de onda de cada faixa.

Sendo:

v = velocidade

λ = comprimento de onda - (distância entre pontos que estejam em fase (executando o mesmo movimento) e sejam consecutivos, como por exemplo, duas cristas (pontos de máximo) ou dois vales (pontos de mínimo) consecutivos.)

f = frequência - (número de oscilações por intervalo de tempo).

Como a velocidade de propagação dessas ondas no vácuo é constante, quanto maior a frequência da onda, menor será seu comprimento de onda, ou seja, frequência e comprimento de onda são grandezas inversamente proporcionais.

Exemplo: Uma emissora de rádio transmite na frequência de 6,1 MHz. Para que uma pessoa sintonize essa emissora, ela necessita de um receptor de ondas curtas. Qual o valor do comprimento de onda em que esse receptor deve operar para sintonizar a emissora? Considere a velocidade da luz no ar igual a $3 \cdot 10^8$ m/s.

Dados: $v = 3 \cdot 10^8$ m/s

$$v = \lambda \cdot f \quad f = 6,1 \text{ MHz} = 6,1 \cdot 10^6 \text{ Hz}$$

$$\frac{3 \cdot 10^8}{6,1 \cdot 10^6} = \lambda$$

$$\lambda = 50m$$

O espectro eletromagnético é dividido por faixas de frequências que correspondem a determinada radiação (ondas de rádio, micro-ondas, infravermelho, luz visível, ultravioleta, raios x e raios gama). Essas faixas são agrupadas em radiações **não-ionizantes** e **ionizantes**. As não-ionizantes são incapazes de ionizar átomos e moléculas e com isso não representam um risco à saúde, são elas: ondas de rádio, micro-ondas, infravermelho e luz visível. Por outro lado, as radiações ionizantes são capazes de ionizar átomos e moléculas ao interagir com a matéria e, portanto, podem representar risco aos seres humanos quando os mesmos são expostos de maneira indevida a estas, a saber: ultravioleta, raios X e raios gama.

Cada faixa de frequência é utilizada para diversas aplicações tecnológicas como, por exemplo, no transporte de informações, em exames de diagnósticos médicos, etc. Essas

aplicações estão distribuídas por praticamente todo o espectro eletromagnético, desde as frequências mais baixas até as mais altas.

Na próxima aula discutiremos mais detalhadamente os tipos de ondas eletromagnéticas, como são geradas, utilizadas e detectadas.

EXERCÍCIOS PROPOSTOS

1- Como pode-se produzir ondas eletromagnéticas?

2- Qual a característica que permite diferenciar uma onda eletromagnética da outra?

3- Consultando a figura do espectro eletromagnético da primeira página deste texto, responda:

a) Qual das seguintes radiações possui a maior frequência: a ultravioleta ou a infravermelha?

b) Qual das seguintes radiações possui o maior comprimento de onda: os raios X ou as ondas de rádio?

4- Sobre as ondas eletromagnéticas são feitas as afirmações:

I. Ondas eletromagnéticas são ondas longitudinais que se propagam no vácuo com velocidade constante $c = 3,0 \times 10^8$ m/s.

II. Variações no campo magnético produzem campos elétricos variáveis que, por sua vez, produzem campos magnéticos também dependentes do tempo e assim por diante, permitindo que energia e informações sejam transmitidas a grandes distâncias.

III. São exemplos de ondas eletromagnéticas muito frequentes no cotidiano: ondas de rádio, sonoras, micro-ondas e raios X.

Está correto o que se afirma em:

a) I, apenas.

b) II, apenas.

c) I e II, apenas.

Aulas 5 e 6: Sinais nas telecomunicações⁸- ondas de rádio

Rádio, TV, telefone e computador (com internet), são exemplos de aparelhos que utilizamos para estabelecer uma comunicação.

Um aspecto interessante nesses diferentes modos de comunicação é que algumas vezes se faz o uso de fios, enquanto outras envolvem o espaço. Nos casos em que não há a utilização de fios, as informações são transmitidas por “antenas” que permitem que a mensagem seja enviada a outras antenas receptoras que a recebe e transforma o sinal recebido em informação novamente. Tais antenas podem ser internas, externas, coletivas, parabólicas, dentre outros tipos.

Nas comunicações internacionais, seja por telefone ou TV, além das antenas locais se faz o uso dos satélites artificiais que recebem as mensagens e retransmitem para a Terra aos locais onde se encontram as antenas das estações.

De que maneira são transportadas essas informações?⁹

Elas são transportadas de um lugar a outro por meio de ondas eletromagnéticas, sendo na maioria das vezes pelas chamadas de *radiofrequências* (RF) que incluem as ondas de rádio e as micro-ondas.

A parte das RF do espectro eletromagnético ocupa as frequências entre os 3kHz e os 300GHz e tem como aplicação principal a área das telecomunicações como, a difusão de rádio e televisão, os sistemas de comunicações móveis, os sistemas de comunicação das forças militares e de segurança, e as comunicações por satélite. Elas também são utilizadas em radares, nos fornos micro-ondas, em sistemas de aquecimento industrial, ou na medicina, entre outros.

Ondas de rádio¹⁰

⁸ GREF. Eletromagnetismo. Disponível em: < <http://www.if.usp.br/gref/eletro/eletro5.pdf>> Acesso em: 12 de outubro de 2017.

⁹ ANATEL. Ondas eletromagnéticas. Disponível em: < <http://www.anatel.gov.br/Portal/exibirPortalNivelDois.do?org.apache.struts.taglib.html.>> Acesso em: 12 de outubro de 2017.

¹⁰ BRAIN, Marshall. Como funcionam as ondas de rádio. Disponível em: < <http://doradioamad.dominiotemporario.com/doc/COMO%20FUNCIONA%20A%20ONDA%20DE%20RADIO.pdf>> Acesso em: 12 de outubro de 2017.

Ondas de rádio são ondas eletromagnéticas com frequências muito baixas, entre 10^2 Hz e 10^7 Hz, que podem ser geradas pelo movimento oscilatório de elétrons em uma antena transmissora submetida a uma corrente elétrica alternada. Elas são usadas para comunicação entre dois pontos não conectados por um meio material. Quando essas ondas são captadas por uma antena receptora nela é induzida uma pequena força eletromotriz alternada e, conseqüentemente, uma corrente alternada (com as características do sinal original) que é então amplificada e as informações contidas nas ondas são recuperadas na forma de som e/ou imagem.

Figura 3- a) Rádio



(a) Fonte: <<http://www.trapemix.com.br/radio-retro-teac-sld-920-vermelho-cd-usb-play-rec-aux-sistema-de-audio.html>> Acesso em: 12 de outubro de 2017.

(b) Televisão



(b) Fonte: <<http://www.ebah.com.br/content/ABAAAek3QAB/cristais-liquidos>> Acesso em: 12 de outubro de 2017.

Embora as ondas de rádio sejam invisíveis e completamente indetectáveis pelos humanos, elas mudaram totalmente a sociedade. Um aspecto interessante acerca das ondas de rádio é que cada tecnologia *wireless* tem a sua faixa de banda disponível. Existem centenas delas. Por exemplo:

- controle remoto de garagens, sistemas de alarmes, etc: em torno de 40 MHz;
- carros de controle remoto: em torno de 75 MHz;
- telefones celulares: 824 a 849 MHz;
- radar de controle de tráfego aéreo: 960 a 1,215 MHz;
- sistema de posicionamento global (GPS): 1,227 e 1,575 MHz.

Atualmente, todas as emissoras utilizam ondas para transmitir informação (áudio, vídeo, dados). Se houvesse como vê-las, você descobriria que há literalmente milhares de ondas de rádio diferentes ao seu redor neste momento: transmissões de TV, transmissões de rádio AM e FM, rádios da polícia e dos bombeiros, transmissões de TV por satélite, conversas

por celular, sinais de GPS e assim por diante. Cada sinal de rádio usa uma frequência diferente e é, dessa forma, que os sinais são todos separados.

No Brasil, a atribuição, a destinação e a distribuição das faixas de frequência são regulamentadas pela Agência Nacional de telecomunicações (Anatel).

