



ensino fundamental  
**8ª SÉRIE**  
volume 4 - 2009

caderno do  
**PROFESSOR**

# CIÊNCIAS



## GOVERNO DO ESTADO DE SÃO PAULO

Governador  
José Serra

Vice-Governador  
Alberto Goldman

Secretário da Educação  
Paulo Renato Souza

Secretário-Adjunto  
Guilherme Bueno de Camargo

Chefe de Gabinete  
Fernando Padua

Coordenadora de Estudos e Normas  
Pedagógicas  
Valéria de Souza

Coordenador de Ensino da Região  
Metropolitana da Grande São Paulo  
José Benedito de Oliveira

Coordenador de Ensino do Interior  
Rubens Antonio Mandetta

Presidente da Fundação para o  
Desenvolvimento da Educação – FDE  
Fábio Bonini Simões de Lima

### EXECUÇÃO

**Coordenação Geral**  
Maria Inês Fini

#### Concepção

Guiomar Namó de Mello  
Lino de Macedo  
Luís Carlos de Menezes  
Maria Inês Fini  
Ruy Berger

### GESTÃO

Fundação Carlos Alberto Vanzolini

**Presidente do Conselho Curador:**  
Antonio Rafael Namur Muscat

**Presidente da Diretoria Executiva:**  
Mauro Zilbovicius

**Diretor de Gestão de Tecnologias aplicadas  
à Educação:** Guilherme Ary Plonski

**Coordenadoras Executivas de Projetos:**  
Beatriz Scavazza e Angela Sprenger

### COORDENAÇÃO TÉCNICA

CENP – Coordenadoria de Estudos e  
Normas Pedagógicas

### Coordenação do Desenvolvimento dos Conteúdos Programáticos e dos Cadernos dos Professores

Ghisleine Trigo Silveira

#### AUTORES

##### Ciências Humanas e suas Tecnologias

Filosofia: Paulo Miceli, Luiza Christov, Adilton  
Luís Martins e Renê José Trentin Silveira

Geografia: Angela Corrêa da Silva, Jaime Tadeu  
Oliva, Raul Borges Guimarães, Regina Araujo,  
Regina Célia Bega dos Santos e Sérgio Adas

História: Paulo Miceli, Diego López Silva,  
Glaydson José da Silva, Mônica Lungov Bugelli  
e Raquel dos Santos Funari

Sociologia: Heloisa Helena Teixeira de Souza  
Martins, Marcelo Santos Masset Lacombe,  
Melissa de Mattos Pimenta e Stella Christina  
Schrijnemaekers

##### Ciências da Natureza e suas Tecnologias

Biologia: Ghisleine Trigo Silveira, Fabiola  
Bovo Mendonça, Felipe Bandoni de Oliveira,  
Lucilene Aparecida Esperante Limp, Maria  
Augusta Querubim Rodrigues Pereira, Olga  
Aguilar Santana, Paulo Roberto da Cunha,  
Rodrigo Venturoso Mendes da Silveira  
e Solange Soares de Camargo

Ciências: Ghisleine Trigo Silveira, Cristina Leite,  
João Carlos Miguel Tomaz Micheletti Neto,  
Julio César Foschini Lisbão, Lucilene Aparecida  
Esperante Limp, Maira Batistoni e Silva, Maria  
Augusta Querubim Rodrigues Pereira, Paulo  
Rogério Miranda Correia, Renata Alves Ribeiro,  
Ricardo Rechi Aguiar, Rosana dos Santos Jordão,  
Simone Jaconetti Ydi e Yassuko Hosoume

Física: Luis Carlos de Menezes, Estevam  
Rouxinol, Guilherme Brockington, Ivã Gurgel,  
Luís Paulo de Carvalho Piassi, Marcelo de  
Carvalho Bonetti, Maurício Pietrocola Pinto de  
Oliveira, Maxwell Roger da Purificação Siqueira,  
Sonia Salem e Yassuko Hosoume

Química: Maria Eunice Ribeiro Marcondes,  
Denilse Moraes Zambom, Fabio Luiz de Souza,  
Hebe Ribeiro da Cruz Peixoto, Isis Valença de Sousa  
Santos, Luciane Hiromi Akahoshi, Maria Fernanda  
Penteado Lamas e Yvone Mussa Esperidião

##### Linguagens, Códigos e suas Tecnologias

Arte: Gisa Picosque, Mirian Celeste Martins,  
Geraldo de Oliveira Suzigan, Jéssica Mami Makino  
e Sayonara Pereira

Educação Física: Adalberto dos Santos Souza,  
Jocimar Daolio, Luciana Venâncio, Luiz Sanches Neto,  
Mauro Betti e Sérgio Roberto Silveira

LEM – Inglês: Adriana Ranelli Weigel Borges, Alzira  
da Silva Shimoura, Livia de Araújo Donnini Rodrigues,  
Priscila Mayumi Hayama e Sueli Salles Fidalgo

Língua Portuguesa: Alice Vieira, Débora Mallet  
Pezarim de Angelo, Eliane Aparecida de Aguiar,  
José Luís Marques López Landeira e João Henrique  
Nogueira Mateos

##### Matemática

Matemática: Nilson José Machado, Carlos Eduardo  
de Souza Campos Granja, José Luiz Pastore Mello,  
Roberto Perides Moisés, Rogério Ferreira da Fonseca,  
Ruy César Pietropaolo e Walter Spinelli

##### Caderno do Gestor

Lino de Macedo, Maria Eliza Fini e Zuleika de Felice Murrice

##### Equipe de Produção

**Coordenação Executiva:** Beatriz Scavazza  
**Assessores:** Alex Barros, Beatriz Blay, Carla de Meira  
Leite, Eliane Yambanis, Heloisa Amaral Dias de  
Oliveira, José Carlos Augusto, Luiza Christov, Maria  
Eloisa Pires Tavares, Paulo Eduardo Mendes, Paulo  
Roberto da Cunha, Pepita Prata, Renata Elsa Stark,  
Ruy César Pietropaolo, Solange Wagner Locatelli e  
Vanessa Dias Moretti

##### Equipe Editorial

**Coordenação Executiva:** Angela Sprenger  
**Assessores:** Denise Blanes e Luis Márcio Barbosa  
**Projeto Editorial:** Zuleika de Felice Murrice  
**Edição e Produção Editorial:** Conexão Editorial,  
Edições Jogo de Amarelinha, Adesign e Occy Design  
(projeto gráfico)

##### APOIO

FDE – Fundação para o Desenvolvimento da Educação

##### CTP, Impressão e Acabamento

Imprensa Oficial do Estado de São Paulo

A Secretaria da Educação do Estado de São Paulo autoriza a reprodução do conteúdo do material de sua titularidade pelas demais secretarias de educação do país, desde que mantida a integridade da obra e dos créditos, ressaltando que direitos autorais protegidos\* deverão ser diretamente negociados com seus próprios titulares, sob pena de infração aos artigos da Lei nº 9.610/98.

\* Constituem "direitos autorais protegidos" todas e quaisquer obras de terceiros reproduzidas no material da SEE-SP que não estejam em domínio público nos termos do artigo 41 da Lei de Direitos Autorais.

Catalogação na Fonte: Centro de Referência em Educação Mario Covas

S239c São Paulo (Estado) Secretaria da Educação.

Caderno do professor: ciências, ensino fundamental - 8ª série, volume 4 / Secretaria da Educação; coordenação geral, Maria Inês Fini; equipe, Cristina Leite, João Carlos Miguel Tomaz Micheletti Neto, Maira Batistoni e Silva, Maria Augusta Querubim Rodrigues Pereira, Renata Alves Ribeiro, Yassuko Hosoume. – São Paulo : SEE, 2009.

ISBN 978-85-7849-394-3

1. Ciências 2. Ensino Fundamental 3. Estudo e ensino I. Fini, Maria Inês. II. Leite, Cristina. III. Micheletti Neto, João Carlos Miguel Tomaz. IV. Silva, Maira Batistoni e. V. Pereira, Maria Augusta Querubim Rodrigues. VI. Ribeiro, Renata Alves. VII. Hosoume, Yassuko. VIII. Título.

CDU: 373.3:5

Caras professoras e caros professores,

Este exemplar do Caderno do Professor completa o trabalho que fizemos de revisão para o aprimoramento da Proposta Curricular de 5<sup>a</sup> a 8<sup>a</sup> séries do Ensino Fundamental – Ciclo II e do Ensino Médio do Estado de São Paulo.

Graças às análises e sugestões de todos os professores pudemos finalmente completar um dos muitos recursos criados para apoiar o trabalho em sala de aula.

O conjunto dos Cadernos do Professor constitui a base estrutural das aprendizagens fundamentais a serem desenvolvidas pelos alunos.

A riqueza, a complementaridade e a marca de cada um de vocês nessa elaboração foram decisivas para que, a partir desse currículo, seja possível promover as aprendizagens de todos os alunos.

Bom trabalho!

**Paulo Renato Souza**

Secretário da Educação do Estado de São Paulo

# SUMÁRIO

<b>São Paulo faz escola – Uma Proposta Curricular para o Estado</b>	<b>5</b>
<b>Ficha do Caderno</b>	<b>7</b>
<b>Orientação sobre os conteúdos do Caderno</b>	<b>8</b>
<b>Situações de Aprendizagem</b>	<b>9</b>
Situação de Aprendizagem 1 – Onde estão as ondas?	9
Situação de Aprendizagem 2 – A identidade das ondas eletromagnéticas	12
Situação de Aprendizagem 3 – “Pegando” e “barrando” as ondas	20
Situação de Aprendizagem 4 – O caminho e as cores da luz	24
Situação de Aprendizagem 5 – Misturando as cores	32
Situação de Aprendizagem 6 – Usos da radiação na medicina e em outras áreas	37
Situação de Aprendizagem 7 – Discussões sobre efeitos biológicos das radiações	42
Propostas de questões para aplicação em avaliação final	44
Propostas de Situações de Recuperação	47

# SÃO PAULO FAZ ESCOLA – UMA PROPOSTA CURRICULAR PARA O ESTADO

Caros(as) professores(as),

Este volume dos Cadernos do Professor completa o conjunto de documentos de apoio ao trabalho de gestão do currículo em sala de aula enviados aos professores em 2009.

Com esses documentos, a Secretaria espera apoiar seus professores para que a organização dos trabalhos em sala de aula seja mais eficiente. Mesmo reconhecendo a existência de classes heterogêneas e numerosas, com alunos em diferentes estágios de aprendizagem, confiamos na capacidade de nossos professores em lidar com as diferenças e a partir delas estimular o crescimento coletivo e a cooperação entre eles.

A estruturação deste volume dos Cadernos procurou mais uma vez favorecer a harmonia entre o que é necessário aprender e a maneira mais adequada, significativa e motivadora de ensinar aos alunos.

Reiteramos nossa confiança no trabalho dos professores e mais uma vez ressaltamos o grande significado de sua participação na construção dos conhecimentos dos alunos.

**Maria Inês Fini**

Coordenadora Geral  
Projeto São Paulo Faz Escola



# FICHA DO CADERNO

## Tecnologia e Sociedade: Usos Tecnológicos das Radiações

<b>Nome da disciplina:</b>	Ciências
<b>Área:</b>	Ciências da Natureza e suas Tecnologias
<b>Etapa da educação básica:</b>	Ensino Fundamental
<b>Série:</b>	8 <sup>a</sup>
<b>Volume:</b>	4
<b>Temas e conteúdos:</b>	Radiação: características e usos no cotidiano Sistemas de informação e comunicação Radiação visível Cor e temperatura Usos da radiação na medicina, na agricultura e nas artes Efeitos biológicos da radiação

## ORIENTAÇÃO SOBRE OS CONTEÚDOS DO CADERNO

Caro(a) professor(a),

Este Caderno oferece Situações de Aprendizagem pensadas com o propósito de auxiliá-lo(a) no desenvolvimento de suas aulas de Ciências, que serão cada vez mais instigantes e que, ao mesmo tempo, contribuirão para a formação de indivíduos capazes de participar do processo de transformação da sociedade de forma mais consciente em relação às questões sociais, ambientais e tecnológicas.

As Situações de Aprendizagem são voltadas para o desenvolvimento de noções básicas sobre as ondas ou radiações eletromagnéticas, com enfoque nas características dessas ondas e em suas aplicações. As ondas eletromagnéticas estão presentes em quase tudo o que fazemos em nosso dia a dia. Muitas vezes, basta apertarmos um botão para elas aparecerem. Quando acendemos a luz e ligamos a TV (e utilizamos o controle remoto para mudar de canal), ou quando sintonizamos nossa estação de rádio favorita — até mesmo quando telefonamos, utilizando o celular, estamos usando ondas eletromagnéticas.

Neste Caderno você encontrará propostas que integram uma sequência didática para trabalhar os conteúdos propostos para o eixo temático “Tecnologia e Sociedade”, com foco nos “Usos tecnológicos das radiações”. As Situações de Aprendizagem propostas irão favorecer um “navegar” pelos diferentes tipos de ondas eletromagnéticas. Iniciamos nossa viagem pelas ondas de rádio, TV, micro-ondas e infravermelho, passando pela luz visível e chegando às ondas ultravioleta, aos raios X e à radiação gama. Cada Situação apresen-

ta diferentes abordagens e contempla formas diversificadas de trabalho em sala de aula.

Entre as habilidades e competências que procuramos desenvolver podemos destacar: o uso da linguagem científica; a construção e a aplicação de conceitos para a compreensão de fenômenos naturais relacionados às ondas eletromagnéticas; a seleção, organização, construção de relações e a interpretação de informações representadas de diferentes formas, para a construção de uma argumentação consistente; o respeito aos valores humanos e a valorização da diversidade sociocultural.

As estratégias utilizadas para o desenvolvimento das competências e habilidades com base nos conteúdos específicos de Ciências foram escolhidas de modo a valorizar o trabalho prático dos alunos. Com isso, pretende-se estimular o papel mais ativo dos alunos no processo de aprendizagem.

Em relação à avaliação, ao longo do bimestre, os estudantes serão incentivados constantemente a elaborar produtos das atividades que realizam (como respostas às questões, descrições de observações, síntese de pesquisas, construção de objetos representativos etc.). Esses produtos funcionarão também como forma de verificação do processo de aprendizagem do aluno. Além das produções, você, como condutor(a) e mediador(a) das discussões realizadas em sala de aula, tem na observação cotidiana um importante instrumento de avaliação.

Bom trabalho!

# SITUAÇÕES DE APRENDIZAGEM

## SITUAÇÃO DE APRENDIZAGEM 1 ONDE ESTÃO AS ONDAS?

Esta primeira Situação de Aprendizagem procura sensibilizar os alunos para uma discussão a respeito das ondas eletromagnéticas. Seu objetivo é mapear o universo de conhecimento dos alunos sobre o tema. Parte-se da identificação de objetos concretos que eles podem encontrar em seu dia a dia, cujo uso esteja associado às diferentes ondas eletromagnéticas, como aparelho

de rádio, TV, telefone celular etc. Depois, esse levantamento é organizado com base na classificação dos objetos de acordo com seus usos ou suas características. Esse procedimento inicial, além de tornar possível a identificação dos conhecimentos prévios dos estudantes, também oferece um panorama dos elementos que serão estudados no tema “Usos tecnológicos das radiações”.

**Tempo previsto:** 2 aulas.

**Conteúdos e temas:** ondas eletromagnéticas (usos).

**Competências e habilidades:** identificar os usos que são feitos das radiações no cotidiano; classificar as tecnologias que utilizam radiação em função de seus usos; identificar a importância da classificação no estudo sistematizado de um tema.

**Estratégias de ensino:** sensibilização inicial; levantamento de objetos e coisas pertencentes ao mundo vivencial do aluno; trabalho em grupo; discussão compartilhada.

**Recursos:** lousa e giz.

**Avaliação:** participação dos alunos nas atividades em grupo e nas discussões compartilhadas em classe; textos, desenhos e sínteses elaborados pelos alunos.

### Etapa 1 – Sensibilização e levantamento inicial

Para iniciar a discussão, você pode dividir a classe em grupos e propor a seguinte questão:

*Em nosso cotidiano, onde estão as ondas eletromagnéticas?*

Essa questão pode ser respondida em forma de desenho ou texto. A ideia é fazer uma lista de diferentes objetos relacionados às ondas eletromagnéticas na qual podem ser colocados equipamentos como rádio, TV, fax, telefone, controle remoto, celular, aparelho de raio X, microcomputador (internet), satélite, lanterna, ou “coisas”, como luz do Sol, arco-íris etc.

