

## BLOCO I - RAIOS-X E OUTRAS RADIAÇÕES

Iniciamos o nosso estudo da Física de Partículas Elementares pelo estudo e compreensão das radiações e da radioatividade.

### 1. Objetivos gerais:

- ✓ Estimular a curiosidade para o estudo de física de partículas.
- ✓ Compreender através dos desenvolvimentos históricos os raios X e as radiações  $\alpha$ ,  $\beta$  e  $\gamma$ .
- ✓ Entender a natureza das radiações (ou ondas) eletromagnéticas e suas principais características.

### 2. Conteúdo Físico

- ✓ A descoberta dos raios X, sua produção e aplicações.
- ✓ A descoberta da radioatividade.
- ✓ Radiações eletromagnéticas: produção e propagação.
- ✓ Radiações  $\alpha$ ,  $\beta$  e  $\gamma$ .

### 3. Leitura complementar

As leituras indicadas servem para um conhecimento mais profundo e detalhado dos conceitos tratados neste bloco. Assim, caso seja possível, leia algumas dessas referências antes de iniciar as aulas.

- ✓ HEWITT, Paul. **Física Conceitual**. 9ª ed. Porto Alegre: Bookman, 2002.
- ✓ MENEZES, Luis Carlos de. **A matéria uma aventura do espírito: fundamentos e fronteiras do conhecimento físico**. São Paulo: Livraria da Física, 2005.
- ✓ SEGRÉ, E. **Dos raios X aos Quarks. Físicos Modernos e suas Descobertas**. Universidade de Brasília, Brasília, 1982.
- ✓ VARELA, João. **O século dos quantas**. Lisboa: Gradiva, nov 96.
- ✓ TIPLER, Paul A.; LLEWELLYN, Ralph A. **Física Moderna**. 3ª ed. Rio de Janeiro: LTC, 2001.
- ✓ HOMMER, Herbert. A cien años del descubrimiento de los rayos X. **Educación Química**, V.7, n.2, abril/96.

#### 4. Quadro Sintético

ATIVIDADES	MOMENTOS	COMENTÁRIOS	TEMPO ESTIMADO
1. Analisando Radiografias.	Propor e explicar o conteúdo do curso.	A atividade motivacional e introdutória aos assuntos que serão abordados.	2 aulas
	Alunos respondem questionário inicial.		
	<b>Atividade 1</b> – Analisando Radiografias.		
	Questionário sobre a experiência.	Texto “Vendo através da pele: a descoberta dos raios X”	
	Discussão sobre a descoberta dos raios X, sua natureza na época desconhecida e suas aplicações. Sistematização e respostas às perguntas do texto.		
	Correção e discussão das questões do texto.		
2. Papel fotográfico.	<b>Atividade 2</b> – “Raios–X” com papel fotográfico.	Analogia para explicar o princípio da radiografia	2 aulas
	Discussão sobre as respostas do roteiro	Dar orientação para realização da pesquisa	
	Discussão e sistematização geral sobre os aspectos do raios-X		
	Sistematização dos raios-X com a radioatividade		
	Leitura e resposta das questões do texto		
	Correção e discussão sobre as questões do texto		
3. Demonstração investigativa sobre campos.	Demonstração investigativa sobre campos. <b>Atividade 3 (parte 1)</b> com pêndulos.	Um estudo sobre a natureza dos campos e a transferência de informação.	2 aulas
	Demonstração investigativa sobre campos. <b>Atividade 3 (parte 2)</b> com celulares e papel alumínio.		
	Sistematização da atividade e do conceito discutido		
	Leitura e resposta das questões proposta no texto.	Texto: “Aspectos do campo elétrico e magnético”.	
	Correção e discussão das questões do texto.		
	Considerações finais.		
4. Estudo sobre raios $\alpha$ , $\beta$ e $\gamma$	Retomada das discussões sobre os raios-X e a radioatividade para discutir as radiações.	Texto: "Entra em cena uma nova figura: Ernest Rutherford".	1 aula
	Leitura e resposta das questões do texto.		
	Correção e sistematização das questões do texto.		
5. Vídeo: "A descoberta da radioatividade".	Vídeo: "A descoberta da radioatividade".	É recomendável que se tenha em vista a ordem cronológica da construção da ciência.	1 aula
	Sistematização dos conceitos estudados até aqui		
6. Avaliação	Aplicação de uma prova.		1 aula

## 5. Descrição aula-a-aula

### AULA 1

**Tema:** descoberta dos raios X.

**Objetivo:** sensibilizar e motivar os alunos para o estudo da física de partículas e dos raios X, através da análise de um efeito dos raios X: a radiografia.