Comunicação por rádio¹¹

Desde a captação da voz pelo microfone no local onde se origina a estação de rádio até o alto-falante do aparelho receptor sintonizado nessa estação, várias etapas se sucedem. A tabela abaixo apresenta essas principais etapas e tece alguns comentários:

COMUNICAÇÃO POR RÁDIO	
ETAPA	DETALHAMENTOS
1. O som é produzido por algum instrumento sonoro como, por exemplo, a voz ou um instrumento musical alcança o microfone;	O som é um tipo de onda distinto da onda de rádio. Enquanto a onda de rádio é uma onda eletromagnética , o som é uma mecânica , que necessita de um meio material para se propagar. No caso de alguém falando em frente ao microfone, a onda sonora emitida por uma pessoa se propaga através de variações da pressão do ar até alcançar o microfone;
2. No microfone, ocorre a conversão do som em corrente elétrica de baixa frequência, denominado sinal de áudio;	Essa corrente de baixa frequência é a que possui as características do som original.
3. A estação produz uma corrente elétrica de alta frequência que é combinada com a corrente de baixa frequência;	Essa corrente de alta frequência é a que caracteriza a frequência da estação de rádio. Quando combinada com a corrente de baixa frequência, funciona como o meio de transporte do som original, sendo, por isso, denominada corrente portadora. Essa combinação de correntes é denominada modulação. Quando essa modulação altera a frequência da corrente portadora, ocorre a modulação em frequência (FM). Quando altera a amplitude, ocorre a modulação em amplitude (AM). As figuras a e b a seguir mostram o processo de modulação.
4. Essa corrente modulada, depois de amplificada, leva os elétrons livres da antena transmissora a se acelerarem na mesma frequência. Cargas elétricas aceleradas geram ondas denominadas eletromagnéticas . As ondas de rádio são ondas desse tipo.	As ondas eletromagnéticas, ao contrário das ondas mecânicas, não necessitam de meio material para se propagarem. Depois de geradas na antena, essas ondas se propagam pelo espaço.
5. Na antena do aparelho receptor, a onda de rádio é captada até ser convertida em onda sonora pelo alto-falante.	O processo que ocorre no aparelho receptor de ondas de rádio, o rádio, é basicamente o inverso das etapas descritas acima. Se o receptor estiver sintonizado na mesma frequência que a da onda de rádio que transmite o sinal da estação, a onda é convertida em corrente elétrica. No detector, transforma-se em sinal de áudio que, por sua vez, provoca a vibração do diafragma do alto-falante, sendo convertido em onda sonora.

¹¹ BEMFEITO, Ana Paula; VIANNA, Deise Miranda. Investigações sobre ondas de rádio no ensino médio. Disponível em: < http://www.if.ufrj.br/~pef/producao_academica/anais/2009snef/DeiseT0719-1.pdf > Acesso em 12 de outubro de 2017.

Efeitos biológicos das radiofrequências¹²

Em se tratando de uma faixa de frequências em que a radiação eletromagnética é não ionizante, é de senso comum que a exposição esporádica à RF e micro-ondas de baixa intensidade, não acarretam riscos à saúde dos seres vivos. O efeito mais conhecido e comprovado cientificamente da interação destas ondas com o corpo humano é o térmico.

As RF interagem com as moléculas dos sistemas biológicos podendo ocasionar um aumento das vibrações nas moléculas, conseqüentemente, o aumento da temperatura do sistema. No entanto, tais efeitos dificilmente são percebidos em se tratando de RF de baixa intensidade. Talvez em regiões com alta densidade de antenas pode ser observado algum efeito adicional nos seres vivos. Na região próxima a grandes antenas da Avenida Paulista, por exemplo, a intensidade média dessa faixa de radiação eletromagnética fica em torno de $0,34 \text{ mW/cm}^2$ – nível cinquenta e seis vezes superior à média da cidade. Por outro lado, ainda não existem valores conclusivos para os padrões de segurança para as RF. Nos Estados Unidos e no Canadá adota-se o padrão de $1,0 \text{ mW/cm}^2$.

Por outro lado, o uso abusivo de telefones celulares (micro-ondas) por boa parte das pessoas tem contribuído fortemente para reacender a polêmica sobre os efeitos biológicos das RF e micro-ondas, principalmente pela proliferação de suas antenas instaladas nas Estações Rádio-Base (ERB), cada vez mais abrangentes.

Interferência de ondas de rádios em aeronaves¹³

A acusação:

Muito se tem falado sobre a interferência de sinais eletromagnéticos emitidos por emissoras "piratas" sobre outros sistemas de comunicação. Elas interfeririam na comunicação da torre de controle com as aeronaves, nos sistemas privados, nas centrais com ambulâncias e veículos da polícia.

Emissoras de Rádio e Televisão (ABERT), fazem campanha sistemática contra tais emissoras alertando a população para o risco de acidentes e solicitando que denuncie sua existência. Segundo a ABERT, uma emissora clandestina de baixa potência pode provocar a queda de aviões. Isto é possível?

¹² ELBERN, Alwin. Radiações não-ionizantes: conceitos, riscos e normas. Pró Rad. p. 1-33. [s. d.]. Disponível em: <<http://www.prorad.com.br/cursos/Cursos/rni.pdf>> Acesso em: 18 de julho de 2013.

¹³ LUZ, Dioclécio. Interferência de emissoras em aeronaves. Disponível em: <http://muda.radiolivresite.org/sites/muda/site/site_antigo/interfer.htm> Acesso em: 12 de outubro de 2017.

A técnica:

Um aparelho transmissor emite ondas eletromagnéticas que são captadas por um ou outro aparelho de rádio (receptor). A emissão (ou transmissão) é feita em determinada frequência de ondas. A frequência caracteriza a transmissão como sendo de Ondas Médias (AM), Frequência Modulada (FM), Ondas Curtas (OC), Sons e imagens (televisão). Além destes meios de comunicação mais popularizados há, por exemplo, transmissores para a comunicação entre o sistema hospitalar e as ambulâncias, no policiamento, no sistema da marinha, fazendo a ligação da torre de controle do aeroporto e as aeronaves. Em suma, no ar existe um emaranhado de transmissões eletromagnéticas simultâneas.

A confusão não se estabelece porque cada sistema de comunicação opera em faixas diferentes. Para sintonizar uma emissora AM, o interessado liga seu rádio comum e vai localiza-la na faixa precisa. Para sintonizar uma FM, deve-se procurar na faixa de 88 a 108 MHz (Mega Hertz). Os sinais de televisões também estão numa determinada faixa. Para captar os sinais de uma central de polícia a pessoa deve ter um aparelho especial que capte na faixa que ela transmite, digamos, em termos fictícios (porque é Questão de segurança), acima de 500 MHz.

Como cada um destes sistemas operam em faixas diferentes, a princípio não há possibilidade da pessoa captar no seu rádio comum uma conversa da central de polícia com o carro-patrolha, ou a comunicação entre dois barcos da marinha, ou simultaneamente uma FM e uma AM. Isto só ocorrerá se houver problemas na transmissão.

Rádio FM:

As emissoras em Frequência Modulada (FM) se disseminaram porque têm como vantagens: o baixo custo dos equipamentos e uma boa qualidade sonora.

Dois elementos são fundamentais para entender a Questão técnica: a frequência e a potência da emissora. A Frequência, medida em Hertz, é, na verdade, uma identificação da propagação da onda eletromagnética. A faixa de Frequência Modulada, FM, vai de 88 a 108 MHz, é o que está no dial dos aparelhos de rádio. Por isso não adianta montar uma emissora de rádio FM para transmitir em 110 MHz. Ninguém vai escutar esta rádio porque ela não está no dial. Por outro lado, a principal característica do transmissor que influencia no alcance do sinal é a sua potência (medida em Watts), que expressa a quantidade de energia que é transmitida por unidade na forma de radiação eletromagnética. A princípio (porque há outros elementos a se levar em conta), quanto maior a potência maior o alcance.

As aeronaves:

Acima da faixa de FM, funciona o Serviço Móvel Aeronáutico, SMA, que é de uso exclusivo do sistema aeronáutico. O SMA vai de 108 a 132 MHz. Isto é, as aeronaves utilizam uma faixa acima de 108 Mhz. Portanto, uma rádio que opere na sua faixa de FM, isto é de 88 a 108 Mhz, a princípio, não tem como interferir nos serviços da Aeronáutica. Na verdade, não é interessante para nenhuma rádio enviar um sinal que está fora da faixa de captação popular.

Existe, porém, a possibilidade de um sinal de rádio FM ser captado acima de 108 Mhz, por uma aeronave. Se o equipamento de transmissão não está calibrado ou se é de má qualidade, a transmissão vai lançar sinais com frequência além de 108 MHz, onde funciona o serviço da aeronáutica. Não importa se é rádio comunitária ou comercial, se é clandestina ou legalizada, se a mesma operar com um equipamento de transmissão não ajustado ela pode enviar sinais para o Sistema Móvel Aeronáutico.

Em resumo:

As possibilidades de uma emissora comunitária, comercial ou clandestina interferir numa aeronave são:

- 1) estar instalada nas proximidades de um aeroporto;
- 2) operar nos extremos da faixa (perto de 88 ou de 108 MHz);
- 3) operar com equipamentos não ajustados;
- 4) atuar com potência elevada.

Legislação para transmissão de sinais de rádio comunitária¹⁴

O Brasil chegou a figurar como o único país da América do Sul sem uma legislação para rádios de baixa potência, o que finalmente veio a ocorrer em dezembro de 1996, através do Projeto- de - Lei 1.521, o qual gerou muita polêmica, mas deu origem a Lei 9.612, de 19 de fevereiro de 1998. Ela instituiu o Serviço de Radiodifusão Comunitária, sonora, em frequência modulada, a qual permite uma potência de no máximo 25 Watts e antena não superior a trinta metros.