Caso os alunos não conheçam o termo “ondas eletromagnéticas”, pode-se falar em “radiação eletromagnética”, ou até mesmo apresentar-lhes alguns exemplos de aparelhos cujo funcionamento esteja relacionado às ondas eletromagnéticas para situá-los e orientá-los nesse início de atividade.

Você deve ajudar os alunos a compor essa lista, dando sugestões e propondo outros ele-

mentos que não foram apresentados e que sejam importantes para o encaminhamento das discussões sobre as ondas eletromagnéticas. Se eles fizerem desenhos, solicite que apresentem legenda e justificativa da escolha feita.

É interessante que cada grupo, após ter respondido à questão, compartilhe suas respostas com a classe. Uma sugestão é preencher uma tabela como a ilustrada a seguir.

Ondas eletromagnéticas em nosso dia a dia				
Rádio	Lâmpada	Celular	Bronzeamento	Telefone sem fio
TV	Aquecedor	Fax	TV a cabo	Radioastronomia
Luz do Sol	Tomografia	Leitor de código de barras	Lanterna	Portão de garagem
GPS	Cinema	Elevador	Raio laser	Rede sem fio
Micro-ondas	Radiografia	Internet	Radar	
Controle remoto	Telefone	Fotografia	Satélite	...

Exemplos de objetos e usos da radiação eletromagnética no dia a dia.

Os objetos mencionados pelos alunos podem ser múltiplos e de diferentes naturezas, embora todos estejam relacionados, de alguma forma, às radiações eletromagnéticas. É importante atentar para as concepções apresentadas nas suas respostas, uma vez que eles podem confundir radiação com eletricidade, já que alguns aparelhos listados na tabela fazem uso de eletricidade para funcionar. Desse modo, podem aparecer na lista dos alunos elementos como pilha, tomada, fio, bateria e até mesmo eletricidade, elétron, átomo etc.; atenção para corrigir esses exemplos mantendo o foco sobre o tema radiação.

## Etapa 2 – Classificação dos objetos e usos das radiações

Nosso próximo passo é colocar em ordem, com os alunos, as respostas dadas à questão proposta. Dessa maneira, vamos elaborar critérios para a organização e a classificação dos itens listados na tabela. O objetivo dessa organização é buscar formas de agrupá-los conforme seus usos, suas aplicações etc. Uma possibilidade seria reunir itens relacionados às telecomunicações, à medicina e à saúde, à casa, ao registro de informações, entre outros. Para encaminhar

essa atividade, proponha aos alunos a seguinte questão:

*Como podemos organizar os diferentes itens listados na tabela?*

Essa pergunta tem o objetivo de estimular

os alunos a pensar em formas de organizar os objetos que mencionaram, estabelecendo critérios de agrupamento. É importante que o processo de organização seja compartilhado por toda a classe. A tabela a seguir mostra um exemplo de classificação dos objetos listados em função de seus usos.

Proposta de classificação				
Comunicações	Eletrrodomésticos	Registro de informações	Medicina (saúde)	Outros
Rádio	Micro-ondas	Fotografia	Radiografia	Bronzeamento
TV	Aquecedor	Cinema	Tomografia	Elevador
Celular	Forno elétrico	Radiografia	Gamagrafia	Lâmpada
Internet	Controle remoto		Raio laser	Luz do Sol
Fax	Lanterna			
Radar				
Raio laser				

Exemplo de classificação dos objetos associados às aplicações da radiação eletromagnética.

Cabe ressaltar que essa classificação não é exclusiva, isto é, um objeto pode aparecer em uma ou mais categorias. Por exemplo, radiografia aparece classificada em “medicina”, mas a imagem da radiografia de um crânio ou do pé é uma forma de “registro de informações” sobre o estado dos ossos de um paciente e pode ser classificada como tal. O raio laser pode ser usado em “medicina” e como meio de transmissão de informações, em “comunicações”. Embora os aparelhos de TV e rádio tenham sido colocados em “comunicações”, eles também são eletrodomésticos. Ainda que os objetos estejam classificados de acordo por sua principal função, é importante mostrar aos alunos que também existem outras formas de se organizar esses itens.

O critério de classificação desses itens está associado a como os conteúdos vão ser desenvolvidos ao longo desse estudo. Desse modo, é importante que a classificação fique visível para todos os alunos durante o bimestre, uma vez que ela será utilizada nas Situações de Aprendizagem seguintes. Uma sugestão é construir um painel que possa ficar exposto na classe e ser complementado com novos itens ao longo do bimestre.

Nessa organização dos itens podemos perceber a diversidade de aplicações das ondas eletromagnéticas que estão associadas aos tipos de onda que existem. A identidade dessas ondas é o tema da próxima Situação de Aprendizagem.

## SITUAÇÃO DE APRENDIZAGEM 2

### A IDENTIDADE DAS ONDAS ELETROMAGNÉTICAS

Esta Situação de Aprendizagem sugere uma discussão sobre as semelhanças e diferenças entre as ondas eletromagnéticas. Na classificação realizada anteriormente, os itens levantados pelos alunos foram organizados de acordo com seus usos e suas aplicações. Agora, vamos ver que esses itens estão relacionados a diferentes tipos de onda. Para

isso, o conceito de frequência de uma onda será apresentado com sua unidade como uma forma de identidade das radiações eletromagnéticas. Ao final, propõe-se a construção de uma faixa contendo o conjunto de todas as ondas eletromagnéticas (o chamado espectro eletromagnético), com base nos usos de cada tipo de onda.

**Tempo previsto:** 5 aulas.

**Conteúdos e temas:** espectro eletromagnético; conceito de comprimento e frequência de uma onda.

**Competências e habilidades:** reconhecer e saber utilizar corretamente a nomenclatura e a unidade de frequência; ler e interpretar informações apresentadas em diferentes linguagens e representações (linguagem gráfica e representações de ondas); compreender e diferenciar as radiações de acordo com suas frequências; fazer uso de escalas apropriadas para a representação do espectro eletromagnético.

**Estratégias de ensino:** leitura de texto; pesquisa temática e conceitual.

**Recursos:** rádio; papel *kraft*; canetas hidrográficas; régua; recortes de imagens de aparelhos; fita adesiva; corda.

**Avaliação:** verificação da compreensão do conceito de frequência de uma onda como sua identidade e da diferenciação das ondas eletromagnéticas pelas suas frequências; participação na construção do espectro eletromagnético.

### Etapa 1 – Sensibilização

Para iniciar a discussão, pode-se dividir a classe em grupos e propor a seguinte questão:

*Existe diferença entre as ondas eletromagnéticas utilizadas para aquecer alimentos em um forno de micro-ondas e as utilizadas para fazer um exame de raio X? O que diferencia uma onda da outra?*

Solicite aos alunos que registrem em seus cadernos a questão e as respostas do grupo. A ideia desse questionamento é mostrar que, embora as ondas utilizadas no forno de micro-ondas e no aparelho de raios X sejam eletromagnéticas, elas devem apresentar diferenças entre si, já que são utilizadas de variadas maneiras. Veremos a seguir que o que diferencia uma da outra é a sua frequência. Neste momento da discussão, não é importante que eles saibam que a identidade da onda é a sua frequência,

mas, sim, que percebam que deve existir diferença entre os dois tipos de ondas. É importante que, após o momento de discussão em grupo, as respostas dadas pelos alunos sejam compartilhadas com toda a classe.

Após a discussão, convide os alunos para uma leitura conjunta do texto “As diferen-

tes ondas de nosso dia a dia”. Para orientar a atividade, peça que atendem para os diferentes tipos de ondas, ou radiações eletromagnéticas, que aparecem no texto, e para os objetos que utilizam essas ondas em seu funcionamento. Pode-se solicitar a eles que anotem em seus cadernos as ideias mais importantes do texto.

### Texto 1 – As diferentes ondas de nosso dia a dia

Existem vários tipos de radiações eletromagnéticas, algumas podemos ver e outras não. Aquelas que conseguimos ver com nossos olhos são as de luz visível. É por isso que vemos o que vemos: as cores, os objetos, enfim, tudo à nossa volta. Tudo? Pois é, quase tudo, porque existe um outro tipo de “luz” que os nossos olhos não conseguem captar – a luz invisível. Essa “luz” é captada pelos rádios, pelos aparelhos de TV, pelo telefone celular... Ela “caminha” pelo espaço em todas as direções transportando uma grande variedade de informações. É por meio dessas ondas que os astronautas conseguem se comunicar do espaço com as pessoas aqui, na Terra; que o mundo todo consegue assistir à final da Copa do Mundo quase ao mesmo tempo; que a mesma rádio pode ser sintonizada tanto na sua casa como na de seus vizinhos.

Com um tipo dessas ondas eletromagnéticas conseguimos “fotografar” nossos ossos, quando tiramos uma “chapa de raio X”, ou nosso cérebro, por exemplo, quando realizamos um exame de tomografia computadorizada. Quando passamos protetor solar antes de ir para a praia, estamos protegendo a nossa pele de outro tipo de onda eletromagnética: a radiação ultravioleta (UV). Como vemos, estamos cercados de ondas de diferentes tipos. Mas qual será a diferença entre essas ondas?

Elaborado especialmente para o *São Paulo faz escola*.

Além de propor aos alunos que discutam a questão sugerida pelo texto (“*Mas qual a diferença entre essas ondas?*”), a problematização sobre os diferentes tipos de ondas também pode ser encaminhada pelas seguintes perguntas:

- 1) *Como é que o rádio “sabe” que a onda que ele está pegando é de rádio e não de TV?*
- 2) *Que características essas ondas têm que possibilitam essa diferenciação?*

A ideia dessas questões é chamar a atenção deles para o fato de que diferentes ondas

são usadas de diferentes formas em nosso cotidiano. Assim, os aparelhos de rádio e de TV são construídos para captar as ondas de rádio e de TV, respectivamente. Com relação às características das ondas que as diferenciam umas das outras, o objetivo da questão é levantar algumas concepções dos alunos sobre ondas. Nas respostas dos alunos à segunda questão, podem surgir termos como “comprimento” ou “tamanho de onda”, “frequência”, “velocidade”, “amplitude”, “volume”, “período”, “energia” etc. Caso esses termos apareçam, peça que eles anotem e façam uma pesquisa sobre o significado desses conceitos.

## Etapa 2 – Diferenciando as ondas

Para dar continuidade à discussão, leve para a sala de aula um rádio à pilha. O rádio pode ter dial (mostrador com as diferentes estações) digital ou analógico (seria mais interessante o analógico, uma vez que este apresenta as faixas de frequência das rádios AM e FM; no entanto, a atividade também pode ser feita com o digital). Peça aos alunos que observem os números que aparecem no mostrador, assim como os símbolos AM e FM. Questione-os sobre o significado desses números e desses símbolos. Para problematizar, você pode perguntar se eles já ouviram algum locutor de rádio dizer “tantos kilohertz” (kHz) ou “tantos megahertz” (MHz). Será que isso pode estar relacionado à identidade da onda?

© Flip Design



Figura 1 – Dial de um rádio analógico.

Neste momento, pode-se introduzir para os alunos o conceito de “frequência” (como uma espécie de identidade das ondas) para explicar os diferentes números que aparecem no dial

do rádio. É interessante que os alunos observem que as rádios AM (amplitude modulada) e FM (frequência modulada) apresentam intervalos de frequência diferentes, sendo as frequências das rádios FM maiores que as das rádios AM. Para essa discussão, as unidades Hz, MHz e KHz podem ser utilizadas sem a formalização de seus significados, os quais serão discutidos adiante.

Para dar continuidade à discussão, proponha à classe as seguintes questões:

- 1) *O que acontece quando “sintonizamos uma estação de rádio”?*
- 2) *O que significa “sintonizar uma estação”?*

Caso necessário, anote na lousa as hipóteses formuladas pelos alunos. A ideia dessas questões é levantar algumas concepções deles sobre como os aparelhos de rádio fazem para “pegar” as ondas eletromagnéticas e introduzir também uma problematização para a leitura do texto seguinte.

O texto “Pegando uma onda” possibilita uma explicação simples e qualitativa para entender o que significa sintonizar uma estação e o conceito de frequência de uma onda. Convide os alunos para uma leitura conjunta desse texto e solicite que observem como o texto a seguir responde às questões.

### Texto 2 – Pegando uma onda

Como fazemos para sintonizar uma estação de rádio? Simples: basta apenas apertar um botão ou rodar o seletor de estações e... pronto! Aquela estação que toca nossas músicas favoritas está sintonizada! Mas o que significa sintonizar uma estação? O que isso tem que ver com as ondas eletromagnéticas?

Para respondermos a essas perguntas, vamos fazer um exercício de imaginação... Imagine duas pessoas sentadas em balanços pendurados um ao lado do outro. Nina e Nuno. Nina está segurando alguns livros. Enquanto balança, Nina quer dar ao seu amigo, Nuno, um livro de cada vez, de forma contínua. Para que Nina consiga fazer isso, como você imagina que os dois amigos devam estar balançando?



Figura 2 – Nina e Nuno no balanço.

também nos de TV) existem antenas, que são circuitos elétricos parecidos com os das emissoras, que podem oscilar na mesma frequência das ondas eletromagnéticas enviadas pelas emissoras. Ao sintonizar uma estação, regulamos os componentes do nosso aparelho de rádio para que ele oscile com a mesma frequência da onda enviada pela emissora. Quando a antena do rádio oscila na mesma frequência da fonte emissora, conseguimos “pegar” a onda enviada pela estação de rádio.

Assim, da mesma forma que Nuno e Nina precisam estar balançando com a mesma frequência para que os livros possam ser passados de um para outro, as antenas do rádio e da estação emissora também precisam estar oscilando na mesma frequência para que possamos ouvir a nossa música favorita!

Elaborado especialmente para o *São Paulo faz escola*.

Após a leitura, solicite aos alunos que revejam as questões iniciais e as hipóteses levantadas por eles e que registrem em seus cadernos as respostas que o texto dá para as duas questões formuladas. Segundo o texto, quando sintonizamos uma estação, os circuitos elétricos que existem nas antenas de cada aparelho de rádio geram ondas que oscilam na mesma frequência das ondas que são emitidas pelas emissoras de rádio. Assim, “sintonizar uma estação” significa fazer o aparelho de rádio “pegar” as ondas dessa estação, ondas essas que têm a mesma frequência.

### Etapa 3 – Frequência das ondas

Até o momento, vimos que existem diferentes tipos de ondas e que elas podem ser

identificadas e diferenciadas entre si pelas suas frequências. Dessa maneira, a frequência das ondas de uma estação de rádio é diferente da frequência das ondas de uma emissora de TV, que, por sua vez, é diferente da frequência das ondas de telefonia celular.

Você pode discutir com os alunos, neste momento, o significado do conceito de frequência de uma onda. Como esse conceito já foi discutido no 3º volume (propagação e reflexão da luz), ele pode ser retomado agora, visando a uma articulação com os conhecimentos já construídos pelos alunos. Para isso, leve para a sala de aula uma corda comprida e estire-a no chão. Então, solicite a um aluno voluntário que segure uma ponta da corda, próximo ao chão, e a outro que mostre para a classe como fazer ondas na corda oscilando uma de suas pontas

(para ver melhor as ondas, a oscilação deve ser feita paralelamente ao chão). Pode acontecer de o aluno oscilar apenas uma vez a corda, produzindo um pulso que se propaga até o final da corda. A ideia é que o aluno mantenha a corda oscilando em um mesmo ritmo, para um lado e para o outro. Peça à classe que conte quantos picos conseguem observar na corda. Depois, solicite ao aluno voluntário que aumente o ritmo de oscilação da corda e, novamente, peça à classe que conte a quantidade de picos que conseguem ver. É importante que os alunos percebam que, quanto maior o ritmo de oscilação, maior o número de picos contados ao longo da corda. Explique para a classe que esse ritmo está relacionado à frequência de uma onda. A frequência é o número de oscilações que uma onda faz em determinado intervalo de tempo. Quanto maior for esse número, maior a frequência da onda. Dessa forma, o conceito de frequência de uma onda pode ser explicado aos alunos, nesse nível de ensino, como o ritmo de uma onda, ou seja, o número de vezes que ela oscila em um intervalo de tempo.

Depois de realizada a atividade com a corda, proponha aos alunos que representem em seus cadernos, em forma de desenho, ondas de diferentes frequências (fora de escala, evidentemente), como as ondas AM e FM, conforme discussão realizada anteriormente. A ideia é tornar um pouco mais “visível” o conceito de frequência de uma onda. As representações dessas diferentes ondas podem ajudar o aluno a entender esse conceito. Sabemos que a frequência das ondas AM é menor que a das ondas FM. Isso significa que o desenho desses dois tipos de ondas será diferente: a onda FM terá mais picos que a onda AM. É importante explicar para os alunos que, quando desenhamos uma onda, é como se estivéssemos tirando uma foto dela, parando-a no tempo. Portanto, se fosse possível tirar uma foto de uma onda FM e de uma onda AM, a primeira teria mais picos que a segunda.