**Conteúdo Físico:** concepções prévias sobre física de partículas e raios X.

**Recursos Instrucionais:**

- Questionário inicial
- Roteiro da atividade 1;
- Radiografias diversas;

**Motivação:** curiosidade sobre as radiografias e as chapas radiográficas.

**Momentos:**

1º Momento	Apresentação geral da proposta de curso para sala. Entrega do questionário individual: Questionário Inicial. Tempo para os alunos responderem. O professor deve enfatizar que a proposta dessa atividade é verificar o que os alunos sabem sobre essa área de conhecimento, instigar sua curiosidade sem nenhuma finalidade avaliativa, pois os alunos costumam apresentar uma preocupação enorme com a nota.
	<b>Tempo: ± 15 min</b>
2º Momento	Propor a atividade 1: enquanto entrega as radiografias e o roteiro da atividade, separe os alunos em grupos de aproximadamente 5 alunos, de modo que eles discutam as questões propostas no roteiro.
	<b>Tempo: ± 20 min</b>
3º Momento	Discussão sobre as questões: Instigue os alunos a falarem sobre as questões, desta forma a discussão será mais interativa. Mas procure encaminhá-la para o processo de produção, detecção, a natureza dos raios-X e sobre as radiografias.
	<b>Tempo: ± 15 min</b>

**Sugestão:** Caso as aulas não sejam no mesmo dia e o professor perceba a dificuldade, por parte dos alunos em formarem os grupos, pode optar por realizar a atividade com o papel fotográfico. Aproveitando que os grupos já estão formados evita-se um gasto de tempo extra para organização dos grupos novamente na 2ª aula. Nesse caso as questões devem ser trabalhadas pelos grupos na aula seguinte.

Você pode pedir aos alunos uma pesquisa de campo com médicos, centros de radiologia e profissionais da área.

**Dinâmica da Aula:** após o professor explicar o curso, apresentando sucintamente o conteúdo que será abordado e seu caráter inovador no ensino de física da escola média, os alunos respondem a um questionário para que o professor possa compreender suas concepções prévias sobre o assunto, assim como de antemão motivá-los a aprender sobre os tópicos perguntados. Depois, os alunos exploram as diversas radiografias. Você pode começar a atividade perguntando quais alunos já tiraram radiografias e aí pedir para que contem sobre o processo. Sugestão de possíveis perguntas para esta aula: onde a radiografia é tirada? Qual a preparação para o exame? Fica alguém na sala? Por que o funcionário “some”? Para onde ele vai? Por que em alguns exames colocamos um colete de chumbo? Quando você sabe que os raios X passaram por você? Apesar do barulhinho que se ouve, você vê os raios X? Como saber se a radiografia foi tirada? Onde fica a chapa da radiografia durante o exame? Como alguns órgãos

e os ossos aparecem na chapa? Estimule-os a analisarem pelo menos 3 radiografias e a “brincarem” de fazer diagnóstico. Peça para que observem onde a radiografia é mais clara e a que partes do corpo correspondem. Preferencialmente os alunos devem responder por escrito às questões, mas essa atividade pode ser feita apenas com a discussão entre os grupos e depois com o professor. Caso surjam questões sobre o acidente de Goiânia, ou sobre urânio e cério, peça para que aguardem “as cenas dos próximos capítulos”. Lembre-se de comentar com os alunos sobre a utilização do chumbo na proteção contra a ação dos raios X.

Faça uma breve sistematização dos conceitos discutidos, focando a parte histórica e a parte física dos raios-X.

#### Fotos:



## Atividade 1 – Analisando as radiografias

**Objetivo:** Estimular a discussão sobre os raios X, sua produção e a produção das radiografias.

Esta atividade servirá para introdução ao estudo das radiações, a começar pelos raios X, sendo uma atividade que provavelmente já tenha desafiado a curiosidade de alguns.

### Roteiro

Formem grupos com 4 alunos e formule sínteses das discussões, baseando-se nas orientações abaixo.

#### 1ª Orientação

Discuta com seus colegas, como se realiza um exame de raios X: Quanto tempo demora a realização do exame? Como é a sala em que fica o equipamento? É necessário tirar a roupa, ao se fazer um exame de raios X? Há algum barulho característico, ao se realizar o exame? Alguém acompanha o paciente, durante o exame, na mesma sala? Como são as paredes da sala? etc.