Segundo a Anatel, a **Radiodifusão Comunitária (RadCom)** é a modalidade de serviço de radiodifusão sonora em FM operado em baixa potência e com cobertura restrita,

¹⁴ PERUZZO, Cíclia M. K. Participação nas rádios comunitárias no Brasil. Disponível em: <<http://www.bocc.ubi.pt/pag/peruzzo-cicilia-radio-comunitaria-br.html#foot1500>> Acesso em 14 de outubro de 2017.

outorgado a fundações e associações comunitárias, sem fins lucrativos, com sede na localidade de prestação do serviço. Ela estabelece, no seu artigo 4º, que a programação das emissoras de radiodifusão comunitária deverá obedecer aos seguintes princípios:

- a) preferência a finalidades educativas, artísticas, culturais e informativas em benefício do desenvolvimento geral da comunidade;
- b) promoção das atividades artísticas e jornalistas na comunidade e da integração dos membros da comunidade atendida;
- c) respeito dos valores éticos e sociais da pessoa e da família, favorecendo a integração dos membros da comunidade atendida;
- d) não discriminação de raça, religião, sexo, preferências sexuais, convicções político-ideológico-partidárias e condição social nas relações comunitárias.

A programação deverá ser acompanhada e fiscalizada no sentido de verificar sua adequação aos interesses da comunidade e aos princípios da lei, por um Conselho Comunitário, composto de, no mínimo, cinco pessoas representantes de entidades da comunidade local, tais como associações de classe, beneméritas, religiosas ou de moradores legalmente constituídas.

Importância das rádios comunitárias para a comunidade¹⁵

A rádio comunitária ajuda a conservar a tradição, os valores, os costumes locais, incluindo a tradição oral. A oralidade do rádio proporciona que os costumes, valores, ideias e até folclores locais continuem sendo um conteúdo de divulgação por meio da oralidade tradicional em plena era da escrita e da imagem em que se vive hoje. Dentre todos os benefícios das rádios comunitárias, segundo os voluntários que as mantêm, nenhum é tão importante quanto ao que eles chamam de “democratização da informação”. Diversos comunicadores integrados à radiodifusão comunitária foram ouvidos e eles enumeraram como razão primordial para a existência de tais emissoras o ato de democratizar a informação. Eles acreditam que a informação está privatizada, que só a possui quem pode pagar por ela,

¹⁵ MAZONI, Alan et. al. Rádio Pirata. EDM0425 - Metodologia do Ensino de Física I. Instituto de Física da Universidade de São Paulo-USP. São Paulo, 2017. Disponível em: < <http://sites.usp.br/nupic/radio-pirata/>> Acesso em: 13 de setembro de 2017.

transformando o público em consumidor de conteúdo informativo. E, uma vez que podem pagar por ela, só terão as informações que os beneficiarão direta ou indiretamente. Em contrapartida, uma vez que a informação se transformou em mercadoria numa sociedade capitalista, eles acreditam que o conteúdo informativo que realmente interessa ao cidadão comum não pode vir – e nem virá – pelas “artérias” das mídias corporativas, cujo objetivo final é o lucro. Por essas e outras, o “homem comum” não se sente representado na mídia convencional. Para tais cidadãos, a mídia tradicional e capitalista tem status (elite), cor (branca) e partido político (direita).

EXERCÍCIOS PROPOSTOS

1- Como as informações são transmitidas por sinal de rádio?

2- Cite 4 equipamentos que utilizam ondas de rádio em seu funcionamento.

3- Cite 2 componentes de um rádio e diga para que servem.

4- O que uma rádio comunitária poderia trazer de informação para a comunidade de vocês que as rádios comerciais não trazem?

5- Vocês denunciariam uma rádio pirata? Por que?

Baseado no trailer do filme “**Uma onda no ar**” responda as perguntas abaixo.

7- Por que garotos do filme queriam ter sua própria rádio?

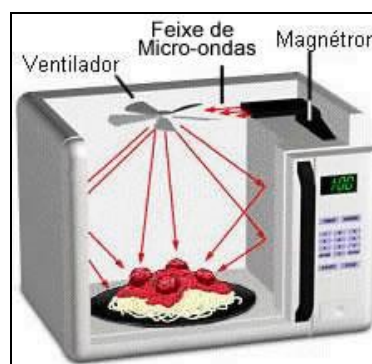
8- Quais os procedimentos que eles devem fazer para ter uma rádio comunitária?

9- Se vocês fossem fazer uma rádio comunitária, o que ela teria de diferencial?

Aulas 7 e 8: Micro-ondas e Infravermelho**Micro-ondas¹⁶**

As micro-ondas são ondas eletromagnéticas com comprimentos de ondas na faixa entre 1 m e 1 mm que também são empregadas para transportar informações de sistemas de telefonia celular e de televisão. Sua vantagem sobre as ondas de rádio é que elas conseguem transportar mais informações, já que a quantidade de informações transmitidas é proporcional à frequência e as micro-ondas possuem frequência maior do que as ondas de rádio. A grande desvantagem das micro-ondas é que o sinal não pode ser captado a grandes distâncias, pois elas não sofrem reflexão na ionosfera (como é o caso das ondas curtas de rádio), e por isso precisam de antenas receptoras posicionadas em locais altos e separadas por, no máximo, 40 km, ou o uso de satélites de comunicação que funcionem como estações repetidoras para que possam ser captadas além da linha do horizonte.

Outra forma de utilização das micro-ondas disponível hoje em dia é o forno de micro-ondas, que utiliza a radiação de um dispositivo eletrônico – magnetron – gerador de micro-ondas. As mesmas são direcionadas para uma câmara de cozimento com paredes metálicas que as refletem completamente até serem absorvidas pelo alimento em preparação.

Figura 4- Forno micro-ondas

Fonte: Disponível em: <<http://brasilecola.uol.com.br/fisica/forno-microondas.htm>> Acesso em: 10 de outubro de 2017

¹⁶ TORRES, Carlos Magno A.; FERRARO, Nicolau Gilberto; SOARES, Paulo Antonio de Toledo. *Física: Ciências e Tecnologia*. v. 3. 2. ed. São Paulo: Moderna, 2010.

Efeitos biológicos das micro-ondas¹⁷

No que se refere à faixa das micro-ondas o efeito biológico é basicamente térmico e se deve a interação entre essa radiação e as moléculas de água. Quando expostas à radiação de micro-ondas as moléculas de água (que são do tipo dipolo elétrico) giram com a mesma frequência dessa radiação colidindo umas com outras moléculas e o efeito resultante é o aumento da energia cinética dessas moléculas caracterizando macroscopicamente a elevação da temperatura – esse é o princípio fundamental do aquecimento de alimentos em um forno de micro-ondas. Por este motivo os olhos e outros órgãos com grande concentração de líquidos devem ser menos expostos a essas radiações. Nesse sentido, não é aconselhado olhar diretamente para o interior de um forno de micro-ondas em funcionamento, pois a radiação eletromagnética emitida pelo aparelho ao interagir com os tecidos do olho pode ocasionar, dentre outros efeitos, a opacidade do cristalino (Catarata).

Infravermelho

O infravermelho é um tipo de radiação eletromagnética que apresenta frequência menor que a da luz vermelha e, por isso, não está dentro do espectro eletromagnético visível. Por esse motivo, essa radiação não pode ser percebida pelo olho humano. O infravermelho possui comprimento de onda entre 1 μm e 1 mm e não é uma radiação ionizante, ou seja, não oferece riscos à saúde humana.

A radiação infravermelha tem origem na vibração molecular, que gera oscilações nas cargas elétricas constituintes dos átomos e provoca a emissão de radiação, por isso, esse tipo de radiação está associada ao calor. Um exemplo disso é que, ao colocar a mão nas proximidades de uma chapa de ferro quente, é possível sentir o calor. Isso ocorre por causa da recepção do corpo às ondas de infravermelho produzidas pelo corpo aquecido.

¹⁷ MARTINS, Ronaldo de Andrade. Efeitos no corpo humano provocado por radiações eletromagnéticas emitidas por estações de comunicações celulares. *Davinci*, Ano IV, n. 35, outubro. 2002. Disponível em: <<http://www.ufrn.br/davinci/outubro/5.htm>> Acesso em: 22 de outubro de 2017.

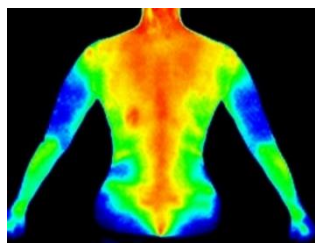
Descoberta¹⁸

A radiação infravermelha foi descoberta pelo astrônomo Willian Herschel (1738-1822). Após repetir o experimento de dispersão da luz solar com a ajuda de um prisma, feito por Isaac Newton, Herschel procurava a cor que possui maior temperatura incidindo os feixes sobre o bulbo de um termômetro. A medir a temperatura, observou que a região de frequência um pouco menor que a da luz vermelha era a região mais quente. O nome infravermelho surgiu devido ao fato de a frequência da radiação ser menor que a frequência da luz vermelha, a qual, por sua vez, é a menor frequência captada pelo olho humano.