Na próxima figura estão representadas algumas imagens de ondas.

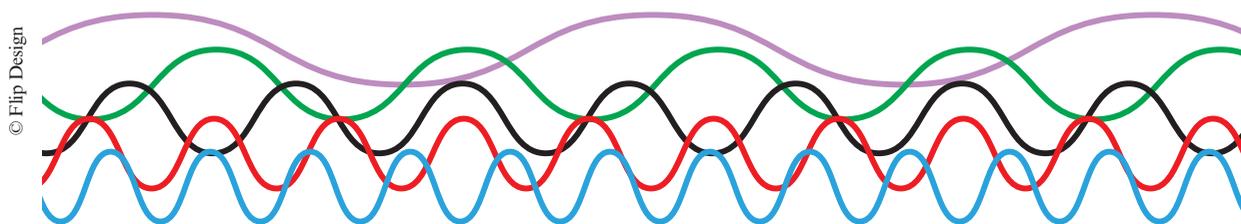


Figura 3 – A imagem apresenta cinco ondas com diferentes frequências. As ondas estão todas na mesma escala.

Como problematização, você pode perguntar aos alunos, por exemplo, qual dessas ondas apresenta a maior frequência e qual tem a menor frequência. Na figura, as ondas foram desenhadas, de cima para baixo, em ordem crescente de frequência: a primeira tem a menor frequência e a última, a maior.

A ideia é que, ao final desta atividade, os alunos tenham compreendido que existem distintos tipos de ondas eletromagnéticas e que essas ondas são utilizadas de diferentes formas de acordo com a sua frequência.

## Para casa

Solicite aos alunos que tragam, para a próxima aula, imagens de aparelhos que utilizam ou emitam ondas eletromagnéticas (recortes de jornais, revistas, imagens encontradas na internet etc.) e que pesquisem o tipo de onda eletromagnética utilizada ou emitida pelos objetos representados. A ideia é compor um conjunto de diferentes tipos

de ondas eletromagnéticas a partir de equipamentos cujos usos estejam relacionados a essas ondas, como aparelhos de rádio e de TV, celular, telefone sem fio, controle remoto, radiografia, leitor de códigos de barras, lâmpadas (espectro visível) etc. Na tabela abaixo, apresentamos as frequências das ondas eletromagnéticas para cada faixa do espectro, assim como alguns aparelhos que fazem uso dessas frequências.

Espectro de radiação eletromagnética		
Região	Frequência (Hz)	Aparelhos e usos
Rádio	Menor que $3 \times 10^9$	Rádio, TV, controle remoto de portão de garagem, internet sem fio
Micro-ondas	$3 \times 10^9 - 3 \times 10^{12}$	Aparelho celular, forno de micro-ondas
Infravermelho	$3 \times 10^{12} - 4,3 \times 10^{14}$	Calor: aquecedor, aparelhos de fisioterapia
Luz visível	$4,3 \times 10^{14} - 7,5 \times 10^{14}$	Lanterna, lâmpada
Ultravioleta	$7,5 \times 10^{14} - 3 \times 10^{17}$	Bronzeamento artificial
Raios X	$3 \times 10^{17} - 3 \times 10^{19}$	Radiografia, tomografia
Raios gama	Maior que $> 3 \times 10^{19}$	Gamagrafia

Espectro da radiação eletromagnética e relação de aparelhos e usos.

Nessa pesquisa, podem surgir algumas dúvidas. Uma delas diz respeito à unidade de medida de frequência, o hertz (Hz). Essa unidade, como vimos, está associada ao número de oscilações por segundo, de modo que 1 Hz corresponde a uma oscilação por segundo. Dessa maneira, uma onda com frequência igual a 10 Hz realiza dez oscilações por segundo. Outra dúvida está relacionada aos múltiplos de dez associados a essa grandeza (KHz, MHz, GHz etc.), sua nomenclatura e representação em potências ( $10^3$ ,  $10^6$ ,  $10^9$  etc.). A tabela seguinte nos auxilia a mostrar aos alunos formas como a leitura desses grandes números pode ser feita. Quanto às potên-

cias, vale a pena ressaltar para os alunos que essa é uma forma que auxilia a representação de números muito grandes. Dessa maneira, em vez de escrever 1 000 000 Hz (1 milhão de hertz), ao utilizarmos potência de dez, podemos representar esse número por  $10^6$  Hz (ou seja, o número 1 acompanhado de seis zeros), o que significa multiplicar o valor 10 por ele mesmo seis vezes ( $10 \times 10 \times 10 \times 10 \times 10 \times 10$ ). Essa representação vale para qualquer unidade, e não apenas para o Hz. Certamente os alunos já ouviram falar em quilograma (kg), megawatt (MW), gigabyte (Gb) etc. Você pode pedir a eles que se lembrem de exemplos usando esses prefixos.

### Potência de 10 e múltiplos associados à unidade de frequência

Hz	=	hertz	=	1 Hz	=	1
KHz	=	kilohertz	=	1 000 Hz	=	$10^3$
MHz	=	megahertz	=	1 000 000 Hz	=	$10^6$
GHz	=	gigahertz	=	1 000 000 000 Hz	=	$10^9$
THz	=	terahertz	=	1 000 000 000 000 Hz	=	$10^{12}$
PHz	=	petahertz	=	1 000 000 000 000 000 Hz	=	$10^{15}$

Solicite aos alunos que, quando estiverem realizando suas pesquisas, anotem também suas dúvidas. Uma proposta é organizar uma aula sobre potência de dez para que essas dúvidas possam ser discutidas e esclarecidas.

#### Etapa 4 – O espectro

Para iniciar este momento de aprendizagem, você pode solicitar aos alunos que exponham suas dúvidas, assim como os resultados de suas pesquisas. Após uma discussão coletiva para o esclarecimento das questões trazidas por eles, proponha à classe a construção de um esquema que represente o conjunto de ondas eletromagnéticas, isto é, o espectro eletromagnético. A ideia é ir compondo esse espectro ao longo do bimestre, com base nas contribuições trazidas para a sala de aula pelos alunos. Para isso, serão necessários: alguns metros de papel *kraft*; canetas hidrográficas; régua fita adesiva; imagens de objetos associados às ondas eletromagnéticas.

Para iniciar, você vai precisar de algumas imagens, recortadas de jornais ou revistas, de objetos cujos usos estejam associados às ondas eletromagnéticas (por exemplo, alguns dos objetos elencados na tabela elaborada na primeira Situação de Aprendizagem). Uma sugestão é levar revistas e jornais para a sala de aula e solicitar aos alunos que encontrem e recortem objetos que façam uso de radiação eletromagnética. A construção desse esquema pode ser feita por todos os alunos (com a criação de uma única faixa por classe), ou pode-se dividir a classe em grupos e solicitar a cada um que construa seu próprio espectro.

Com a faixa de papel *kraft* esticada no chão, faça uma linha no meio do papel, indo de ponta a ponta. Construa com os alunos uma escala de modo que todos os valores de frequência sejam contemplados (a Tabela da página 17 apresenta valores de frequências que podem ser usados como referência para criar a faixa). A figura seguinte apresenta um exemplo de como compor essa faixa.

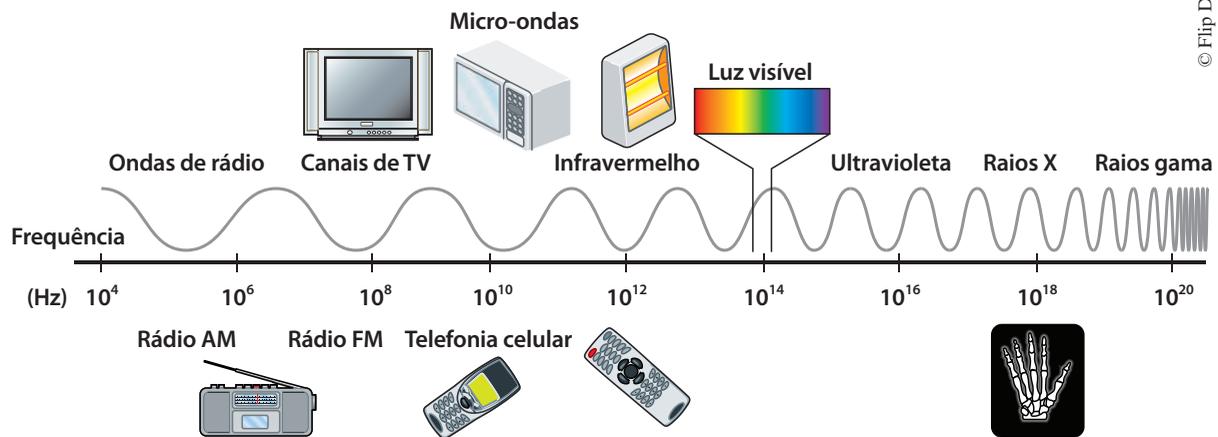


Figura 4 – Exemplo de composição do conjunto de ondas eletromagnéticas (espectro eletromagnético) em função de sua frequência (em Hz).

É importante deixar um intervalo de frequências largo (de 20 cm a 30 cm entre uma potência de 10 e outra), para que os alunos possam colar as imagens nas faixas do espectro eletromagnético, anotando também suas respectivas frequências.

Resgatando a classificação feita na primeira Situação de Aprendizagem, pode-se discutir com os alunos que os diferentes usos das ondas eletromagnéticas depende da frequência dessas ondas. Desse modo, no início do espectro estão aquelas ondas de menor frequência que são utilizadas para comunicação (ondas de rádio, canais de TV etc.). Em seguida, estão as micro-ondas, utilizadas na telefonia celular (800 MHz a 1 800 MHz) e nos fornos de micro-ondas (2 450 MHz). Depois, vêm as ondas infravermelhas, também cha-

mas de ondas térmicas, que são irradiadas pelo Sol, pelo fogo e também pelos aquecedores. A luz visível vem logo depois, seguida da radiação ultravioleta, também emitida pelo Sol e da qual nos protegemos pelo uso do protetor solar. Continuando a aumentar a frequência, chegamos aos raios X e, aumentando ainda mais, à radiação gama, ambas utilizadas na medicina.

Essa é uma atividade de caráter contínuo, portanto importante para que os alunos cultivem o hábito de pesquisar e adicionar novas informações e imagens à tabela, que pode ser afixada na parede da classe. Uma sugestão de finalização da atividade é fazer uma apresentação dessa tabela (ou das tabelas, se essa atividade for realizada por grupos de alunos) para as outras séries, no término do bimestre.

## SITUAÇÃO DE APRENDIZAGEM 3 “PEGANDO” E “BARRANDO” AS ONDAS

Na Situação de Aprendizagem anterior, vimos o que significa sintonizar uma estação de rádio, ou uma emissora de TV, isto é, estudamos como o rádio consegue “pegar” as ondas de rádio e a TV, as ondas de TV. A proposta desta Situação de Aprendizagem é investigar uma propriedade das ondas eletromagnéticas:

a blindagem. Assim, a partir de uma atividade experimental, vamos verificar como podemos “barrar” as ondas eletromagnéticas e discutir fenômenos de transmissão e recepção de informações por meio dessas ondas, trabalhando o potencial de argumentação dos alunos diante de uma situação-problema.

**Tempo previsto:** 4 aulas.

**Conteúdos e temas:** espectro eletromagnético; propagação das ondas eletromagnéticas; blindagem.

**Competências e habilidades:** descrever e representar qualitativamente fenômenos de transmissão de informações por meio das ondas eletromagnéticas; identificar em uma dada situação-problema variáveis relevantes para resolvê-la; reconhecer, diante de uma situação-problema, a natureza dos fenômenos envolvidos e propor modelos explicativos; relacionar fenômenos de blindagem das ondas observados experimentalmente com aqueles identificados no dia a dia.

**Estratégias de ensino:** representação do conhecimento em textos e desenhos; investigação de fenômenos; entrevistas; atividade experimental.

**Recursos:** dois aparelhos de celular; um pedaço de papel-alumínio ou uma caixa tipo “longa-vida”, ou ainda uma lata com tampa ou uma panela, com tamanhos tais que o celular caiba completamente dentro; folhas ou caixas de papel comum, papel celofane, papelão, frascos de vidro.

**Avaliação:** participação nas atividades em grupo e discussão compartilhada; envolvimento na atividade experimental; verificação da compreensão do fenômeno de blindagem (reflexão da onda eletromagnética por uma superfície); organização do caderno.

### Etapa 1 – Sensibilização

Antes de iniciar a atividade, indique para os alunos a faixa do espectro eletromagnético que será estudada neste momento (relativa às telecomunicações) e os aparelhos que captam ou emitem radiação nessa faixa de frequência, como o rádio, a televisão e suas respectivas emissoras. Algumas questões podem ser propostas aos alunos para a problematização inicial:

- 1) *Já vimos como um rádio faz para “pegar” as ondas de rádio. E um aparelho celular? Como faz para “pegar” as ondas de telefonia celular?*
- 2) *Será que é possível “barrar” uma onda eletromagnética? Como poderíamos fazer isso?*

A ideia dessas perguntas é resgatar a discussão sobre como as ondas eletromagnéticas

podem ser captadas e provocar outra a respeito de como essas ondas podem ser blindadas, levantando aparelhos que enviam sinais eletromagnéticos (celulares, controle remoto, fax etc.) e captam esses sinais (televisão, rádio, celulares, telefones sem fio etc.), assim como os elementos desses aparelhos envolvidos nesses processos (antenas, cabos etc.). Em pequenos grupos ou mesmo individualmente, convide os alunos a discutir essas questões e a registrar suas ideias, por meio de desenhos ou textos, para apresentá-las à classe em uma discussão coletiva.

## Etapa 2 – Experimentando

Vamos verificar, de maneira fenomenológica, como as radiações eletromagnéticas são blindadas pelos aparelhos. Serão necessários dois aparelhos de celular; um pedaço de papel-alumínio (de tamanho suficiente para envolver completamente o celular), ou uma caixa tipo “longa-vida” (daquelas com parede interna de alumínio), ou ainda uma lata com tampa ou uma panela, com tamanhos tais que o celular caiba completamente dentro; folhas ou caixas de papel comum, papel-celofane, papelão, jornal, plástico, vidro (potes de conserva, por exemplo) e outros materiais disponíveis (com tamanho suficiente para envolver totalmente o celular). Professor, verifique previamente os materiais que serão utilizados nessa atividade e combine com os alunos o que cada um deve trazer, pois não é necessário realizar o procedimento mais de uma vez.



Figura 5 – Materiais utilizados nessa atividade.

© Fernando Favoretto

Para a realização da atividade, ligue o aparelho celular e ajuste o toque para o volume máximo. De outro aparelho, faça uma ligação para este celular, para se certificar de que ele esteja funcionando corretamente. Solicite a um aluno que embrulhe totalmente o aparelho com papel sulfite, ou o coloque dentro da caixa de papelão. Peça a outro aluno que ligue novamente para o celular embrulhado. Algumas perguntas podem ser feitas aos alunos:

- 1) *O que acontece quando ligamos de um celular para o outro?*
- 2) *Qual o caminho que a onda eletromagnética faz?*

Solicite aos alunos que anotem suas observações.

Em uma segunda etapa, peça a um aluno que desembulhe o celular e o envolva com outros diferentes papéis (jornal, celofane, plástico etc.) e materiais (caixas de papelão, vidros etc.), um de cada vez. Para cada material de embrulho, deve-se fazer o teste da ligação. O que ocorre? Mais uma vez, solicite aos alunos que anotem suas observações. Por fim, solicite-lhes que embrulhem o celular com papel-alumínio ou o coloquem dentro de uma panela de alumínio. O que ocorre?

Para organizar as observações e as discussões, é importante que os alunos as registrem na “ficha de anotações”. Alguns campos compõem essa ficha, como nome da atividade, materiais utilizados e tabela de observações (com uma coluna para o “material de embrulho” e outra para “o que foi observado”). Além disso, também podem constar nessa ficha as perguntas formuladas ao longo da atividade, com suas respectivas respostas.

Algumas questões podem ser propostas para problematizar a atividade, como:

- 1) *Quais explicações você daria ao que observou?*
- 2) *Por que o celular fica mudo quando envolvido pelo papel-alumínio (ou colocado dentro da caixa ou da lata) e não fica mudo quando envolvido pelos outros materiais?*
- 3) *Se embrulhássemos o aparelho celular com alumínio enquanto este estivesse sendo carregado (ou seja, estivesse ligado em uma tomada), o que aconteceria?*

Essas questões podem ser discutidas em pequenos grupos de alunos e, depois, as respostas a elas compartilhadas com a classe. É importante que os alunos registrem suas ideias, anotando-as em seus cadernos.