Algumas aplicações do infravermelho

1. Mísseis teleguiados são programados para seguir a radiação infravermelha das turbinas de aviões inimigos;
2. As fotografias térmicas são utilizadas na medicina para diagnosticar, por exemplo, a aterosclerose, já que devido ao bloqueio dos vasos sanguíneos a região fica mal irrigada apresenta menor temperatura.



3. Os controles remotos enviam as informações aos receptores por meio da radiação infravermelha;
4. Qualquer que seja a temperatura de um corpo, ele emite ondas na região do infravermelho. Animais como as cobras possuem sensores de infravermelho, assim, podem caçar suas presas mesmo no escuro.

¹⁸ JÚNIOR, Joab Silas Da Silva. "O que é infravermelho?"; *Brasil Escola*. Disponível em <<http://brasilecola.uol.com.br/o-que-e/fisica/o-que-e-infravermelho.htm>>. Acesso em 18 de outubro de 2017.

EXERCÍCIOS

1- (Enem 2014) Alguns sistemas de segurança incluem detectores de movimento. Nesses sensores, existe uma substância que se polariza na presença de radiação eletromagnética de certa região de frequência, gerando uma tensão que pode ser amplificada e empregada para efeito de controle. Quando uma pessoa se aproxima do sistema, a radiação emitida por seu corpo é detectada por esse tipo de sensor.

WENDLING, M. Sensores. Disponível em: www2.feg.unesp.br. Acesso em: 7 maio 2014 (adaptado).

A radiação captada por esse detector encontra-se na região de frequência:

- a) da luz visível.
- b) do ultravioleta.
- c) do infravermelho.
- d) das micro-ondas.
- e) das ondas longas de rádio.

2- Ao andarmos próximo a um forno ligado podemos sentir o calor proveniente dele. Qual tipo de radiação está sendo emitida pelo forno nesse momento?

Atividade – Estudo de Caso.

Baseado no que você tem estudado até o momento e nos seus conhecimentos prévios leia e responda o Caso abaixo.

Essa atividade deverá ser realizada em pequenos grupos.



Energia solar

Gean, proprietário de uma fábrica de pão em Morro do Coco, assustado com o valor da conta de luz que terá de pagar nesse mês, pediu ajuda ao seu filho Sandro para pensarem em uma alternativa para diminuir o consumo.

Sandro, ao avaliar os equipamentos da fábrica percebeu que a estufa era mantida aquecida por resistores elétricos, o que consome muita energia. Ele logo lembrou de uma aula de Física em que aprendeu sobre energia renovável e pensou que uma alternativa possível seria a utilização de energia solar, já que na região tem grande incidência de Sol boa parte do ano.

Seu pai, sem entender muito sobre o assunto resolveu buscar informações com Lara, uma engenheira elétrica amiga da família.

— Lara, estou tendo dificuldade para pagar o alto valor de minha conta de luz e não estou encontrando alternativas para diminuição do consumo nas operações. Por isso, eu e meu filho pensamos em buscar fontes alternativas de energia. Ele me falou que uma opção é a energia solar. Você acha que é possível utilizar esse tipo de energia lá na fábrica? Perguntou Gean.

— Acredito ser possível, respondeu Lara. Sandro já havia comentado comigo sobre a estufa e pensei na possibilidade de instalarmos painéis termo solares que captarão a energia proveniente dos raios de Sol e a transformarão em energia térmica.

— Mas tem como aproveitar o calor do Sol na estufa da fábrica? Perguntou Gean.

— Acredito que sim. Temos que estudar as plantas da fábrica para tentarmos criar um mecanismo, mas já adianto que podemos avaliar duas possibilidades: Painéis termo solares e

fotovoltaicos. No caso da fábrica, vamos avaliar o mais viável, mas a utilização da energia termo solar em indústrias alimentícias tem crescido muito no Brasil. O investimento inicial é menor que de painéis fotovoltaicos e gera uma boa economia na conta de luz.

— É, acho que vou precisar de mais explicações para entender melhor o funcionamento desses painéis.

Agora é com vocês!

Respondam os questionamentos feitos por Gean, posteriormente a essa conversa.

1- Como que, a partir da luz, Gean poderá economizar energia elétrica?

2- Como funciona um painel termo solar?

3- Qualquer luz (cor) pode vir a gerar energia elétrica? Justifique sua resposta.

4- Quais as vantagens e desvantagens da utilização de energia Solar?

5- Quais os motivos que justificam a variação na bandeira tarifária na conta de luz?

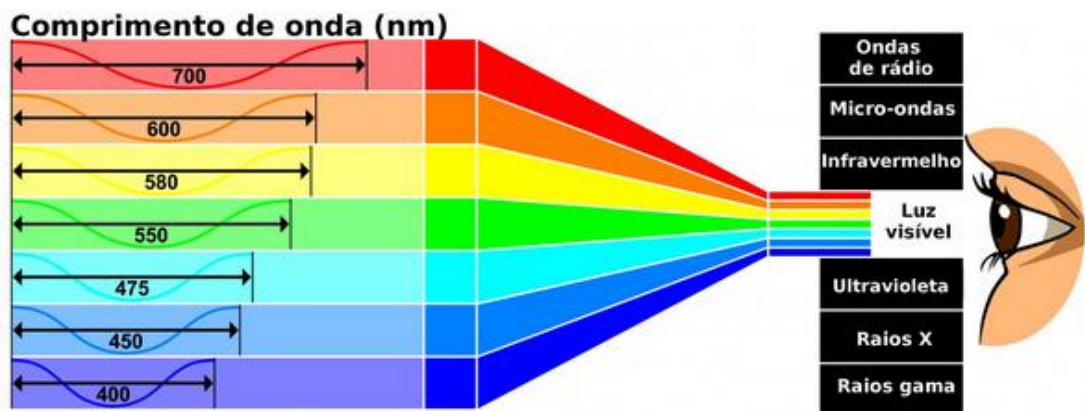
Aulas 9 e 10: Luz visível¹⁹

A luz visível é a faixa do espectro eletromagnético perceptível a olho nu. Essas ondas, como qualquer outra radiação eletromagnética, são originadas por cargas elétricas oscilantes.

A luz é tão importante que originou o desenvolvimento de um ramo especial da Física aplicada: a Óptica. Esta ciência estuda os fenômenos relacionados à luz e à visão, incluindo também os instrumentos ópticos.

O espectro visível é composto pelas cores *vermelho, laranja, amarelo, verde, ciano, azul e violeta*, cujos comprimentos de onda variam entre 700 nm e 400 nm.

Figura 5- Luz visível



Fonte: JÚNIOR, Joab Silas Da Silva. "O que é infravermelho?". Disponível em <<http://brasilecola.uol.com.br/o-que-e/fisica/o-que-e-infravermelho.htm>>. Acesso em 18 de outubro de 2018.

Luz Mono e Policromática²⁰

De acordo com sua cor a luz pode ser classificada como **monocromática** ou **policromática**.

A **luz monocromática** é aquela composta de apenas uma cor, como a luz vermelha emitida por um laser, enquanto a **luz policromática** é composta por uma combinação de duas ou mais cores monocromáticas, como por exemplo, a luz branca emitida pelo Sol.

¹⁹ TORRES, Carlos Magno A.; FERRARO, Nicolau Gilberto; SOARES, Paulo Antonio de Toledo. *Física: Ciências e Tecnologia*. v. 3. 2. ed. São Paulo: Moderna, 2010.

²⁰ Disponível em: http://www.sofisica.com.br/conteudos/Otica/Refracaodaluz/luz_mono_e_policromatica.php. Acesso em 22 de outubro de 2017.

Isaac Newton percebeu que a luz branca, ao atravessar um prisma de vidro, sofria dispersão e se decompunha nas cores do arco-íris, devido à diferença de frequência de cada cor que a compõe. Esse fenômeno ocorre em razão da dependência da velocidade da onda com a sua frequência. Quando a luz se propaga e muda de um meio para outro com um índice de refração diferente, as ondas de diferentes frequências tomam diversos ângulos na refração, assim sendo, surgem várias cores. Hoje em dia, é comum utilizar redes de difração (encontradas em CDs e DVDs) a fim de decompor o espectro visível da luz.

O processo contrário também é possível. Podemos, a partir das cores monocromáticas, formar a luz branca por meio do disco de Newton, que é uma experiência composta de um disco com as sete cores do espectro visível, que ao girar em alta velocidade, "recompõe" as cores monocromáticas, formando a cor policromática branca.

Figura 6- Disco de Newton



Fonte: http://www.sofisica.com.br/conteudos/Otica/Refracaodaluz/luz_mono_e_policromatica.php

Cor de um corpo²¹

Tudo o que se enxerga ou é produto de interação da radiação com os corpos ou a própria emissão de radiação por eles. Ao penetrar nos olhos essas ondas eletromagnéticas sensibilizam a retina e acabam desencadeando o mecanismo da visão. De fato, os olhos podem ser definidos como sensores de luz visível além de serem capazes de distinguir as cores.

Ao nosso redor é possível distinguir várias cores, principalmente quando estamos sob a luz do Sol, que é branca.

Esse fenômeno acontece, pois, quando é incidida luz branca sobre um corpo de cor verde, por exemplo, este absorve todas as outras cores do espectro visível, refletido de forma difusa apenas o verde, o que torna possível distinguir sua cor.

²¹ Disponível em: http://www.sofisica.com.br/conteudos/Otica/Refracaodaluz/luz_mono_e_policromatica.php. Acesso em 22 de outubro de 2017.

Por isso, um corpo de cor branca é aquele que reflete todas as cores, sem absorver nenhuma, enquanto um corpo de cor preta absorve todas as cores sobre ele incididas, sem refletir nenhuma, o que causa aquecimento.

O corpo de cor preta, ao absorver todas as cores esquenta mais, pois a energia luminosa é transformada em energia térmica, por isso em painéis termo solares costumam ser de cor preta para absorverem a maior quantidade de energia possível.

Energia solar²²

A energia solar incidente sobre a superfície da terra é superior a cerca de 10000 vezes a demanda bruta de energia atual da humanidade, porém sua baixa densidade (energia/área) e sua variação de acordo com a posição geográfica e temporal representam grandes desafios técnicos para sua utilização em larga escala. Com o intuito de aumentar o aproveitamento desse tipo de energia, diversas tecnologias vêm sendo estudadas, principalmente para a conversão fotovoltaica, a conversão térmica de energia.

A energia solar fotovoltaica constitui-se na conversão direta de energia luminosa em eletricidade, através de placas fotovoltaicas. Já a energia solar térmica constitui-se na conversão da energia luminosa em térmica seja para utilização imediata de aquecimento de água, processos industriais, etc, ou para a geração de eletricidade por meio de um processo termodinâmico (geração de vapor, etc).

Como funcionam os painéis solares térmicos

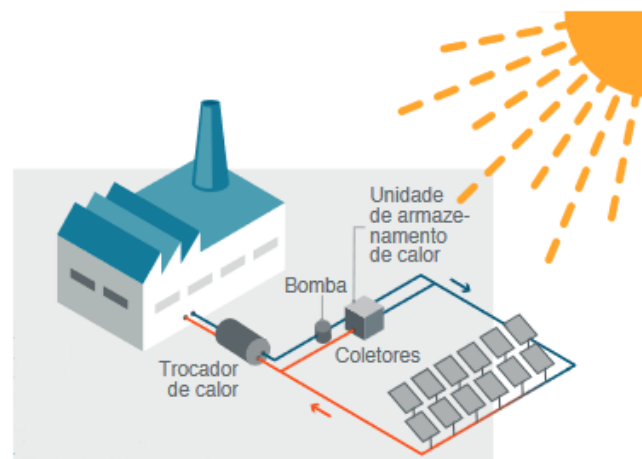
²³A base de funcionamento dos **painéis solares térmicos** é a utilização da luz solar para o aquecimento de água mais utilizada para aquecimento da água em banhos, para a lavagem das mãos, ou para o aquecimento interior da habitação. Este processo é centenário, mas os materiais modernos, e as técnicas atuais tornaram estes sistemas muito mais eficientes.

²² GALDINO, M. A. E. et. al. O contexto das energias renováveis no Brasil. Revista da DIRENG. Disponível em <<http://www.cresesb.cepel.br/publicacoes/download/Direng.pdf>>. Acesso em 19 de outubro de 2017.

²³ Como funcionam os painéis solares térmicos. Disponível em: <<http://www.paineissolaresfotovoltaicos.com/como-funcionam-os-paineis-solares-termicos/>> Acesso em: 18 de outubro de 2017.

²⁴Na indústria utiliza-se de um sistema conhecido como SHIP que é a abreviação de *Solar Heat for Industrial Processes* e descreve o sistema que fornece energia heliotérmica a uma fábrica. A radiação solar captada pela área de coletores aquece um fluido de processo e um trocador de calor transfere este calor a um sistema de abastecimento ou processo de produção de uma fábrica, por exemplo, água quente, fluxo de ar ou vapor. Tanto nos sistemas utilizados em fábricas, quanto nos de casas podem ser instalados unidades de armazenamento que possibilitam que o calor gerado seja utilizado durante a noite.

Figura 7- Usina que utiliza energia termosolar



Fonte: Solar Payback. Energia termosolar para indústria. Disponível em: <http://www.solarthermalworld.org/sites/gstec/files/news/file/20170624/energia_termossolar_para_a_industria_solar_payback_april_2017.pdf> Acesso em: 18 de outubro de 2017.

Atividade em grupo:

- 1- Reunam-se em grupo, pesquisem e montem um disco de Newton com materiais diversos e tragam na próxima aula. Lembrem-se: use a criatividade e divirtam-se durante a montagem. Na próxima aula cada grupo apresentará o seu trabalho.
- 2- Pesquisem sobre o funcionamento, as vantagens e desvantagens da energia solar. Na próxima aula discutiremos sobre o assunto.

²⁴ Solar Payback. Energia termosolar para indústria. Disponível em: <http://www.solarthermalworld.org/sites/gstec/files/news/file/2017-0624/energia_termossolar_para_a_industria_solar_payback_april_2017.pdf> Acesso em: 18 de outubro de 2017.

EXERCÍCIOS

1- (Unesp) A luz visível é uma onda eletromagnética, que na natureza pode ser produzida de diversas maneiras. Uma delas é a bioluminescência, um fenômeno químico que ocorre no organismo de alguns seres vivos, como algumas espécies de peixes e alguns insetos, onde um pigmento chamado luciferino, em contato com o oxigênio e com uma enzima chamada luciferase, produz luzes de várias cores, como verde, amarela e vermelha. Isso é o que permite ao vaga-lume macho avisar, para a fêmea, que está chegando, e à fêmea indicar onde está, além de servir de instrumento de defesa ou de atração para presas.

As luzes verde, amarela e vermelha são consideradas ondas eletromagnéticas que, no vácuo, têm:

- a) os mesmos comprimentos de onda, diferentes frequências e diferentes velocidades de propagação.
- b) diferentes comprimentos de onda, diferentes frequências e diferentes velocidades de propagação.
- c) diferentes comprimentos de onda, diferentes frequências e iguais velocidades de propagação.
- d) os mesmos comprimentos de onda, as mesmas frequências e iguais velocidades de propagação.
- e) diferentes comprimentos de onda, as mesmas frequências e diferentes velocidades de propagação

2- Comparadas com a luz visível, as micro-ondas tem:

- a) velocidade de propagação menor no vácuo.
- b) fótons de energia maior.
- c) frequência menor.
- d) comprimento de onda igual.
- e) comprimento de onda menor.

Aulas 11 e 12: O Sol e suas radiações

Atividade - Estudo de Caso

Antes de iniciarmos a aula, formem pequenos grupos e, após a leitura do Caso, respondam as perguntas que o seguem.



Um dia de praia

Amanda entrou de férias após terminar as provas finais no Colégio Estadual Atilano Crisóstomo e foi passar o final de semana em Guarapari com a sua família. Ao chegar, logo pela manhã, foi direto para a praia, onde ficou até ao final da tarde.

Quando sua mãe a viu chegando em casa, toda vermelha, logo perguntou:

— Amanda, você está muito queimada. Esqueceu de usar protetor solar?

— Esqueci de levar, mas, a todo o momento que eu me sentia quente, entrava na água e me refrescava. Não entendi porque me queimei desse jeito. – Respondeu Amanda.

Sua mãe logo retrucou.

— Você está completamente equivocada, Amanda!

— Poxa, mãe, quando encosto em alguma coisa quente água gelada resolve. Porque com o Sol é diferente? E como é que o Sol pode queimar tanto se estamos tão longe dele? – Perguntou Amanda.

— Eu não sei a explicação detalhada, mas sempre é necessário utilizarmos protetor solar, principalmente entre as 10:00 h e às 16:00 h, pois nesse período ocorre a maior incidência dos raios UVB. – Respondeu sua mãe.

— UVB? O que é isso? Acho que a professora de Biologia já falou sobre isso quando explicava sobre a camada de ozônio. Tem alguma relação? – Perguntou Amanda.