### Encaminhando as questões

Uma explicação possível para esse fenômeno é que o alumínio reflete a radiação e, desse modo, impede que a onda que transporta a informação da “chamada do celular” chegue integralmente ao aparelho. Os outros materiais (papel, jornal, celofane, papelão etc.) não conseguem “blindar” essas ondas e, por conta disso, ouvimos o celular tocar quando recebe uma chamada. O objetivo da terceira questão é discutir com os alunos a diferença entre os elementos do celular responsáveis pelo carregamento da bateria (fonte de eletricidade) e pela recepção do sinal eletromagnético (antena). Dessa forma, mesmo com o celular ligado à eletricidade, o aparelho continuaria mudo se enrolado em papel-alumínio, pois sua antena não conseguiria captar a radiação eletromagnética.

### Para casa

Como atividade para casa, pode-se solicitar aos alunos que elaborem um relatório sobre a atividade realizada em sala de aula. Esse relatório tem o objetivo de possibilitar a organiza-

ção das anotações feitas ao longo da atividade. A estrutura desse relatório pode apresentar os seguintes campos: nome do aluno ou grupo de alunos; nome da atividade; objetivos; materiais utilizados; procedimentos; tabela de observações (com uma coluna para o “material de embrulho” e outra para “o que foi observado”) e um espaço para que o aluno exponha o que aprendeu com o experimento. Além disso, podem constar nesse relatório as questões formuladas durante a atividade, com suas respectivas respostas.

## Etapa 3 – Ampliando a discussão

Inicie esta discussão retomando o experimento realizado e as respostas que os alunos deram às questões propostas na etapa anterior desta Situação de Aprendizagem. A partir disso, outras questões podem ser formuladas no intuito de generalizar a discussão, levando-a para outras situações. Entre essas questões, pergunte aos alunos:

- 1) *Por que a antena do rádio de alguns carros é externa?*
- 2) *O que acontece com o rádio do carro quando este passa por um túnel? Por quê?*
- 3) *Seria possível repetir o experimento com outro aparelho, de modo a reproduzir os resultados que obtivemos? Quais aparelhos?*
- 4) *Por que o vidro das portas dos fornos de micro-ondas tem uma espécie de tela perfurada?*
- 5) *Vimos, nessa atividade, que o papel-alumínio é capaz de blindar as ondas de celular, enquanto os outros materiais utilizados não o são. Observe o espectro eletromagnético montado na sala e discuta com seus colegas: toda radiação eletromagnética pode ser blindada? Como?*

Essas questões podem ser pensadas e discutidas coletivamente. Para a última questão, vale a pena dividir a classe em pequenos grupos e solicitar a eles que retomem a lista de objetos que mencionaram na Situação de Aprendizagem 1 para respondê-la. Solicite que anotem suas ideias e que depois as apresentem à classe.

### Encaminhando as questões

A primeira questão tem como objetivo ampliar a discussão, trazendo-a para o dia a dia do aluno. Em grande parte dos carros, as antenas do aparelho de rádio são externas justamente para evitar o “efeito blindagem” das ondas que pode ocorrer em razão de o carro ser constituído por uma superfície metálica. Em alguns carros, a antena é interna e fica fixada no para-brisa (superfície de vidro). Em ambos os casos, pode-se perceber que o som do rádio é interrompido quando o carro passa por um túnel, uma vez que a antena não consegue captar o fraco sinal das ondas de rádio que entram no túnel.

O objetivo da terceira pergunta é generalizar a discussão a partir da ideia de que ondas de rádio e de micro-ondas podem ser blindadas com materiais metálicos. Se repetíssemos o experimento com um rádio, ou com um controle remoto de portão de garagem, por exemplo, obteríamos resultados semelhantes.

Na quarta questão, a ideia é mostrar que as portas dos fornos de micro-ondas têm uma grade perfurada justamente para impedir que as radiações de micro-ondas atravessem a porta. No experimento com o aparelho celular, vimos que, ao ser colocado em um recipiente de vidro (ou de plástico), o aparelho celular continua recebendo ligações. Pode-se, então, fazer a seguinte pergunta: *Se as micro-ondas passam pelos vidros e plásticos, porque não atravessam as portas do forno de micro-ondas?* É aí que entra o papel daquela tela de pro-

teção: as micro-ondas não conseguem atravessar o vidro (ou acrílico) da porta, porque a tela metálica impede que a radiação atravesse a porta do aparelho (isto é, a tela blindada a radiação). É importante, aqui, destacar o seguinte: o forno de micro-ondas aquece os alimentos porque as micro-ondas são absorvidas pelas moléculas de água presentes nesses alimentos, fazendo com que essas moléculas se agitem e gerem calor. É por isso que pratos de vidro ou alguns recipientes de plástico podem ir ao forno de micro-ondas sem se aquecerem. Já materiais de metal, como painéis, assadeiras etc. refletem as micro-ondas (como vimos no experimento que realizamos) e, portanto, não podem ir ao forno de micro-ondas, uma vez que isso poderia afetar o funcionamento do aparelho.

A última questão tem o objetivo de levantar algumas visões dos alunos sobre como blindar uma onda eletromagnética. Vimos que, utilizando o alumínio, conseguimos blindar micro-ondas. E o controle remoto? É necessário papel-alumínio para blindar a radiação infravermelha? Pode-se fazer o teste para verificar que uma simples folha de papel consegue blindar essa radiação. E a luz visível? Ela consegue atravessar meios translúcidos (vidros, plásticos etc.), mas não atravessa meios opacos. E a radiação ultravioleta, conseguimos blindá-la? Aí entra a importância de protetores e bloqueadores solar. Já quando tiramos uma radiografia de um braço ou uma perna, por exemplo, percebemos que o técnico coloca sobre nós uma espécie de capa. Essa capa contém chumbo, elemento que consegue blindar os raios X. A ideia é fazer uma discussão qualitativa, levantando visões dos alunos e ressaltando que cada radiação tem características próprias: a frequência e, dependendo das propriedades dos materiais, estas conseguem blindar algumas radiações e deixar passar outras. Isso significa dizer que a frequência está associada à capacidade de penetração da onda nos materiais ou à sua energia.

## SITUAÇÃO DE APRENDIZAGEM 4 O CAMINHO E AS CORES DA LUZ

Continuando a nossa caminhada pelo espectro eletromagnético, passaremos das luzes invisíveis, que estudamos até o momento, para a luz visível. Já discutimos como podemos captar algumas ondas fazendo uso de aparelhos como rádio, celular, TV etc. Também vimos como blindar algumas dessas ondas. E no caso da luz visível? Como captamos essa luz? Por que vemos um objeto? Como percebemos diferentes cores e tons? Podemos blindar essa luz?

Essas perguntas podem ser formuladas como problematização ou sensibilização

inicial para as atividades que serão desenvolvidas nesta Situação de Aprendizagem, a qual está dividida em três partes. Na primeira parte (“Caminho da luz”), vamos tentar responder a algumas das questões citadas acima. Na segunda parte (“Separando a luz em cores”), vamos construir com os alunos um espectroscópio e verificar como diferentes luzes podem ser decompostas em cores. A terceira parte (“Temperatura da cor”) apresenta uma proposta de discussão sobre as relações entre cor e temperatura.

**Tempo previsto:** 4 aulas.

**Conteúdos e temas:** espectro da luz visível; decomposição da luz.

**Competências e habilidades:** compreender o desenvolvimento histórico de modelos sobre luz e visão; classificar a luz visível como forma de radiação eletromagnética; construir um experimento para verificar o fenômeno da decomposição da luz; relacionar e identificar os fenômenos observados experimentalmente com tecnologias utilizadas pelo homem.

**Estratégias de ensino:** leitura de texto e discussão em grupo; representação do conhecimento em textos e desenhos; investigação de fenômenos; atividade experimental.

**Recursos:** papel sulfite; lápis de cor; uma caixinha de creme dental; CD virgem; régua; tesoura sem ponta; estilete; fita adesiva; fita isolante; uma vela.

**Avaliação:** participação nas atividades em grupo e nas discussões compartilhadas; compreensão da luz como forma de radiação eletromagnética; identificação das diferentes cores do espectro visível como resultado da decomposição da luz branca; empenho na atividade experimental; compreensão da relação entre cor e temperatura.

### Etapa 1 – Sensibilização: Caminho da luz

Antes de iniciar a atividade, indique para os alunos a faixa do espectro eletromagnético que será estudada (relativa à luz visível) e soli-

cite a eles que apontem fenômenos e objetos cujos usos estão associados a esse tipo de radiação (como lanterna, lâmpada, arco-íris etc.). Retome com eles o espectro eletromagnético construído na Situação de Aprendizagem 2, lembrando que as frequências da luz

visível ( $4,3 \times 10^{14}$  Hz a  $7,5 \times 10^{14}$  Hz) são maiores que aquelas que já foram estudadas até o momento (rádio, TV e telefonia celular) e menores do que aquelas ondas utilizadas na medicina (raios X e gama).

Leve para a sala de aula algumas folhas de papel sulfite e lápis de cor. Com a classe dividida em pequenos grupos, solicite a eles que pensem sobre as seguintes questões e registrem suas ideias em forma de desenho ou texto:

1) *O que é necessário para vermos um objeto?*

2) *Qual o caminho da luz?*

O objetivo da primeira parte desta Situação de Aprendizagem é verificar como os alunos entendem e explicam o caminho da luz até seus olhos, retomando alguns conceitos já trabalhados no 3º volume (propagação e reflexão da luz). Após os grupos terem finalizado seus registros, convide os alunos a fazer a leitura conjunta do texto “Uma luz sobre a visão”.

### Texto 3 – Uma luz sobre a visão

Para conseguirmos enxergar, precisamos dos olhos e da luz. A necessidade dos olhos é evidente e aceita desde que se iniciou algum tipo de registro sobre a visão. Mas a necessidade da luz não era reconhecida por todos os estudiosos de antigamente.

Em épocas muito anteriores à era cristã, enquanto os chineses faziam jogos com sombras e os egípcios fabricavam espelhos, existiam pensadores gregos que não levavam a luz em consideração quando discutiam a visão. Alguns deles tratavam a visão como uma espécie de tato. Achavam que dos olhos saíam tênues filamentos que iam tocando os objetos, as casas, as pessoas, os animais, tudo o que havia no meio do caminho, produzindo a sensação de visão.

Ainda dentro dessa ideia de coisas que saíam dos olhos, havia outros pensadores, como Aristóteles, que achavam que o cérebro emitia um espírito, que atravessava os olhos e saía deles como um feixe de raios visuais. Esses raios tocavam os objetos e traziam de volta para a pessoa as características deles, produzindo a sensação visual. Um argumento a favor dessa suposição era o fato de se poder ver os olhos de alguns animais, como cães e gatos, brilhando à noite.

Hoje, sabemos que isso acontece pela reflexão da luz no fundo dos olhos. Acredita-se que frases do tipo “se olhar matasse”, “dos olhos se enxerga a alma”, “olhar magnético”, “dos olhos saem faíscas cortantes” originaram-se daquela teoria.

Havia outro grupo de pensadores, dentre eles Demócrito, que acreditava que todas as coisas do mundo emitiam minúsculas réplicas, isto é, pequeninas cópias delas mesmas, que atravessavam o espaço e entravam nos nossos olhos, tornando-se visíveis. De certa forma, esses estudiosos também consideravam a visão um tato, pois as réplicas entravam em contato com a nossa alma, o centro de todos os sentidos.

Outros pensadores, como Platão, achavam que uma espécie de fogo saía dos olhos e, ao se encontrar com o fogo que emanava dos objetos, realizava o contato que iria produzir a sensação visual. Na opinião deles, o contato só podia ocorrer quando houvesse luz. Esses filósofos formavam o grupo que deixava clara a relação da visão com a luz. Mas eles explicavam o fenômeno usando entidades como o fogo visual, que, na época, julgavam existir.

Todos esses três grupos reconheciam a importância dos olhos, mas os dois primeiros não associavam a luz com os olhos na nossa capacidade de ver. Hoje, todos sabemos que sem luz não se consegue ver nada.

ROBILOTTA, Cecil Chow. Uma luz sobre a visão. *Ciência Hoje na Escola*, v. 5 (Ver e Ouvir). Rio de Janeiro: Ciência Hoje, 1998.

O texto apresenta uma abordagem histórica para essa questão e pode contribuir para levantar discussões sobre as condições para se enxergar um objeto. Com base no texto e nos desenhos feitos, também pode ser realizada uma discussão sobre os modelos construídos para explicar o processo de visão dos objetos e até mesmo sobre o papel dos modelos na ciência. Uma ideia interessante é comparar os desenhos feitos pelos alunos com os modelos apresentados pela autora. Alguns desenhos podem apresentar visões muito parecidas com aquelas expressas no texto, como a ideia da luz saindo dos olhos para se enxergarem os objetos. Para fechar essa discussão, é importante mostrar aos alunos que a luz sai de uma fonte (que pode ser uma vela, uma lanterna, lâmpada ou até mesmo a luz solar), é refletida pelos objetos e chega até nossos olhos. Nesse sentido, a presença da luz é fundamental para que possamos enxergar o mundo à nossa volta.

## Etapa 2 – Separando a luz em cores

O próximo passo desta Situação de Aprendizagem consiste em problematizar as cores. Algumas perguntas podem ser feitas à classe para iniciar a discussão:

- 1) *Qual é a cor da luz do Sol?*
- 2) *As luzes podem ter cores diferentes?*
- 3) *Por que vemos diferentes cores?*

É importante que os alunos apresentem respostas para essas perguntas por meio de discussões em pequenos grupos e, posteriormente, em debates com a classe inteira, ou por meio de textos e desenhos elaborados por eles. Para buscar respostas a essas questões, nesta segunda parte da atividade “Separando a luz em cores”, vamos decompor e compor a luz branca.

A ideia é construir com os alunos um instrumento que decomponha a luz em cores: o espectroscópio. Esse instrumento separa as diversas cores do espectro óptico por meio de uma rede de difração, ou seja, uma superfície transparente ou refletora, com finíssimas ranhuras que fazem com que a luz incidente seja decomposta nas cores que a compõem.

Para montar um espectroscópio, vamos precisar de: uma caixinha de creme dental; um CD inutilizado; uma régua; uma tesoura sem ponta; um estilete; fita adesiva; fita isolante. Com um CD é possível construir oito espectroscópios. Nessa atividade, cada aluno pode construir o seu instrumento.

**Atenção:** a realização desta atividade necessita de extremo cuidado no manuseio da tesoura e do estilete.

© Renata Ribeiro

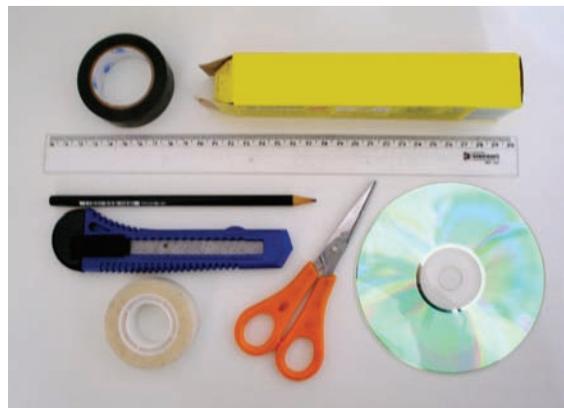
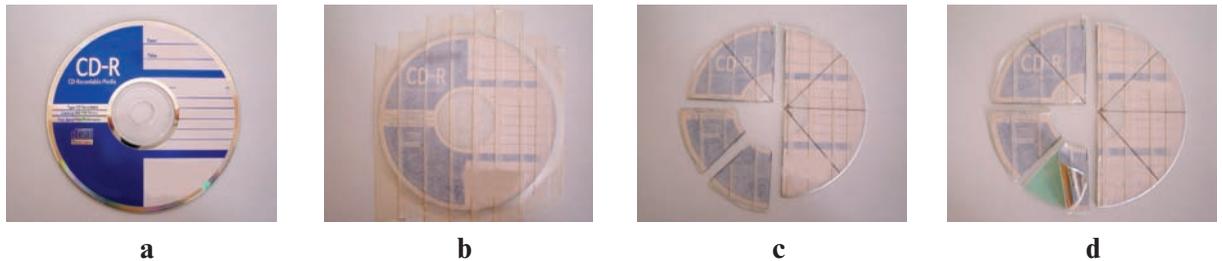


Figura 6 – Materiais utilizados neste experimento.