— Tem sim, filha. UVB é uma faixa de radiação ultravioleta que é parcialmente filtrada pela camada de ozônio. Vi em uma reportagem que o Brasil faz parte do Protocolo de Montreal que vale desde 1987 e tem a adesão de 197 países que assumiram o compromisso de eliminar a geração e uso de substâncias nocivas à camada de ozônio que são encontrados, por exemplo, nos equipamentos de refrigeração e ar-condicionado. Parece que o uso dessas

substâncias causa “buracos” na camada de ozônio, o que faz com que mais raios UVB nos atinjam e esses raios podem causar até câncer de pele.

— Nossa, que interessante! Eu não sabia que a radiação do Sol pode ser tão perigosa. Acho que vou ficar longe dele!!! Disse Amanda ao ouvir a sua mãe

— Não precisa tanto. Tomando as devidas precauções, tomar Sol até as 10:00 h e depois das 16:00 h faz bem à saúde.

— Hum... Vou pesquisar mais sobre o assunto para tentar entender melhor. De qualquer forma, a partir de agora sempre irei utilizar filtro solar quando eu ficar exposta ao Sol.

— Muito bem, minha filha!

Agora é com vocês. Pensem sobre o assunto e respondam as questões apresentadas abaixo.

Redija uma explicação de que forma o calor do Sol chega à Terra e diga como Amanda poderia evitar os efeitos nocivos do Sol?

Como a radiação do Sol pode causar queimaduras na pele?

Quais efeitos (positivos e negativos) a exposição excessiva ao Sol pode causar?

Quais os tipos de radiação que são emitidas pelo Sol chegam até à Terra?

Quais as substâncias utilizadas na indústria de refrigeradores que afetam a camada de ozônio?

O que é o Protocolo de Montreal e quais efeitos ambientais a adesão a esse protocolo busca trazer?

RADIAÇÃO ULTRAVIOLETA²⁵

De toda a energia do Sol que chega à superfície da Terra, por volta de 9% corresponde à **radiação ultravioleta**. Trata-se de um tipo de radiação eletromagnética com comprimento de onda entre 200 nm a 400 nm, inferior à faixa visível do espectro.

A radiação ultravioleta foi descoberta pelo físico Johann Wilhelm Ritter durante experimentos de fotoquímica, e concluiu que um tipo de luz “quimicamente mais poderosa”, invisível ao olho humano, devia situar-se além do extremo violeta do espectro eletromagnético (TORRES; FERRARO; SOARES, 2010, p. 157).

A radiação ultravioleta (UV), é a mais energética entre as predominantemente emitidas pelo Sol, sendo classificada como radiação ionizante. Dentre as radiações emitidas pelo Sol, a UV é a mais perigosa para a vida na Terra e por isso é necessário nos protegermos dela. A camada de ozônio (O₃) atua como um escudo, impedindo que a maior parte da radiação ultravioleta alcance a superfície do planeta nos protegendo contra os malefícios provocados pela incidência desses raios.

A camada de ozônio começou a ganhar notoriedade a partir das descobertas dos cientistas F. Sherwood Rowland e Mário Molina em 1974, que suspeitavam que grandes quantidades de um composto estável CFC (Clorofluorcarbonos ou CFC₁₃ e CFC₂Cl₂, respectivamente Freón-11 e Freón-12 ou Halons), de alguma maneira estariam circulando na atmosfera, mais especificamente na estratosfera (acima dos 20 Km), criando condições para uma exposição à elevada radiação presente nestas altitudes, gerando assim, uma reação onde seria atacado o ozônio. Tal teoria foi batizada de “Ciclo Catalítico do cloro” e no meio informativo como teoria da destruição da camada de ozônio.

Reconhecendo as sérias implicações que a diminuição da camada de ozônio pode ter, várias nações admitiram a necessidade de diminuir drasticamente ou mesmo parar totalmente a produção de CFCs e outros poluentes atmosféricos. Em 1987 foi assinado pelos países mais industrializados um tratado – Protocolo de Montreal – em que se estabeleceram metas para a redução da produção de CFCs com o objetivo final da eliminação total do uso destas substâncias.

A radiação ultravioleta pode ser classificada em três tipos: UVA, UVB e UVC.

²⁵ Radiação ultravioleta. Disponível em: <<https://www.infoescola.com/fisica/radiacao-ultravioleta/>> . Acesso em 22 de outubro de 2017.

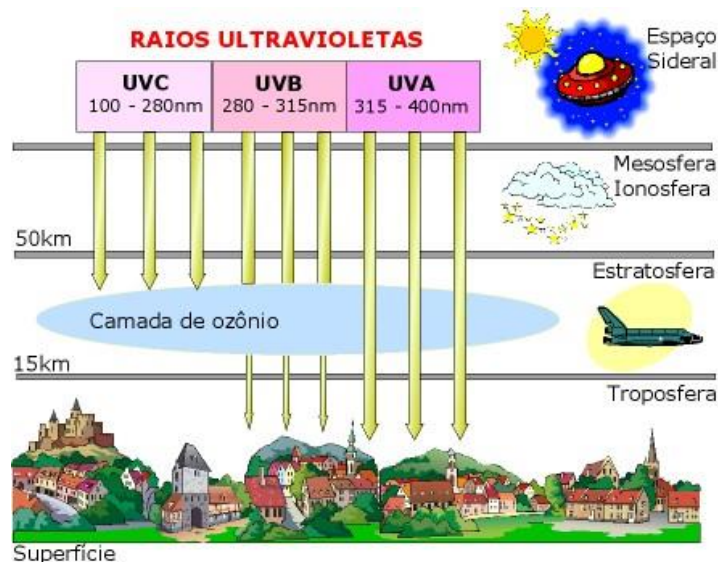


Os **raios UVA** não são absorvidos pela camada de ozônio e por isso são os de maior incidência na superfície terrestre. Eles incidem durante todo o dia e em todas as estações do ano, incluindo dias nublados e com baixa luminosidade.

Os **raios UVB**, são parcialmente absorvidos pela camada de ozônio, apresentando maior incidência durante o verão, principalmente entre às 10h e 16h.

Já os **raios UVC** é a radiação mais perigosa para a biosfera, porém são completamente absorvidas na camada de ozônio. Essa radiação é utilizada com fontes artificiais na esterilização de materiais cirúrgicos e em processos de tratamento de água, graças à sua propriedade bactericida.

Figura 8- Raios ultravioleta



Fonte: MORAES, Isabela. A proteção extra que os olhos precisam. Disponível em: <<http://www.usp.br/espacoaberto/?materia=a-protecao-exata-que-os-olhos-precisam>>. Acesso em: 20 de outubro de 2017.

Em se tratando de saúde humana, os raios UV trazem alguns sérios danos. Os raios UVA, embora não causem queimaduras, são capazes de penetrar nas camadas mais profundas da pele e danificar as fibras de colágeno e elastina, causando o envelhecimento precoce. Os raios UVB, por sua vez, provocam vermelhidão da pele (eritema) e queimaduras. A superexposição a esses raios, além dessas complicações, também pode levar ao surgimento de sardas e manchas e até aumentar o risco de desenvolver câncer; sem esquecer dos prejuízos aos olhos, como catarata e cegueira.

Esses raios não causam somente danos à saúde, eles também podem apresentar benefícios à vida humana, como, por exemplo, a síntese da vitamina D, substância muito importante ao metabolismo do cálcio e do fósforo, que ocorre quando há exposição aos raios ultravioleta. Mas essa exposição deve ocorrer de forma moderada, preferencialmente em horários de menor incidência: antes das 10 horas da manhã e após as 16h.

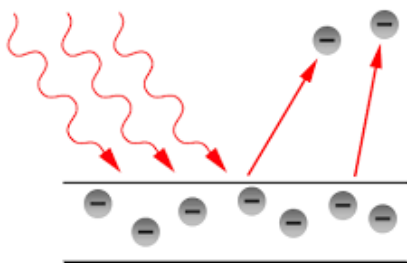
Como medida de prevenir os possíveis danos causados pela exposição à esse tipo de radiação, recomenda-se o uso contínuo de **filtro solar**, de preferência com proteção contra os raios UVA e UVB. Além do filtro solar, outros cuidados também devem ser tomados, como por exemplo o uso de óculos escuros com proteção UV, uso de chapéus ou bonés e evitar exposições prolongadas e bronzamentos artificiais.

Figura 9: Efeitos da radiação UV na pele



Fonte: Disponível em: <<http://brasilaromaticos.com.br/app/webroot/blog/qual-a-importancia-do-uso-do-filtro-solar/>>. Acesso em 20 de outubro de 2017.

Efeito fotoelétrico²⁶



Um fenômeno físico muito importante ocorre quando uma placa metálica é exposta à radiação ultravioleta²⁷. Essa radiação possui energia suficiente para arrancar elétrons do metal e a esse efeito dá-se o nome de efeito fotoelétrico.