Primeiro, vamos cobrir o lado de cima do CD (lado onde está impressa a sua marca) com a fita adesiva e cortá-lo em oito partes iguais, como se estivéssemos cortando uma pizza. Depois de cortados os pedaços, é só descolar a fita adesiva, a qual irá remover a película de proteção onde é impressa a marca do CD (o CD ficará praticamente transparente, com uma

pequena película azulada ou esverdeada). É importante não tocar com os dedos a superfície do CD depois de retirada a película de proteção, pois isso pode danificá-la, impedindo a

decomposição da luz. Alguns alunos podem ter dificuldades para cortar o CD, pois ele é feito de plástico resistente. Fique atento a essas dificuldades para evitar acidentes.

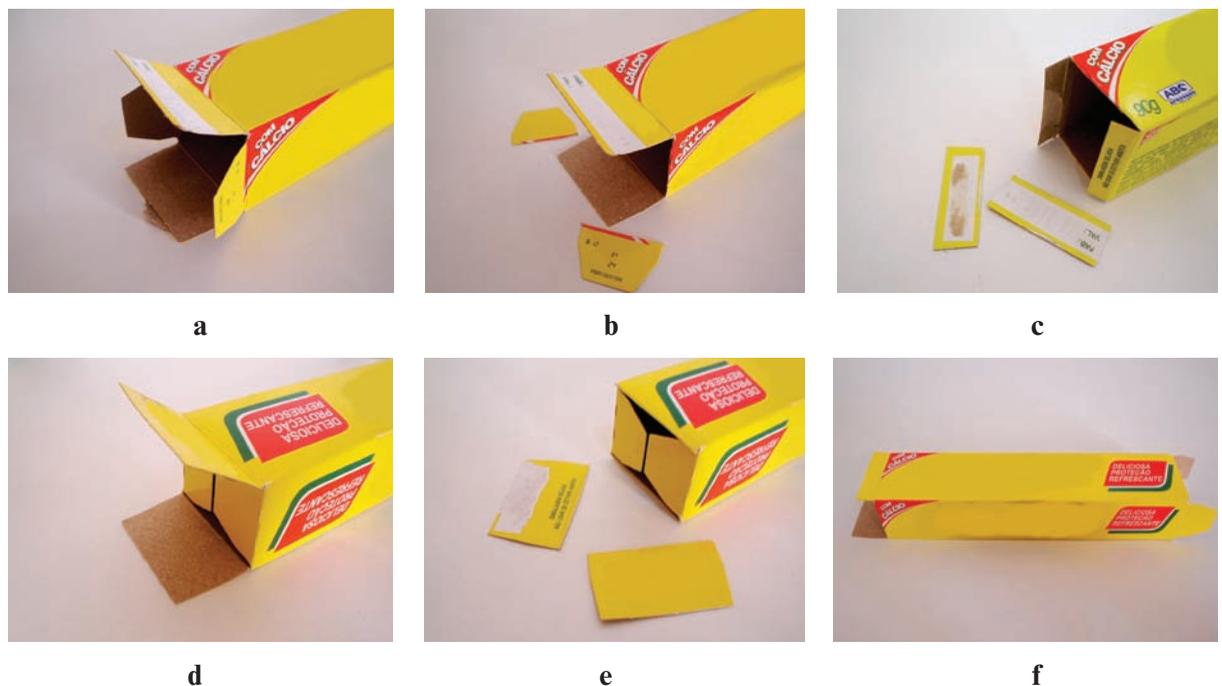


© Renata Ribeiro

Figura 7 – Cobrir todo o CD (a), do lado onde está impressa a sua marca, com fita adesiva (b); dividir o CD em oito partes e cortá-lo (c); retirar a fita adesiva, tomando o cuidado para não tocar em sua superfície (d).

Para construir o espectroscópio, vamos pegar a caixa de creme dental, cortar com uma tesoura as abas laterais de uma de suas tampas (como indicam as Figuras 8a e 8b) e cortar pela metade a aba superior e a inferior

dessa mesma tampa (Figura 8c). Depois, vamos cortar a aba superior e a inferior da outra tampa da caixa (Figuras 8d e 8e). A Figura 8f indica como deverá ficar a caixa depois desses procedimentos.



© Renata Ribeiro

Figura 8 – As fotografias indicam como cortar as tampas laterais da caixa de creme dental.

Agora, vamos colar o pedaço que cortamos do CD na lateral da caixa indicada pela Figura 8c, utilizando fita isolante preta para

evitar que a luz entre na caixa pelas laterais. A Figura 9 nos mostra como podemos fazer essa colagem.

© Renata Ribeiro

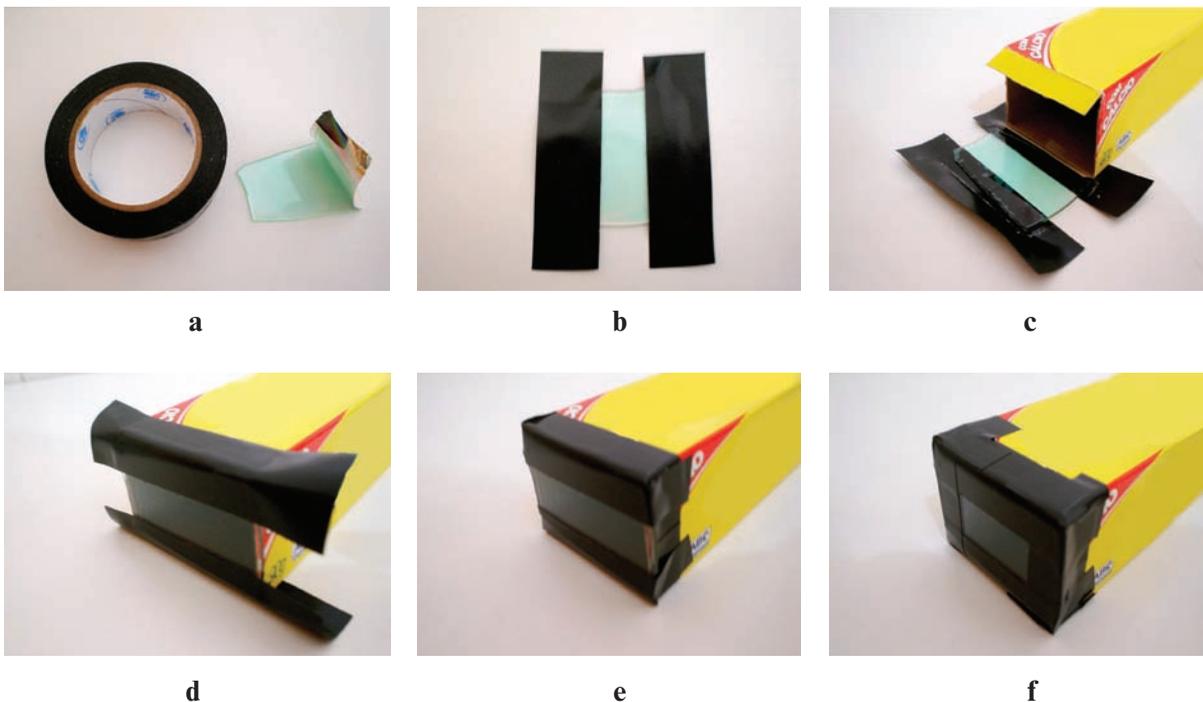


Figura 9 – Descole a fita adesiva do pedaço de CD (a) e cole, em suas laterais, a fita isolante (b). Depois, na lateral da caixa onde a aba superior e a inferior foram cortadas pela metade, cole o pedaço de CD, de modo que a fita isolante cubra essas abas (c) e (d). Dobre as sobras de fita isolante para dar o acabamento (e) e, por fim, vede as outras laterais da caixa, para evitar a entrada de luz (f).

Vamos colar, no outro lado da caixa, duas tiras de fita isolante preta, deixando entre elas um espaço de, no máximo, 1 mm de lar-

gura. É por essa fenda que a luz irá entrar na caixa. A Figura 10 ilustra como a tampa deverá ficar.

© Renata Ribeiro



Figura 10 – Na outra lateral da caixa (a), cole duas tiras de fita isolante deixando entre elas um espaço de, no máximo, 1 mm de largura (b) e (c). Pronto! Eis o espectroscópio!

Pronto! O espectroscópio está montado. Para utilizá-lo, basta apontar a fenda para uma fonte de luz e olhar pelo lado da caixa onde foi colocado o pedaço de CD.

**Atenção:** nunca se deve apontar o espectroscópio diretamente para o Sol! Sua luz é muito intensa e pode causar danos irreversíveis à visão. Para ver o espectro do Sol, aponte o espectroscópio para uma parede branca iluminada pelo astro.

Como observação inicial, peça aos alunos que apontem o espectroscópio para a lâmpada da sala ou para alguma parede branca que esteja refletindo a luz solar.

- 1) *O que podemos ver?*
- 2) *De onde você imagina que vêm essas cores?*
- 3) *Será que existe diferença no que vemos se apontarmos o nosso espectroscópio para uma lâmpada fluorescente, para uma lâmpada de filamento ou para uma vela? Vamos fazer o teste?*

Na observação inicial (parede refletindo a luz solar ou lâmpada da sala de aula), os alu-

nos verão, no espectroscópio, diferentes cores que compõem a luz do Sol ou da lâmpada observada. O espectrógrafo nos possibilita ver essas cores, pois ele decompõe a luz observada. Dessa maneira, as cores que vemos no espectroscópio são o resultado da decomposição da luz do Sol ou da lâmpada.

O momento agora é de experimentar o equipamento e registrar as observações. Se for possível, leve para a sala de aula uma vela para dar aos alunos mais uma fonte de luz a ser analisada. Na figura 11, são apresentadas algumas imagens referentes às diferentes fontes de luz observadas. Essas imagens podem ser utilizadas por você como referência para as observações dos alunos.

### Para casa

Pode-se, agora, convidar os alunos a realizar uma atividade de observação. A ideia é propor a eles que investiguem as semelhanças e diferenças dos espectros de variadas fontes de luz. Pode-se até mesmo solicitar que observem essas diferentes fontes de luz com o espectroscópio e façam uma reprodução (utilizando giz de cera ou lápis coloridos), em papel branco, das faixas coloridas observadas. A tabela apresenta algumas sugestões de observação.

Fontes de luz	
Lâmpada incandescente comum	Chama de uma vela
Lâmpada fluorescente	Monitor de computador
Lâmpada de sódio (iluminação pública)	Lâmpada de mercúrio (iluminação pública)
Lâmpada branca (iluminação pública)	Anúncio luminoso (gás néon)
Parede branca com reflexo do Sol	...

Algumas fontes de luz para observação com o espectroscópio.

Proponha aos alunos que organizem suas observações, do mesmo modo que fizeram na Situação de Aprendizagem 3. A estrutura

desse relatório pode apresentar os seguintes campos: nome do aluno ou grupo de alunos; nome da atividade; objetivos; materiais utili-

zados; procedimentos; tabela de observações (com uma coluna para a “fonte de luz” e outra para “o que foi observado”) e um espaço para que o aluno exponha o que aprendeu com o experimento.

A figura a seguir apresenta imagens do espectro de algumas fontes de luz. Essas imagens podem ser comparadas com as descrições e os desenhos dos alunos referentes a suas observações.

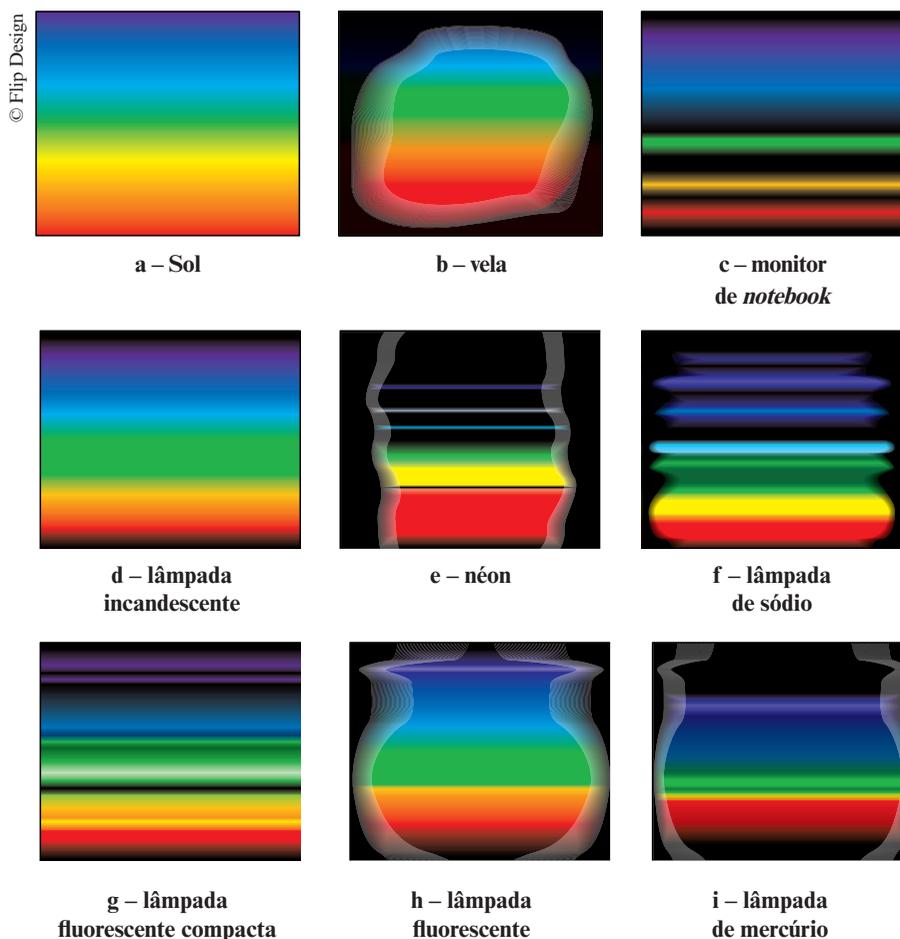


Figura 11 – Espectros de algumas fontes de luz.

### Complementação e possibilidades de intervenção

Esta Situação de Aprendizagem possibilita aos alunos a manipulação de materiais para a construção de um aparato que será utilizado na observação de um fenômeno físico. O objetivo

central é mostrar para eles que a luz pode ser decomposta em cores, as quais formam o seu espectro. Com o espectroscópio observamos que diferentes fontes de luz podem ser decompostas em cores que são características dessas fontes. Por exemplo, a lâmpada comum possui um espectro característico que é diferente do

espectro da lâmpada fluorescente (como vimos na imagem anterior). Os alunos podem tecer questões sobre o porquê dessas diferenças (ou mesmo você pode questioná-los sobre isso). De maneira simplificada, os espectros são diferentes porque as fontes de luz são compostas de materiais diferentes, isto é, elementos químicos diferentes. Esses elementos, quando aquecidos, emitem, além do calor, luz com cores diferentes. Exemplos disso são as variadas cores dos fogos de artifício. Cada uma daquelas cores corresponde a um tipo de elemento que é utilizado na composição do artefato.

Nas observações, os alunos irão perceber que as cores observadas vão desde o vermelho até o violeta. Pode-se explicar que essas cores apresentam frequências diferentes: a cor vermelha tem frequência menor e a violeta, maior. Seguindo em ordem crescente de frequência, as cores são: vermelho, laranja, amarelo, verde, azul, anil e violeta.

O espectroscópio é utilizado em vários campos do conhecimento, entre eles, a física, a química e a astronomia. Na astronomia, esse instrumento é usado para se conhecerem melhor as estrelas. Com ele, os astrônomos podem determinar as composições dos elementos das estrelas, sua temperatura, sua idade etc.

Vale atentar também para outras formas de decomposição da luz, presentes no dia a dia dos alunos, como o arco-íris, resultado da decomposição da luz solar por gotículas de água; ou as diferentes cores que vemos nas manchas de óleo e nas bolhas de sabão.

### Etapa 3 – Temperatura da cor

A ideia desta etapa é discutir com os alunos a relação que existe entre **cor e temperatura**. Pode-se iniciar a discussão comentando com eles que, na astronomia, o espectroscópio é utilizado para se conhecer melhor as

estrelas. Com esse equipamento, os astrônomos determinam a temperatura e a composição química desses astros celestes. Se, pelo espectroscópio, os astrônomos somente observam as cores das estrelas, como é possível determinar a sua composição e temperatura? Será que existem exemplos aqui na Terra de como relacionar temperatura e cor? Pode-se, então, propor um encaminhamento desse problema com as seguintes questões:

- 1) *Vocês já viram qual é a cor da chama do fogão quando o botijão de gás está cheio? E quando o gás está acabando? E a cor de um maçarico? Qual a cor do fogo da fogueira quando ela está forte? E quando está começando a apagar? E a cor da chama de uma vela, qual é?*
- 2) *Será que existe relação entre a cor e a temperatura da chama?*

Essas questões podem ser discutidas coletivamente. Solicite aos alunos que registrem suas ideias sobre elas. Uma sugestão para esse momento de aprendizagem é levar para a sala de aula uma vela, acendê-la, e então pedir aos alunos que observem a chama e que a desenhem em uma folha de papel, representando todas as cores que observarem.

### Encaminhando as questões

A ideia é mostrar aos alunos que a relação entre cor e temperatura, que é utilizada para identificar estrelas, também pode ser vista em nosso dia a dia. Ao observarmos o céu, aparentemente as estrelas nos parecem pequenos pontos brancos e brilhantes. Uma observação mais atenta, no entanto, permite-nos ver que algumas estrelas são avermelhadas, outras mais azuladas etc. Essa diferença nas cores das estrelas nos mostra que elas apresentam diferentes temperaturas. Com relação às outras questões, a ideia é chamar a atenção dos alunos para a relação existente entre cor da chama e temperatura. A chama do fogão é azul

(maior temperatura) quando o botijão de gás está cheio; já quando o gás está acabando, essa coloração torna-se alaranjada, avermelhada, de menor temperatura. É por isso que o arroz fica pronto mais rápido quando a chama está azulada e demora mais tempo para cozinhar quando ela está avermelhada. A chama de um maçarico, por exemplo, chega a uma temperatura de 1400 °C e tem uma coloração branco-azulada. O fogo da fogueira, quando está forte, apresenta uma coloração amarelada e, quando vai se apagando, sua cor fica avermelhada,

o que indica uma diminuição da sua temperatura. A chama de uma vela, por exemplo, apresenta regiões com cores diferentes, cada uma associada a determinada temperatura. A região mais quente é aquela que apresenta uma cor branco-azulada. As regiões da chama com coloração amarela, castanha e vermelha estão associadas a temperaturas menores. Você pode mostrar aos alunos a tabela a seguir, que apresenta uma relação entre as cores da chama e a temperatura relativa a cada cor.

### Relação entre a cor da chama de uma vela e sua temperatura

Cor	Temperatura
Castanho	de 520 °C a 650 °C
Vermelho	de 650 °C a 1050 °C
Amarelo	de 1050 °C a 1250 °C
Branco-Azulado	acima de 1250 °C

Ao final da Situação de Aprendizagem, espera-se que os alunos tenham compreendido que existe uma relação entre temperatura e

cor e que essa relação pode ser observada tanto pelos astrônomos, ao observarem as estrelas, quanto em nosso dia a dia.

## SITUAÇÃO DE APRENDIZAGEM 5 MISTURANDO AS CORES

Depois de decompor a luz em suas cores, vamos investigar como podemos recompor e misturar as cores da luz. Na primeira parte desta Situação de Aprendizagem, vamos realizar um experimento com lanternas e papel celofane colorido para misturar as cores de luz. Ainda

nesta parte, iremos comparar a mistura das cores da luz com a mistura das cores de pigmentos para observar as diferenças entre esses dois tipos de mistura. Por fim, vamos estudar o que acontece quando iluminamos um objeto colorido com diferentes cores.

**Tempo previsto:** 3 aulas.

**Conteúdos e temas:** mistura das cores da luz; fenômenos de absorção e reflexão da luz; composição de imagens com a luz e com os pigmentos.

**Competências e habilidades:** reconhecer e explicar os fenômenos de formação de cores a partir das cores primárias.

**Estratégias de ensino:** representação do conhecimento em textos e desenhos; investigação de fenômenos; atividade experimental; trabalho em grupo; discussão compartilhada.

**Recursos:** três lanternas ou luminárias; lâmpadas coloridas (nas cores azul, vermelha e verde) ou papel-celofane colorido (nas cores vermelha, azul e verde); papel cartolina preto; elásticos de escritório; fita adesiva; giz de cera; papel sulfite.

**Avaliação:** verificação do entendimento sobre os processos de formação de cores a partir das cores primárias; explicação sobre como vemos os objetos e as diferentes cores do espectro (absorção e reflexão das cores); participação nas atividades experimentais; reconhecimento das diferenças entre as misturas de cor luz e cor pigmento; organização do caderno.

## Etapa 1 – Misturando as cores

Para começar a Situação de Aprendizagem, você pode solicitar aos alunos que pensem sobre a seguinte questão:

*Vimos que a luz branca proveniente do Sol pode ser decomposta em cores. Será que misturando essas cores podemos obter a cor branca novamente?*

Para esta experiência, vamos precisar de três lanternas ou luminárias; papel-celofane nas cores vermelha, verde e azul (no caso do uso de lanternas) ou lâmpadas nessas mesmas cores (caso utilize luminárias); cartolina preta; elásticos de escritório; fita adesiva; um ambiente escuro. Esta atividade pode ser feita em grupos de alunos, no caso de haver lanternas e luminárias suficientes para cada grupo, ou em forma de demonstração, realizada pelos alunos e orientada por você.



© Fernando Favoretto

Figura 12 – Materiais utilizados neste experimento.

Primeiro, vamos cobrir uma das lanternas com uma ou duas camadas de papel-celofane vermelho, fixando-as com o auxílio de elásticos de escritório. Vamos repetir o procedimento para as cores azul e verde. Para direcionar o feixe de luz da lanterna, vamos fazer três

cilindros de aproximadamente 15 cm de altura, utilizando a cartolina preta e a fita adesiva, que serão colocadas nos bocais das lanternas. No caso do uso de luminárias com lâmpadas coloridas, os cilindros de cartolina também precisam ser adaptados aos seus bocais para direcionar os feixes de luz. Atenção: caso esteja usando luminárias ligadas à rede elétrica, cuidado ao preparar esta atividade, pois há risco de choque.

Para obter melhores resultados durante a realização da atividade, o ambiente precisa estar escuro. Nesse ambiente, vamos ligar uma luz de cada vez, fazendo-as refletir em uma parede branca. Quanto mais próximas as lanternas estiverem da parede branca, mais visível será o foco de luz. De duas em duas, vamos sobrepor as cores e verificar a cor resultante. Solicite aos alunos que construam uma tabela para organizar as observações. Apresentamos um exemplo.

Mistura das cores da luz				
Cor 1		Cor 2		Cor resultante
Vermelho	+	Azul	=	Magenta
Azul	+	Verde	=	Ciano
Verde	+	Vermelho	=	Amarelo

Após terem sido realizadas as sobreposições de duas em duas cores, você pode perguntar aos alunos qual será a cor resultante se ligarmos as três lanternas, de modo que as três cores se sobreponham parcialmente. Solicite que eles façam o teste. A imagem a seguir nos mostra esse resultado.

Cabe ressaltar aos alunos que a mistura de cores de luz é diferente da mistura de cores de pigmento, isto é, da cor de um giz de cera ou de uma tinta. Para verificar isso, pode-se solicitar que misturem, duas a duas, as cores vermelha, verde e azul em um papel branco, utilizando giz de cera, e que comparem o resultado que obtiverem com aqueles apresentados pela Tabela. Para sistematizar as observações, você pode pedir aos alunos que construam uma tabela igual àquela que eles fizeram para a mistura de cores da luz e registrem as diferenças.

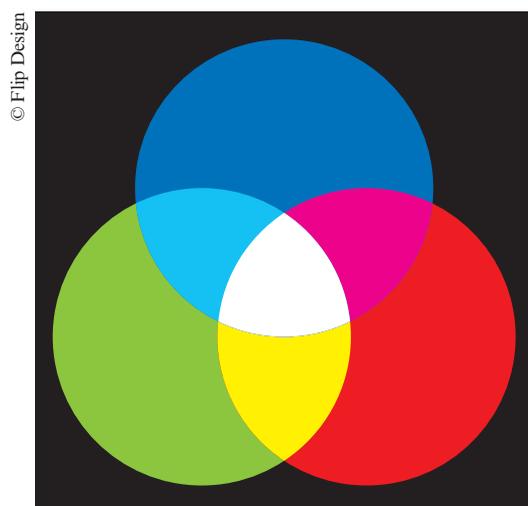


Figura 13 – Mistura das cores primárias da luz (verde, vermelho e azul).

### Complementação e possibilidades de intervenção

Vermelho, azul e verde são as cores primárias da luz. Para criar outras cores, podemos misturar as cores primárias diretamente, como vimos, a partir da superposição direta de luzes. Além disso, é possível obter as outras cores do espectro variando-se a quantidade de cada uma das cores primárias, como podemos ver nas imagens a seguir.

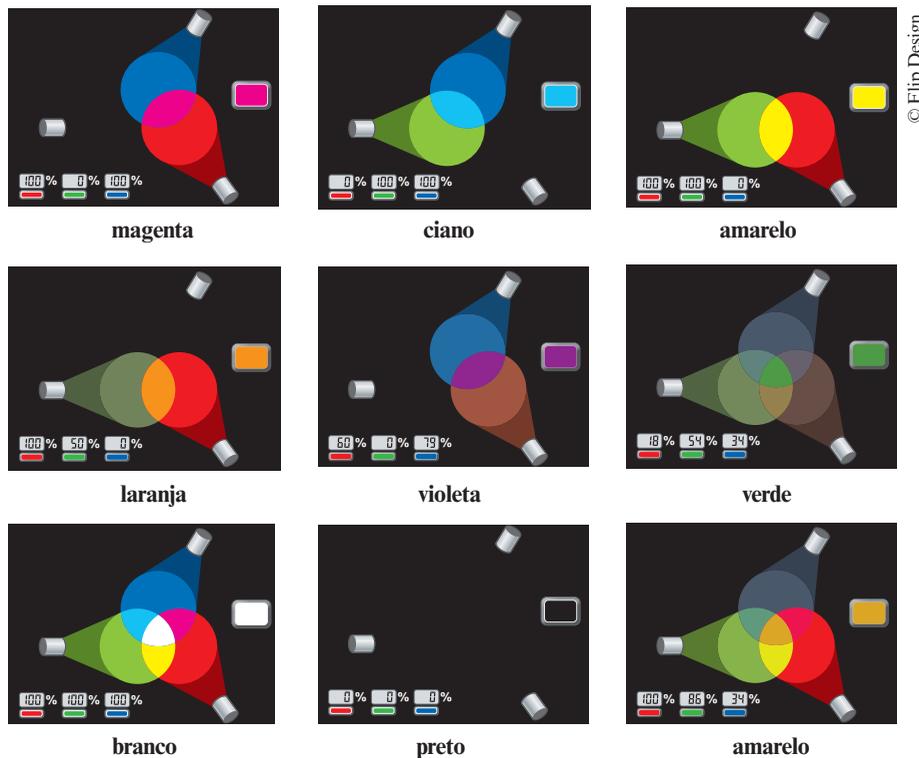


Figura 14 – Mistura das cores da luz.

Outra possibilidade de se trabalhar com os alunos a composição da luz branca a partir de suas cores é construir com eles um disco de Newton. Para construir esse disco, você vai precisar de: papel-cartão branco; lápis de cor (ou giz de cera) nas cores do arco-íris (vermelho, laranja, amarelo, verde, azul, anil e violeta); compasso; régua; tesoura; fita adesiva.

Primeiro, com o compasso, faça um círculo de 10 cm de diâmetro no papel-cartão e recorte-o. Divida esse círculo em sete partes iguais e pinte cada uma dessas partes de uma cor, na ordem das cores do arco-íris. Faça um furo no centro do cartão, passe por ele um lápis e prenda esse lápis com fita adesiva, para que o cartão fique preso a ele. Agora é só girar o disco e observar que o cartão fica com uma coloração próxima da branca. Essa é uma experiência simples que também nos mostra que a luz branca é uma mistura de diferentes cores. Ela pode

ser realizada pela classe, dividida em pequenos grupos, como complemento ou alternativa à atividade com as lanternas.

### Para casa

Como atividade para casa, pode-se solicitar aos alunos que elaborem um relatório sobre a atividade realizada em sala de aula. Esse relatório tem como objetivo possibilitar que eles organizem suas anotações, sistematizando-as. A estrutura desse relatório pode apresentar os seguintes campos: nome do aluno ou grupo de alunos; nome da atividade; objetivos; materiais utilizados; procedimentos; tabela de observações (“misturas de luz” e “mistura de pigmentos”); análise das observações e um espaço para que eles exponham o que aprenderam com o experimento. Além disso, podem constar nesse relatório as questões formuladas durante a atividade, com suas respectivas respostas.

## Etapa 2 – A percepção das cores

Neste momento de aprendizagem, vamos fazer uma discussão sobre a percepção que temos das cores e os fatores a ela associados, como a fonte de luz, os materiais de cores distintas e a capacidade que nosso sistema visual tem de diferenciar os estímulos produzidos pelas diferentes cores de luz.

Utilizando as mesmas lanternas ou luminárias da atividade experimental anterior, vamos agora iluminar objetos de diferentes

cores (amarelo, azul, verde, branco, preto e vermelho) com cada uma das luzes coloridas (pode-se, inclusive, sugerir aos alunos que levem para a sala de aula objetos de cores distintas). Em um ambiente escuro, vamos iluminar os objetos alternadamente com cada uma das luzes coloridas (azul, verde e vermelha). A tabela a seguir é um exemplo de como os alunos podem organizar e registrar suas observações. Nesta atividade, você pode solicitar a cada aluno que anote suas observações, para depois compará-las com as de seus colegas.

Cor do objeto quando iluminado				
Objeto	Cor do objeto quando iluminado pela luz			
	Branca	Vermelha	Azul	Verde
Branco	Branco	Vermelho	Azul	Verde
Verde	Verde	Preto	Preto	Verde
Vermelho	Vermelho	Vermelho	Preto	Preto
Azul	Azul	Preto	Azul	Preto
Amarelo	Amarelo	Vermelho	Preto	Verde
Preto	Preto	Preto	Preto	Preto

Exemplo de tabela para a sistematização das observações dos alunos na atividade.

### Complementação e possibilidades de intervenção

Com base nesta atividade experimental, pode-se discutir com os alunos que as cores dos objetos correspondem às cores da luz que eles refletem. Por exemplo, vemos um abacate verde porque o abacate, quando iluminado pela luz branca (que, como vimos, é uma mistura de todas as cores), reflete o verde e absorve as outras cores. Vemos a maçã vermelha porque essa fruta reflete o vermelho e absorve as outras cores.

Após a atividade, pode-se perguntar ao aluno qual é a cor dos objetos na ausência de luz. Por que enxergamos um objeto branco?

E um objeto preto? Uma ideia que os alunos podem apresentar é a de que no escuro conseguimos enxergar os objetos brancos. Esse é um conceito espontâneo que pode ser problematizado a partir da noção de preto como ausência de luz.

Ao final desta situação de aprendizagem, cabe resgatar o espectro eletromagnético que está sendo construído pela classe (ou pelos grupos de alunos) e mostrar para os alunos que, depois da faixa de luz visível, encontramos a radiação ultravioleta. Essa radiação tem frequência maior que a das outras radiações vistas até o momento, e é delas que nos protegemos quando usamos protetor solar, uma vez que a radiação pode causar danos à nossa pele.

## SITUAÇÃO DE APRENDIZAGEM 6

### USOS DA RADIAÇÃO NA MEDICINA E EM OUTRAS ÁREAS

O objetivo desta Situação de Aprendizagem é promover uma discussão sobre os usos das radiações de altas frequências em áreas como medicina, indústria, artes e agricultura, por exemplo, de maneira a proporcionar aos alunos uma visão geral sobre esses usos. Vamos, inicialmente, analisar algumas radiografias e verificar como a radiografia é

produzida, apresentando-lhes essa radiação que atravessa a nossa pele (raios X). Depois, com base na leitura e interpretação de um texto, veremos como essa radiação é utilizada em outras áreas. A construção de competências relacionadas ao desenvolvimento de habilidades de investigação e pesquisa é o foco desse tópico.

**Tempo previsto:** 4 aulas.

**Conteúdos e temas:** raios X; análise de radiografias; aplicações das radiações de alta frequência em diferentes áreas (medicina, indústria, agricultura, artes etc.).

**Competências e habilidades:** interpretar imagens de radiografia; descrever e identificar procedimentos relativos ao exame de radiografia utilizando conhecimentos físicos; identificar no espectro eletromagnético a faixa de frequência estudada, relacionando-a com as demais faixas; ler e interpretar informações apresentadas em textos de divulgação científica; ler e interpretar corretamente esquemas e diagramas; reconhecer os diferentes usos que são feitos das radiações eletromagnéticas de alta frequência.