A descoberta desse efeito ocorreu entre 1886 e 1887 por Henrich Hertz. Einstein (em 1905) já havia explicado que a radiação é composta por pacotes de energia (fótons) e que estes são absorvidos pelos elétrons do metal, que são ejetados. Ele também demonstrou que a energia

²⁶ Disponível em: <<http://mundoeducacao.bol.uol.com.br/fisica/o-efeito-fotoeletrico.htm>> . Acesso em: 22 de outubro de 2017.

²⁷ É possível a ocorrência do efeito fotoelétrico incidindo luz visível sobre a superfície de potássio, por exemplo, mas não sobre uma superfície metálica.

com que os elétrons são ejetados não depende da quantidade de fótons incidentes, e sim da frequência que esses fótons possuem.

A ocorrência do efeito fotoelétrico através da incidência de radiação ultravioleta em metais mostra que essa radiação possui caráter ionizante. Além disso, esse efeito evidencia o aspecto dual (onda-partícula) da radiação eletromagnética, isto é: aspecto ondulatório, para explicar fenômenos de interferência e difração e aspecto corpuscular (ou quântico), para descrever detalhes da interação da radiação com a matéria.

EXERCÍCIOS

1- (Enem 2012) Nossa pele possui células que reagem à incidência de luz ultravioleta e produzem uma substância chamada melanina, responsável pela pigmentação da pele. Pensando em se bronzear, uma garota vestiu um biquíni, acendeu a luz de seu quarto e deitou-se exatamente abaixo da lâmpada incandescente. Após várias horas ela percebeu que não conseguiu resultado algum. O bronzeamento não ocorreu porque a luz emitida pela lâmpada incandescente é de:

- a) baixa intensidade.
- b) baixa frequência
- c) um espectro contínuo.
- d) amplitude inadequada
- e) curto comprimento de onda

Aulas 13 e 14: Raios X e Radiação Gama

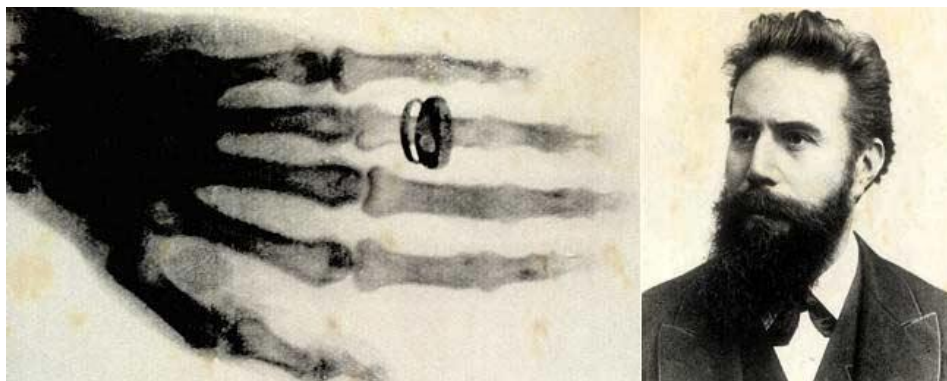
Os raios X foram descobertos pelo físico alemão **Wilhelm Konrad Röntgen** (1845-1923), no final de 1895 enquanto trabalhava com raios catódicos. Em um dado momento, Röntgen percebeu que uma folha de papel tratada com platinocianeto de bário emitia luz – e até mesmo o lado que não estava revestido com o platinocianeto também brilhava.

Esse fato ocorreu mesmo com a ampola de Crookes estando coberta por uma cartolina negra. Ao investigar mais a fundo, para entender a origem dessa luminosidade, Röntgen colocou vários objetos entre a ampola e a tela e observou que todos pareciam ficar transparentes – e qual não foi sua surpresa quando viu os próprios ossos da mão na tela.

Visto que considerava esses raios ainda muito enigmáticos, ele denominou-os de **raios X**.

Em dezembro de 1895, ele fez a radiação atravessar a mão de sua mulher por alguns minutos, atingindo do outro lado uma chapa fotográfica. Quando a chapa foi revelada, nela podiam ser vistas as sombras dos ossos de sua mulher e até seu anel que não havia tirado.

Figura 9- Primeira imagem de raios X



Fonte: VEJA. O poder dos raios X. Disponível em: < <http://veja.abril.com.br/historia/olimpiada-1896/ciencia-raio-x-wilhelm-rontgen.shtml> > Acesso em: 08 de setembro de 2013.

Vários cientistas então começaram a investigar esses novos raios que podiam mostrar o corpo humano por dentro e que representavam uma extraordinária evolução, principalmente para o campo da medicina. Até que os cientistas Max von Laue, Friedrich e Knipping explicaram que os raios X eram resultado da colisão de raios catódicos (elétrons) contra os átomos do cátodo. Não sendo como as radiações alfa, beta e gama, que são de origem nuclear.

Assim, é possível definir os raios X da seguinte forma:

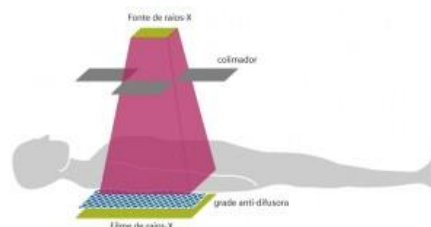
São radiações eletromagnéticas com frequência além do ultravioleta com comprimentos de onda entre $10^{-11}m$ e $10^{-8} m$.

De fato, a descoberta dos raios X foi de grande importância para técnicas científicas que necessitam de um diagnóstico mais aprofundado, como é o caso de análises por imagem em estudos médicos, já que o corpo humano é opaco a luz visível. Tendo em vista que o grau de absorção dos raios X pelos ossos é maior que os tecidos moles, a incidência controlada dessa radiação sobre partes do corpo humano torna-se possível à verificação da existência, por exemplo, de fraturas nos ossos.

Quando empregado de forma descontrolada e por se tratar de uma radiação ionizante altamente energética, os raios X podem causar danos nos tecidos dos seres vivos, pois são capazes de ionizar as moléculas podendo alterar a estrutura molecular como um todo. Por outro lado, com o avanço da tecnologia, foi possível estabelecer limites de exposição que auxiliam no tratamento do câncer, como a radioterapia, a qual usa radiações ionizantes para destruir células cancerosas. Por isso, pessoas que trabalham com radiografias usam aventais de chumbo (que não permitem que essas radiações atravessem) e se mantêm longe no momento do disparo.

Em radiografia, um feixe de raios X, produzido por um gerador de raios X, e transmitido através de um objeto. Os raios X são absorvidos pelo material e passam por ele em diferentes quantidades dependendo da densidade e composição do material. Os raios X não absorvidos passam através do objeto e são gravados em um filme sensível a raios X.

Figura 10- Configuração básica de um equipamento de raios X.



Fonte: Disponível em: < <http://www.radiacao-medica.com.br/tipos-de-imagens-medicas/raios-x/radiografia-raios-x-simples/>>. Acesso em 22 de outubro de 2017.

O colimador restringe o feixe de raios X para que a irradiação atinja somente a região de interesse. A grade anti-difusora aumenta o contraste do tecido pela redução do número de raios X espalhados pelo tecido.

RADIAÇÃO GAMA

Atividade: Estudo de Caso

Formem pequenos grupos e resolvam as questões propostas no Caso após a leitura com o professor.

A Física por trás do Hulk



João estava lendo o quadrinho do Incrível Hulk quando parou para pensar sobre a radiação que atingiu o Doutor Bruce. Ele se perguntou se, ao utilizar esse raio gama em alguém, seria possível algo do tipo acontecer na vida real. Intrigado levou a revista para a escola e, na aula de Física, perguntou à professora. _ Professora, estou lendo essa revista e fiquei curioso quanto a uma coisa. Esses raios gama existem mesmo? E se existem, será que tem como criar um Hulk na vida real?

Sua professora logo lhe respondeu. _ João, eles existem sim e possuem várias aplicações na vida real, como você disse. Esses raios são utilizados inclusive na medicina, mas criar um Hulk utilizando essa radiação é meio difícil, já que sua interação com a matéria viva tende a destruir as células e não dar superpoderes a elas. Para você ter uma noção de seus efeitos, esse é o tipo de radiação liberada pela bomba atômica que os Estados Unidos lançaram em Hiroshima e Nagasaki e que trouxe consequências trágicas para a população. Hoje a Coreia do Norte ameaça lançar uma bomba de hidrogênio contra os Estados Unidos que é muito mais devastadora, o que tem causado uma preocupação mundial.

— Cruzes, professora. Então por que essa radiação é usada se pode ser tão destrutiva?
- Perguntou João.

— Baseada nessa sua pergunta vou propor um trabalho para a turma. Quero que vocês em pequenos grupos pesquisem sobre as aplicações da radiação gama e na aula que vem discutiremos sobre o que é a radiação gama assim como o que pode trazer de benefício e prejuízo para o mundo. Tudo bem, turma?

— Sim professora. – Respondeu a turma.

Imaginem que vocês fazem parte dessa turma e respondam.

1- O que são os raios gama?

2- Quais equipamentos e processos que utilizam a radiação gama?

3- Baseado nas aplicações tecnológicas que utilizam a radiação nuclear em seu funcionamento (indústria alimentícia, equipamentos médicos, armas nucleares, usinas nucleares e etc.), redija um texto expondo o que pensa quanto a utilização da radiação gama.

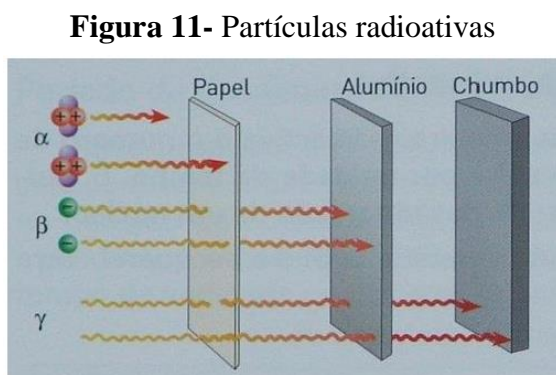
RADIAÇÃO GAMA

²⁸No final do século XIX, cientistas perceberam que átomos de algumas substâncias emitiam radiação sem que houvesse, aparentemente, qualquer alteração na matéria. Esta radiação era emitida na desintegração de certos núcleos através dos processos de fissão, fusão e decaimento radioativo de alguns elementos químicos. Ernest Rutherford identificou experimentalmente que um núcleo atômico ao se desintegrar pode irradiar três tipos de radiação: partículas alfa (α), partículas beta (β) e raios gama (γ).

Os raios gama são semelhantes aos Raios X e é difícil distingui-los um do outro. Ambos são classificados como radiação ionizante e, por isso, podem interagir e causar danos irreparáveis às células animais. A única distinção entre eles está na origem da radiação; enquanto os Raios X são produzidos por elétrons de camadas eletrônicas internas dos átomos os raios gama são produzidos no interior dos núcleos atômicos.

Os raios gama são ondas eletromagnéticas que se encontram na faixa de frequência mais elevada do espectro eletromagnético, estando compreendida entre 10^{20} hertz e 10^{25} hertz. Devido sua altíssima energia, possuem um grande poder de penetração. Da mesma forma que os raios X, em condições controladas, os raios gama podem destruir células cancerosas, mas, sem controle, podem provocar o câncer.

A Figura 11 mostra os diferentes poderes de penetração das diferentes partículas radioativas, identificando o Raio Gama como a partícula de maior poder de penetração.



Fonte: FOGAÇA, Jennifer. Radiações alfa, beta e gama. Disponível em: <<http://www.alunosonline.com.br/quimica/radiacoes-alfa-beta-gama.html>> Acesso em: 08 de novembro de 2017.

²⁸ TORRES, Carlos Magno A.; FERRARO, Nicolau Gilberto; SOARES, Paulo Antônio de Toledo. *Física: Ciências e Tecnologia*. v. 3. 2. ed. São Paulo: Moderna, 2010.

²⁹Devido a seu altíssimo poder de penetração, as radiações gama são aquelas que possuem maior efeito danoso aos sistemas biológicos. As alterações sofridas pelas células podem ser morfológicas e funcionais. A intensidade das reações provocadas nos tecidos vai depender da dose, da área irradiada, da sensibilidade do tecido e do estágio de desenvolvimento das células. Quanto menor o grau de diferenciação celular dos tecidos maior a sua sensibilidade às radiações ionizantes, adicionando-se ainda o fato que as células são mais sensíveis durante seus períodos de mitose, de aumento de metabolismo e durante estágios embrionários.

³⁰Os efeitos biológicos decorrentes das radiações ionizantes podem ser divididos em determinísticos e estocásticos. Os efeitos determinísticos são aqueles consequentes à exposição a altas doses de radiação e dependem diretamente desta exposição, como a morte celular (de células malignas submetidas à radioterapia), as queimaduras de pele, a esterilidade ou a ocorrência de cataratas. Os efeitos estocásticos ou aleatórios são aqueles não aparentes e que se manifestam após meses ou anos da exposição à radiação, não permitindo estabelecer claramente uma relação de “causa e efeito”. Estão relacionados a baixas doses de radiação, como aquelas decorrentes de exposições frequentes às quais os profissionais que trabalham com radiação estão sujeitos. A probabilidade da ocorrência do efeito estocástico é proporcional à dose e os efeitos mais relevantes são a mutação e a carcinogênese.

Um fato histórico ilustra os danos causados pela radiação. No período posterior à Segunda Guerra Mundial, entra em cena a bomba atômica, uma arma com um poder de destruição muito superior ao das armas que, até então, eram utilizadas nos conflitos internacionais. As bombas atômicas jogadas sobre as cidades japonesas de Hiroshima e Nagasaki, em 1945, causaram um enorme impacto, tanto nos sistemas biológicos da região, quanto na opinião pública mundial.



²⁹ GASPARIN, Dayanne. *Efeitos biológicos da radiação ionizante*. Dissertação (Monografia do Curso de Especialização em Radiologia Odontológica) - Universidade Tuiuti do Paraná. Curitiba, 2010. Disponível em: <<http://tconline.utp.br/wp-content/uploads/2011/11/EFEITOS-BIOLOGICOS-DA-RADIACAO-IONIZANTE.pdf>> Acesso em: 08 de novembro de 2017.

³⁰ BIRAL, Antônio Renato. *Radiações ionizantes para médicos, físicos e leigos*. Florianópolis: Insular, 2002.

³¹Os efeitos da bomba atômica são inúmeros. Além de milhares de mortos e devastação da cidade onde for jogada a bomba, há também a ocorrência de lesões traumáticas graves (feridas, fraturas, síndrome de compressão etc.), queimaduras e consequências radiológicas (síndrome de radiação, alterações genéticas, tumores cancerosos etc.). As consequências imediatas manifestam-se, o mais tardar, nos vinte e quatro primeiros meses que se seguem ao ataque nuclear. As consequências tardias aparecem após muitos meses e até anos. Quanto aos efeitos genéticos, que estão situados na esfera das consequências tardias, apresentam-se durante dezenas de anos em gerações sucessivas, nos descendentes das pessoas que ficaram expostas à irradiação.

O processo de irradiação de diferentes produtos com raios gama cresce significativamente no mundo. Devido à sua elevada energia, podem causar danos no núcleo das células, por isso são usados para esterilizar equipamentos médicos, alimentos e diversos outros produtos.

Com relação a produtos alimentícios, a irradiação com raios gama permite a descontaminação de alimentos através da eliminação de microrganismos patogênicos, tais como a *Salmonella Typhimurium*. Além disso, eleva a vida útil do produto, aumentando o seu tempo na prateleira.

Figura 12- Símbolo referente a alimentos irradiados



Fonte: Disponível em: <<http://mundoeducacao.boi.uol.com.br/quimica/uso-radiacao-na-industria-alimentos.htm>>. Acesso em 08 de novembro de 2017.

³¹ RIBEIRO, Jayme. Os “filhos da bomba”: memória e história entre os relatos de sobreviventes de Hiroshima e Nagasaki e a “Campanha pela Proibição das Bombas Atômicas” no Brasil (1950). *Outros tempos*. v. 6, n. 7, julho. 2009. Disponível em: <http://www.outrostempos.uema.br/OJS/index.php/outros_tempos_uema/article/download/192/13> Acesso em: 08 de novembro de 2017.

ATIVIDADE FINAL

Atividade – Mapa conceitual (Tarefa individual)

Refaça o mapa conceitual apresentado na primeira aula, corrigindo os possíveis erros e complementando com os novos conhecimentos adquiridos ao longo das aulas.

Para construir um mapa conceitual siga as dicas abaixo:

1. *Identifique os conceitos-chave do conteúdo que vai mapear e ponha-os em uma lista.*
2. *Ordene os conceitos, colocando o(s) mais geral(is), mais inclusivo(s), no topo do mapa e, gradualmente, vá agregando os demais até completar o diagrama.*
3. *Conecte os conceitos com linhas e rotule essas linhas com uma ou mais palavras-chave que explicitem a relação entre os conceitos.*
4. *Exemplos podem ser agregados ao mapa, embaixo dos conceitos correspondentes.*
5. *Não se preocupe com “começo, meio e fim”, o mapa conceitual é estrutural, não sequencial.*

Agora, elabore um mapa conceitual, em uma folha separada, utilizando o maior número possível de palavras do quadro abaixo.

Obs: Você pode acrescentar palavras que julgue estar no contexto.

Ondas	Ondas eletromagnéticas	Micro-ondas	Vácuo	Meio material
Ondas mecânicas	Ultravioleta	Raio X	Raios Gama	Luz visível
Infravermelho	Som	Tv	Cores	Sol
Rádio	Exames médicos	Transporte de energia	Interação com a matéria	Celular
Telecomunicação	Espectro eletromagnético			