**Estratégias de ensino:** leitura de textos, imagens e esquemas; representação do conhecimento em textos e desenhos; investigação de fenômenos; trabalho em grupo; discussão compartilhada.

**Recursos:** imagens médicas (radiografia).

**Avaliação:** participação nas discussões em grupo e compartilhadas com a classe; interpretação de informações apresentadas em imagens e em textos de divulgação científica; reconhecimento dos diferentes usos das radiações eletromagnéticas no cotidiano.

#### Etapa 1 – Usos da radiação na medicina

Nesta Situação de Aprendizagem, vamos estudar como as radiações de alta frequência (raios X e raios gama) são utilizadas em nossa sociedade, em áreas como medicina, agricultura e artes. Você pode solicitar aos alunos que tragam para a aula, caso tenham, radiografias ou imagens de exames médicos.

Antes de iniciar é importante resgatar novamente o espectro eletromagnético construído pelos alunos e mostrar qual parte do espectro será abordada neste momento. Pode-se também discutir de maneira qualitativa que relação pode existir entre a identidade das radiações, isto é, sua frequência, e sua energia, uma vez que as radiações que estudaremos neste tópico apresentam grande energia, ou seja, quanto maior a frequência de uma onda, maior é sua energia.

Comece discutindo as seguintes questões:

*Alguém já realizou um exame de radiografia? Vocês conhecem alguém que já tenha realizado esse exame?*

Tendo em mãos algumas radiografias, pode-se dividir a sala em grupos. Peça a cada grupo que discuta essas imagens. É importante que os alunos as manuseiem. Algumas perguntas podem direcionar essa discussão:

- 1) *Do que se trata a imagem (radiografia dental, do braço, de pernas, do pulmão, da cabeça etc.)?*
- 2) *O que a parte branca da imagem representa? E a parte escura?*
- 3) *Existe alguma semelhança ou diferença entre uma radiografia e uma fotografia comum? Se sim, qual(is)?*
- 4) *Como você imagina que a imagem de radiografia é obtida?*

Solicite aos alunos que registrem as respostas às questões em seus cadernos. Após o momento de discussão em grupo, é importante ampliar a discussão para a classe, para que os grupos possam compartilhar suas ideias e argumentações sobre as questões propostas.

### Encaminhando as questões

Essas perguntas ajudam a direcionar as discussões em grupo. Na primeira delas, o grupo identifica a parte do corpo que foi radiografada (alguns alunos podem chegar a propor diagnósticos). A segunda pergunta tem a intenção de levantar algumas ideias sobre como a parte do corpo radiografada é representada na imagem. É importante salientar que a radiação passa pelo corpo (e não fica nele) e impressiona uma chapa que é semelhante a um filme fotográfico, só que

em vez de ser sensível à luz visível (como é o caso do filme fotográfico comum), é sensível aos raios X. Esses raios atravessam a pele e os órgãos internos e impressionam a chapa, mas não conseguem atravessar os ossos. A diferença nos tons de preto observados nas chapas deve-se à fração de radiação que é transmitida, absorvida e espalhada pelos diferentes tecidos do corpo humano. Já a parte branca representa as regiões em que a radiação não alcançou o filme.

É interessante pedir aos alunos que, caso já tenham realizado um exame de radiografia, relembrem quais foram os procedimentos adotados para tirar a radiografia (por exemplo, entrar em uma sala mais escura; deitar sobre uma mesa enquanto o médico, o técnico ou o odontologista direciona o equipamento de raio X; cobrir parte do corpo com uma proteção; perceber que o técnico fica em uma sala separada no momento em que uma pessoa está sendo radiografada etc.). O levantamento desses procedimentos é importante para a pergunta seguinte, que possibilita a discussão sobre o funcionamento de um aparelho de raio X. Além disso, incita os alunos a questionar sobre o papel da proteção tanto deles quanto do profissional que está comandando o exame.

Quanto à última questão, as figuras seguintes ilustram o procedimento realizado em um exame de radiografia. Vemos o paciente deitado sobre uma mesa. Sob essa mesa, encontra-se o filme (chapa) que será sensibilizado pelos raios X, que saem do aparelho acima do paciente. Podemos notar que o técnico está em uma sala à parte (cujas paredes são revestidas com chumbo), controlando o aparelho de raio X, enquanto o paciente é radiografado. Isso acontece para a proteção do profissional, uma vez que ele atende vários pacientes por dia e precisa estar protegido para não receber radiação toda vez que for radiografar um paciente.

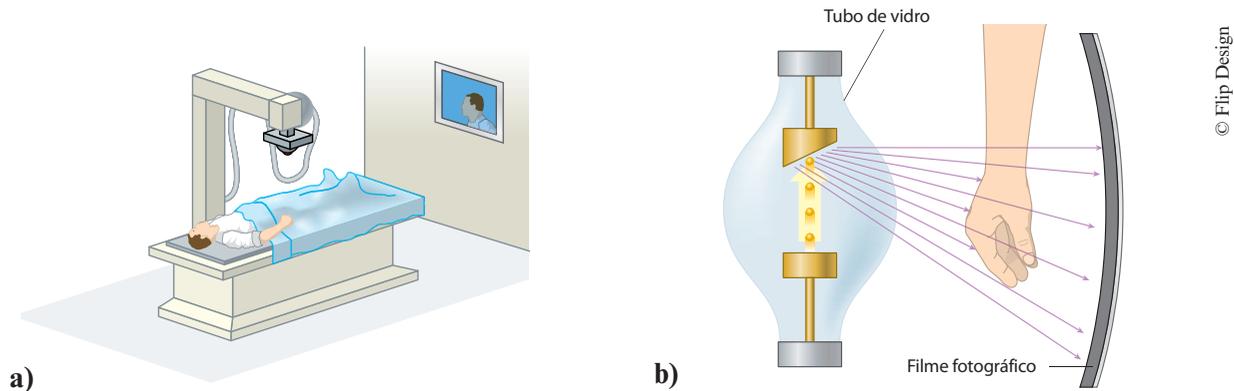


Figura 15 – Funcionamento de um aparelho de raio X. Na imagem (a) vemos um paciente sendo submetido a um exame de raio X; acima dele vemos o aparelho de raios X e, sob ele, está o filme fotográfico que será sensibilizado pelos raios que atravessam o paciente. Em (b), temos uma ilustração de como os raios X impressionam o filme fotográfico.

Na Figura 15b, vemos que os raios X atravessam a mão e chegam até a chapa. Esses raios são absorvidos de diferentes formas pela mão. Por exemplo, enquanto os ossos barram grande quantidade de radiação, impedindo que esta impressione a chapa, a pele deixa passar quase toda a radiação. Depois que os raios X atingem a chapa, ela é revelada e fica pronta para ser analisada. As partes mais claras da chapa indicam que a radiação foi absorvida pela mão, ou seja, poucos raios X chegaram até a chapa. Por outro lado, as partes mais escuras indicam que a radiação quase não foi absorvida pela mão, chegando em grande quantidade à chapa. Os tecidos mais densos, como os ossos, absorvem mais os raios X. É por isso que os ossos aparecem brancos na radiografia.

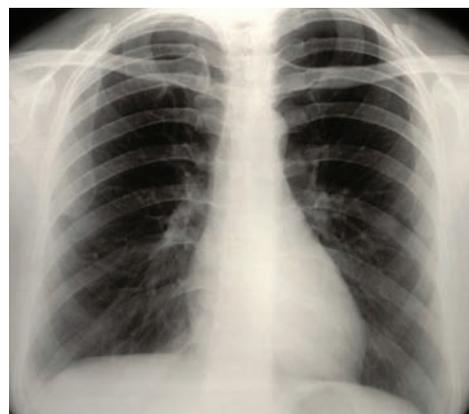
### Complementação e possibilidades de intervenção

As respostas apresentadas anteriormente também ilustram uma possibilidade de intervenção do professor. Dessa maneira, enquanto os alunos vão apresentando suas ideias sobre cada questão, pode-se, a partir delas, construir com eles as respostas mais completas.

A seguir, são apresentadas imagens que ilustram possibilidades de radiografia. Essas imagens podem ser mostradas aos alunos para ampliar a discussão.



© Lester Lefkowitz/Corbis-Lainstock



© Juptierimages/Creatas/Alamy-Otherimages



© Jupiterimages/Thinkstock/Alamy-Otherimages



© Christos Kalohoridis/Corbis-Latinstock

Figura 16 – Radiografias de diferentes partes do corpo (mão, tórax, braço e dentes).

Além da radiografia, outros exames médicos utilizam radiação eletromagnética, como a tomografia computadorizada, a mamografia etc. A intenção não é fazer uma discussão mais aprofundada sobre os processos envolvidos nesses exames e tratamentos, dada a complexidade para este nível de ensino, mas, sim, mostrar aos alunos que todos esses exames têm como característica comum o fato de utilizarem raios X. O que diferencia um do outro é o tipo de resultado obtido. Por exemplo, o exame de tomografia computadorizada utiliza um aparelho de raio X que gira em volta do paciente, fazendo radiografias transversais do corpo. As imagens obtidas assemelham-se a pequenas fatias, que depois são montadas pelo computador para formar um quadro geral. Os outros exames podem ser discutidos brevemente, sempre resgatando-se a ideia de que a radiação eletromagnética passa pelo corpo e não

fica nele. Nos exames diagnósticos de radiologia e mamografia, as imagens são formadas diretamente nas chapas sensíveis.

## Etapa 2 – Usos da radiação na medicina e em outras áreas

Neste momento de aprendizagem, vamos discutir com os alunos que as radiações de alta frequência têm outros usos fora da medicina; elas também são utilizadas nas artes, na indústria e na agricultura. Nas artes, essa radiação é utilizada para mapear os pigmentos utilizados pelo artista e, assim, aperfeiçoar o trabalho de restauração de uma pintura. Convide os alunos para uma leitura conjunta do texto “História por trás das tintas”, de Wanda Nestlehner, que nos mostra um exemplo do uso dos raios X nas artes.

#### Texto 4 – História por trás das tintas

Imagens de raios X já podem ser encontradas em museus. Não por mérito próprio, é verdade. O que os raios X têm feito pela arte é mostrar o método de trabalho dos artistas. No ano passado, uma análise da obra do holandês Vincent van Gogh (1853-1890) trouxe à tona vários desenhos em grafite acabados e completamente diferentes das pinturas que os recobriam. Isso levou historiadores a concluir que apenas em seus últimos anos de vida Van Gogh passou a usar tintas.

Como essa, os raios X vêm contando, desde 1895, dezenas de histórias curiosas do mundo das artes. Uma delas é a do autorretrato *O homem ferido*, do francês Gustave Coubert (1819-1877). Nesse quadro, o pintor aparece com um ferimento na altura do coração. Radiografias feitas na década de 1970, no entanto, revelaram, por baixo, um esboço diferente. Coubert estava abraçado a uma mulher, a mãe do seu único filho, que o abandonara pouco antes da conclusão da romântica pintura. Magoado, ele teria substituído a amada pela ferida.

Além de fornecer informações sobre o processo criativo dos pintores, os raios X têm ajudado a desmascarar obras falsas. Em 1992, pesquisadores holandeses conseguiram conferir a autenticidade de 290 pinturas de seu conterrâneo Rembrandt H. van Rijn (1606-1669) e reprovaram 132. As radiações facilitam, também, trabalhos de restauração. Em geral, os museus utilizam equipamentos menos potentes do que os usados em medicina e fazem exposições muito demoradas. O que importa não é a nitidez da imagem, mas, sim, detalhes sutis que possam diferenciar os materiais utilizados e mostrar como eles se sobrepõem.

© Alq-images/Latinstock



© Volker Steger/SPL- Latinstock



NESTLEHNER, Wanda.  
O superolho do homem.  
Revista *Superinteressante*,  
nov. 1995, p. 52-59.

Figura 17 – Na obra *Amor profano* (*Vaidade*), de Ticiano Vecellio (1490-1576), nota-se por meio dos raios que a posição da cabeça da mulher foi alterada, assim como são visíveis as duas mãos.

Após a leitura conjunta do texto, pode-se fazer com a classe uma espécie de gincana de perguntas. Solicite aos alunos que, reunidos em grupos de três pessoas, discutam e formulem três questões sobre o texto, com suas respectivas respostas. Cada questão deve envolver pelo menos um dos seguintes termos: “raios X”, “artes”, “histórias curiosas”, “medicina”, “radiografia”, “materiais”, “equipamentos” e “pintura”. Se preferir, você pode eleger outras palavras. A ideia de apresentar esses termos a eles é direcioná-los, no momento da elabora-

ção das questões, para pontos do texto que são relevantes. Peça que escrevam cada pergunta e resposta em um pedaço de papel, identificando também o grupo que as elaborou (você pode numerar os grupos e até mesmo solicitar aos alunos que deem um nome ao grupo). Durante o momento de elaboração das questões, é importante passar pelos grupos para orientar os alunos, visto que, geralmente, a prática de responder a questões é mais comum entre eles que a de criar questões. A gincana de perguntas está estruturada da seguinte forma:

1. Depois que cada grupo formulou seu conjunto de perguntas e respostas, recolha os papéis, dobre-os e coloque-os em um saquinho.
2. Sorteie a primeira pergunta e a leia em voz alta para a classe.
3. Os alunos que souberem a resposta podem levantar a mão, ou correr até determinado ponto da sala para respondê-la (você pode propor outras maneiras de encaminhar a atividade).
4. O grupo que formulou a questão não poderá respondê-la e atuará como juiz da resposta dada, verificando se a resposta dada está correta ou incorreta.
5. O grupo que responder primeiro e corretamente à questão ganha um ponto. Se a resposta dada não estiver correta ou completa, passa-se a chance ao grupo que levantou a mão (ou chegou até determinado ponto da sala) em segundo lugar, e assim por diante.
6. Ao final, o grupo que tiver acumulado mais pontos é o vencedor.

### Complementação e possibilidades de intervenção

Uma discussão que pode ser feita com a classe diz respeito aos outros usos que são feitos dos raios X e de radiações de frequências maiores, como a radiação gama. Os raios X, por exemplo, também são utilizados nos aeroportos, para detectar metais em bagagens. Outra radiação, mais penetrante que os raios X, a radiação gama, é utilizada na indústria, para verificar se há defeitos ou rachaduras no

corpo de peças de metal. A gamagrafia é muito semelhante à radiografia: a diferença é que se usa, na gamagrafia, a radiação gama (e não raios X) para fotografar determinado material. A radiação gama também é utilizada para esterilizar materiais hospitalares (seringas, luvas cirúrgicas, gaze etc.) e alimentos (para evitar brotamento de batatas, por exemplo, e com isso aumentar o seu tempo de conservação). Do mesmo modo como no processo de radiografia, a radiação gama atravessa os materiais e não fica neles.

## SITUAÇÃO DE APRENDIZAGEM 7 DISCUSSÕES SOBRE EFEITOS BIOLÓGICOS DAS RADIAÇÕES

Até o momento realizamos discussões sobre as características dos vários tipos de radiação eletromagnética. Caminhamos pelo espectro eletromagnético, desde as radiações de baixa frequência até as radiações de frequências altas, como raios X e radiação gama. Verificamos os benefícios que as ondas eletromagnéticas

trouxeram para o nosso dia a dia, para a nossa saúde etc., mas, além dos benefícios, os riscos e efeitos das radiações também têm interessado os cientistas. Nesta Situação de Aprendizagem, vamos discutir os efeitos biológicos de algumas radiações com as quais temos contato em nosso dia a dia.

**Tempo previsto:** 2 aulas.

**Conteúdos e temas:** efeitos das radiações.

**Competências e habilidades:** identificar os efeitos das radiações eletromagnéticas; reconhecer que, se, por um lado, a tecnologia melhora a qualidade de vida, por outro, ela pode trazer efeitos que precisam ser ponderados e avaliados.

**Estratégias de ensino:** representação do conhecimento em textos e desenhos; trabalho em grupo e discussão compartilhada.

**Recursos:** Caderno do Aluno.

**Avaliação:** participação em discussões realizadas em grupos e em conjunto com a classe; organização do caderno.

Inicialmente, com a classe dividida em pequenos grupos, pode-se começar fazendo um levantamento para verificar quais as ideias dos alunos sobre os efeitos das radiações. Vimos até o momento que os usos da radiação eletromagnética têm contribuído para a melhora da qualidade de vida da sociedade. Mas radiação também pode fazer mal? Todas as radiações que vimos até o momento ou só algumas delas? Solicite que registrem essa discussão em formas de desenhos (com as devidas justificativas) ou textos.

É interessante que os grupos compartilhem com a classe suas discussões e desenhos. Pode-se construir, na lousa, uma tabela com os efeitos das radiações levantados pelos alunos. Nessa lista, podem aparecer exemplos, como acidente em usina nuclear; telefonia celular; antenas de transmissão; efeitos decorrentes de exposição aos raios X; bomba atômica; raios ultravioleta e infravermelhos; bronzamento solar e artificial etc.

### Complementação e possibilidades de intervenção

Pode-se encaminhar a discussão apresentando algumas informações sobre os efeitos biológicos da radiação associada aos usos de objetos tecnológicos do nosso dia a dia. Por

exemplo, quanto à telefonia celular, existem estudos sobre os efeitos biológicos da radiação da micro-onda utilizada pelos aparelhos. Entretanto, esses estudos ainda não são conclusivos. De qualquer maneira, é importante seguir as recomendações dos fabricantes e evitar o uso excessivo desses aparelhos.

Quanto à exposição aos raios X, vale ressaltar que as radiografias não podem ser feitas muito frequentemente. Laboratórios e clínicas que trabalham com técnicos malpreparados e aparelhos de raios X de baixa qualidade podem levar a tratamentos e exames inadequados e a erros em diagnósticos. Para cada tipo de radiografia é utilizado um tipo de feixe de raios X (mais intenso ou menos intenso). Se o aparelho não está adequadamente regulado, ele pode causar sérios riscos à saúde.

Para o fechamento do bimestre, utilizando a faixa de frequências que foi montada com a classe (ou pelos grupos), faça uma síntese do caminho que foi trilhado ao longo desses dois meses, iniciando pelas ondas de baixa frequência, como as ondas de rádio e TV, passando pelas micro-ondas de telefonia celular, pela luz visível (decompondo e misturando as cores da luz), pela radiação ultravioleta e, por fim, che-

gando aos raios X e à radiação gama, que são as ondas de alta frequência e de grande energia. Depois, solicite aos alunos que façam suas próprias sínteses com suas impressões pessoais sobre os temas estudados. Como proposta,

pode-se sugerir aos alunos que esse texto-síntese seja elaborado em diferentes gêneros, como poesia, conto, crônica, ficção científica, história em quadrinhos, notícia de jornal etc., tratando do tema estudado ao longo do volume.

## PROPOSTAS DE QUESTÕES PARA APLICAÇÃO EM AVALIAÇÃO FINAL

Observação: nas questões de múltipla escolha, pode-se solicitar aos alunos que justifiquem suas respostas.

1. Em nosso dia a dia, dê alguns exemplos dos usos que são feitos das radiações eletromagnéticas. Como podemos captar essa radiação?

*O levantamento inicial de aparelhos e processos associados às radiações eletromagnéticas, realizado na Atividade 1, oferece um rol de possibilidades de respostas a essa pergunta. Essa radiação pode ser captada por aparelhos receptores dessa radiação: olhos, e aparelhos como rádio, TV, celular etc.*

2. O espectro eletromagnético é constituído por ondas de diferentes frequências. Essas ondas são utilizadas de diferentes formas pelo homem. Das alternativas seguintes, assinale aquela na qual esses usos aparecem em ordem CRESCENTE de frequência.

a) rádio AM – radiografia – TV – celular.

b) rádio AM – lanterna – raios X – gamagrafia.

c) radiografia – celular – TV – micro-ondas.

d) rádio AM – espectroscópio – radiografia – TV.

e) TV – celular – radiografia – espectroscópio.

*As ondas de rádio AM têm frequências menores que  $10^3$  Hz; a lanterna emite frequências na faixa da luz visível; os raios X apresentam frequência de  $10^{17}$  a  $10^{19}$  Hz; os raios gama apresentam as maiores frequências, acima de  $10^{20}$  Hz.*

3. As radiações eletromagnéticas conseguem atravessar alguns materiais, mas são “blindadas” por outros. Entre as alternativas abaixo, qual delas representa corretamente o par radiação × blindagem?

a) ondas de rádio × janelas de vidro.

b) ondas de TV × portas de madeira.

c) raios X × roupas de algodão.

d) luz visível × óculos de grau.

e) micro-ondas × papel-alumínio.

*As micro-ondas são blindadas pelo papel-alumínio. Na atividade sobre a blindagem do celular, vimos que as micro-ondas utilizadas na telefonia celular não conseguem atravessar o papel-alumínio. Nos fornos de micro-ondas, não é recomendável utilizar embalagens de alumínio, justamente porque as micro-ondas*

*são refletidas por esse material, o que pode danificar o equipamento.*

4. Um aparelho de rádio não consegue captar as ondas enviadas pelas emissoras de TV ou pelas antenas de telefonia celular porque essas ondas apresentam diferentes:

- a) velocidades.
- b) intensidades.
- c) volumes.
- d) frequências.**
- e) cores.

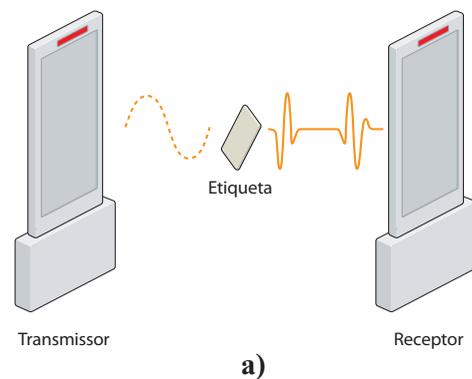
*As ondas de rádio, TV e de telefonia celular têm frequências diferentes. Assim, cada aparelho consegue captar apenas a frequência para o qual foi desenvolvido.*

5. Na astronomia, o espectroscópio é utilizado para se conhecerem melhor as estrelas. Com esse equipamento, os astrônomos são capazes de determinar a temperatura e a composição química dos astros celestes. Se, através do espectroscópio, os astrônomos somente observam as cores das estrelas, como é possível determinar a sua composição e temperatura? Explique.

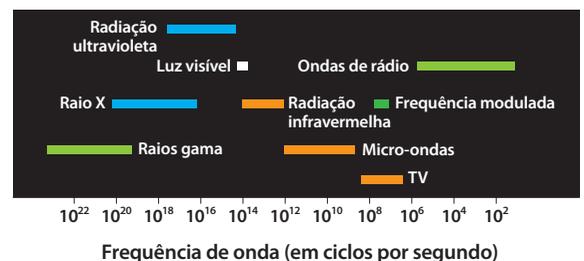
*A determinação da temperatura das estrelas a partir da observação de suas cores é possível porque existe uma relação entre cor e temperatura (como foi visto na Situação de Aprendizagem 4 – Etapa 3). Dessa maneira, se observamos uma estrela com coloração avermelhada, podemos dizer que sua temperatura é menor que de outra estrela que tenha a coloração azulada, por exemplo. A composição das estrelas também pode ser determinada por meio da observação de seu espectro. Como as estrelas são compos-*

*tas por diferentes elementos químicos, estas, quando aquecidas, emitem, além do calor, luz com cores diferentes, e é através da análise dessa luz que os astrônomos conseguem descobrir a composição das estrelas.*

6. Para evitar furtos, os lojistas estão colocando em seus produtos pequenas etiquetas metálicas com um sensor. Alguns sensores são ativados por ondas eletromagnéticas com frequências da ordem de  $2 \times 10^5$  Hz. Quando algum cliente “se esquece” de pagar o produto e passa pelas barras paralelas, como indica a Figura (a), o sensor colado ao produto interage com as barras, e o alarme é acionado. Observando a Figura (b), podemos dizer que as ondas emitidas pelas barras e captadas pelo sensor estão na faixa de frequência:



© Flip Design



© Flip Design

b)

- a) do raio X.
- b) da luz visível.
- c) das ondas de rádio.
- d) da radiação infravermelha.
- e) da TV.

*Observando a Figura (b), pode-se perceber que as ondas eletromagnéticas com frequência em torno de  $2 \times 10^5$  Hz estão na faixa das ondas de rádio.*

7. Quando um objeto é iluminado, ele reflete algumas cores do espectro da luz incidente e absorve outras. A cor de um objeto é determinada pelas cores que ele reflete. Com base nessas afirmações, assinale VERDADEIRO (V) ou FALSO (F) nas alternativas abaixo.
- (F) Um objeto branco iluminado com uma luz verde reflete a cor azul.
  - (V) Um objeto vermelho iluminado com uma luz branca reflete a cor vermelha.
  - (V) Um objeto preto é aquele que absorve todas as cores.
  - (V) Um objeto branco é aquele que reflete todas as cores.

*A primeira afirmação é falsa, uma vez que um objeto branco iluminado por uma luz verde refletirá a cor verde. A segunda afirmação é verdadeira: um objeto vermelho iluminado com uma luz branca (mistura de todas as cores) refletirá a cor vermelha e absorverá as outras cores. A terceira afirmação também é verdadeira: um objeto preto absorve todas as cores e, portanto, não reflete nenhuma cor – por isso o vemos preto. A última alternativa também é verdadeira: um objeto branco reflete todas as cores e, portanto, não absorve nenhuma cor – por isso o vemos branco.*

8. Uma atleta de ginástica olímpica, em conversa com o seu médico, disse que gostaria de fazer radiografias semanais de seus tornozelos e joelhos para verificar possíveis lesões. Se você fosse o médico dessa atleta, que conselho você daria a ela? Você permitiria que ela tirasse essas radiografias ao final de cada semana ou não? Por quê?

*Quando tiramos uma radiografia, estamos expostos aos raios X. Essa radiação tem alta frequência e energia e seu uso não deve ser feito de maneira indiscriminada. Desse modo, radiografias semanais não seriam indicadas, uma vez que os efeitos dessas radiações, com seu uso intenso, podem ser danosos ao organismo humano.*

## PROPOSTAS DE SITUAÇÕES DE RECUPERAÇÃO

Para encaminhar os alunos para recuperação, é necessário que estejam claras quais competências e habilidades seus estudantes não desenvolveram adequadamente. É muito importante que o processo de avaliação possa oferecer esse diagnóstico.

A recuperação deve abordar competências e habilidades que permitam ao aluno construir e aplicar conceitos relacionados às ondas eletromagnéticas para a compreensão de fenômenos naturais; interpretar e organizar dados representados de diferentes formas;

utilizar os conhecimentos para construir argumentação consistente.

A proposta de recuperação deste bimestre está centrada na leitura, interpretação e elaboração de textos; as questões de interpretação devem ser elaboradas de modo a permitir a verificação dessas competências e habilidades. Você pode tomar como base os questionamentos realizados nas diversas Situações de Aprendizagem desenvolvidas para elaborar as perguntas de interpretação para o texto a seguir.

### “Uma luz sobre a visão – II”

Quem já brincou de cabra-cega logo percebeu que é possível pegar alguém sem usar os olhos. Tente agora se imaginar dentro de um quarto sem janelas nem lâmpadas, completamente escuro, onde não é possível ver as frestas da porta. Mesmo depois de alguns minutos, já acostumado com a escuridão, não se consegue enxergar nada. Em lugares sem luz, não se enxerga nada mesmo! Nem a toalha branca, o espelho na parede, o brilho dos olhos do gato, a caixa de metal do relógio.

Pense no que você andou fazendo hoje. Liste dez coisas que aconteceram e que você considera importantes ou interessantes. Dessas atividades, separe aquelas que estejam ligadas à sua capacidade de ver. Tente observar o que há de comum entre elas.

No quarto totalmente escuro, mesmo depois de se acostumar com a escuridão, você continua sem ver nada. Imagine agora que você tenha entrado no quarto com uma lanterna de mão, que a acendeu e ficou só olhando, sem se mexer. Você só conseguiu ver o que estava na região iluminada pela lanterna. Para ver o resto, teve que mover a lanterna. E você foi olhando e guardando na memória o que viu e, quando apagou a lanterna e se acostumou novamente com o escuro, conseguiu se movimentar no quarto sem bater com o joelho na quina da cadeira.

A luz que sai da lanterna chega até o objeto, por exemplo, a mesa, bate nela e volta por todos os lados, até onde você está. A gente diz que a mesa refletiu a luz que chegou até ela. Esta luz refletida pode chegar aos olhos de qualquer um que esteja próximo ao móvel e produzir a sensação de visão. Na verdade, nem sempre o que vemos é resultado da chegada de luz refletida por algum objeto. A televisão, por exemplo. Ela mesma emite a luz que torna possível você assistir a um desenho animado ou a um jogo de futebol. A mesma coisa ocorre com o cinema, a vela ou a lâmpada acesa. De qualquer forma, em todos esses casos, há luz que chega aos nossos olhos.

Extraído de: ROBILOTTA, Cecil Chow. Uma luz sobre a visão. *Ciência Hoje na Escola*, v. 5 (Ver e Ouvir). Rio de Janeiro: Ciência Hoje, 1998.

No texto, encontramos uma discussão sobre como enxergamos um objeto. Uma proposta de questão é solicitar ao aluno que

explique, de acordo com o texto, como enxergamos um objeto e o que é necessário para ver esse objeto.

Outra proposta de recuperação consiste em solicitar aos alunos que escrevam, com base no esquema construído ao longo do bimestre (conjunto das radiações eletromagnéticas em função de suas frequências e seus usos), um texto contando como as ondas eletromagnéticas estão presentes em seu dia a dia. Além da descrição de fenômenos e de aparelhos cujos usos

estejam relacionados à radiação eletromagnética, é fundamental que o aluno explique o “tipo de onda” associada aos aparelhos (ondas de rádio, micro-ondas, “luz visível”, raios X etc.) e teça comparações entre elas. Esse texto pode ser avaliado de acordo com as discussões realizadas no bimestre, em cada uma das Situações de Aprendizagem.

### **Livros e apostilas**

GREF. *Fontes de Luz* (capítulo 10). Disponível em: <<http://www.if.usp.br/profis/arquivos/optica2.pdf>>. Acesso em: 1º maio 2009.

GREF. *O caráter eletromagnético da luz* (capítulo 11). Disponível em: <<http://www.if.usp.br/profis/arquivos/optica2.pdf>>. Acesso em: 1º maio 2009. Material elaborado pelo Grupo de Reelaboração do Ensino de Física, da Universidade de São Paulo, que traz textos em linguagem acessível e experimentos que podem ser realizados em casa!

SBPC. *Ciência Hoje na Escola-5: Ver e ouvir*. Rio de Janeiro: Ciência Hoje, 1996. Esse volume da série *Ciência Hoje na Escola* apresenta artigos escritos por cientistas e experiências sobre luz e cores que podem ser realizadas em casa!

WALPOLE, Brenda. *Luz – Ciência divertida*. São Paulo: Melhoramentos, 1993. Livro que traz experimentos simples sobre luz e suas cores.

### **Sites**

DISCOVERY KIDS BRASIL. Disponível em: <[http://www.discoverykidsbrasil.com/\\_home/](http://www.discoverykidsbrasil.com/_home/)>. Acesso em: 1º maio 2009. Esse *site* apresenta jogos, vídeos e atividades sobre diversos temas da ciência, inclusive luz e cores.

LABVIRT – Absorção de cor. Disponível em: <[http://www.labvirt.fe.usp.br/simulacoes/fisica/sim\\_optica\\_absorcaocores.htm](http://www.labvirt.fe.usp.br/simulacoes/fisica/sim_optica_absorcaocores.htm)>. Acesso em: 1º maio 2009. Simulação na qual é apresentada a relação entre os diferentes componentes químicos utilizados nos fogos de artifício e suas cores quando estes componentes são aquecidos.

LABVIRT – Fogos de artifício. Disponível em: <[http://www.labvirtq.fe.usp.br/simulacoes/quimica/sim\\_qui\\_fogos.htm](http://www.labvirtq.fe.usp.br/simulacoes/quimica/sim_qui_fogos.htm)>. Acesso em: 1º maio 2009.

LABVIRT – Raios X. Disponível em: <[http://www.labvirtq.fe.usp.br/simulacoes/quimica/sim\\_qui\\_raiox.htm](http://www.labvirtq.fe.usp.br/simulacoes/quimica/sim_qui_raiox.htm)>. Acesso em: 1º maio 2009. Simulação na qual são apresentados alguns conceitos sobre os raios X.

LUDOTECA. Disponível em: <<http://www.ludoteca.if.usp.br/index.php>>. Acesso em: 1º maio 2009. *Site* que disponibiliza uma variedade de materiais: textos, experiências, apostilas, roteiros, simulações etc. As propostas de atividades são muito interessantes!

MUSEU DA CIÊNCIA E DA INDÚSTRIA DE OREGON. Disponível em: <<http://www.oms.org/visit/tech/colormix.cfm>>. Acesso em: 1º maio 2009. O *site* apresenta uma atividade simples e divertida sobre a mistura de cores da luz e de cores pigmento. O *site* está em inglês.