#### 2ª Orientação

Observe as radiografias apresentadas por seu professor e identifique as partes do corpo correspondentes às regiões claras e escuras nas radiografias, as doenças, as fraturas, os cistos, o membro radiografado, se há algum corpo estranho, a faixa cronológica da pessoa radiografada, o sexo, etc.

Agora tente responder as seguintes questões:

- 1) Qual foi a radiografia que chamou mais sua atenção? Por que?
- 2) Por que se têm regiões mais claras e mais escuras?
- 3) Por que algumas radiografias apresentam melhor nitidez?
- 4) Como são produzidos os Raios X?
- 5) Você sabe como e quando foram descobertos?

## AULA 2

**Tema:** descoberta dos raios X.

**Objetivo:** discutir sobre a descoberta, a produção e a utilização atual dos raios X e da radioatividade.

**Conteúdo Físico:** raios X.

**Recursos Instrucionais:**

- Discussão entre professor e alunos baseada no texto "**vendo através da pele: a descoberta dos raios X**";
- Aula expositiva;
- Algumas radiografias.

**Motivação:** curiosidade em compreender as respostas das questões levantadas na aula anterior.

**Momentos:**

1º Momento	Retomada das discussões da aula anterior para sistematização do conceito. Os alunos retomam os grupos da aula anterior para que possa ser feita a leitura do texto; “ <i>Vendo através da pele: a descoberta dos raios-X</i> ”. Respondendo as questões propostas no texto.
	<b>Tempo: ± 30 min</b>

2º Momento	Discussão e correção das questões proposta no texto.
	<b>Tempo: ± 20 min</b>

**Sugestões:** O professor pode explorar os efeitos biológicos dos raios X. Aproveitando a atenção dos alunos, explique como eram complicados os exames antigamente.

**Dinâmica da Aula:** Inicie a aula retomando a discussão da aula anterior, em seguida peça aos alunos para lerem o texto e responderem as questões propostas (isso pode ser feito em grupo). Corrija as questões fazendo uma sistematização final.



## AULA 3

**Tema:** descoberta dos raios X.

**Objetivo:** discutir sobre a descoberta, a produção e a utilização atual dos raios X e da radioatividade.

**Conteúdo Físico:** raios X.

**Recursos Instrucionais:**

- Roteiro da atividade 2;
- Papel fotográfico;
- Alguns objetos opacos, transparentes e translúcidos como, caneta, régua, borracha, celular e outros objetos de fácil acesso.

**Motivação:** compreender o processo dos raios-X e das radiografias..

**Momentos:**

1º Momento	Propor a atividade 2: peça aos alunos que sentem em grupos e peguem objetos diversos. Entregue a eles o papel fotográfico e peça para que coloquem os objetos sobre o papel.
	<b>Tempo: ± 10 min</b>
2º Momento	Sistematização da atividade. Fazendo uma analogia com os raios-X.
	<b>Tempo: ± 20 min</b>
3º Momento	Sistematização geral, sobre o que foi discutido sobre os raios-X.
	<b>Tempo: ± 20 min</b>

**Sugestões:** O professor pode explorar os efeitos biológicos dos raios X. Aproveitando a atenção dos alunos, explique como eram complicados os exames antigamente. O tempo necessário para a exposição do papel fotográfico que sugerimos ser de 5 min.

**Dinâmica da Aula:** iniciar a discussão explicando o que são os raios X (raios de alta frequência) e como são absorvidos de maneiras diferentes pelos diversos materiais. Explique a sua produção e a origem do seu nome relatando como foram descobertos. Comente sobre as aplicações dos raios X, responda às eventuais questões dos alunos e explique em detalhes o processo de obtenção das radiografias (Ver o texto “como são produzidas as radiografias”, página 19.). Use a atividade da analogia com papel fotográfico, para o aluno entender o processo. Nessa atividade os alunos colocarão diversos objetos sobre um papel fotográfico e aguardarão por cerca de 5 minutos (faça o teste antes) para observar o efeito da luz. Peça para que eles respondam às questões propostas.

Fotos:





## Atividade 2 – “Raio-X” com papel fotográfico

**Objetivo:** *compreender a formação das imagens em chapas radiográficas, por analogia, a imagens registradas em papel fotográfico.*

### Roteiro

Formem pequenos grupos (máximo 5 alunos).

Escolha alguns materiais transparentes, translúcidos e opacos.

O professor lhe fornecerá papel fotográfico, que é sensível à luz.

Coloque os materiais que você selecionou sobre o papel e deixe exposto à iluminação por cerca de cinco minutos.

Decorridos os cinco minutos, retire os materiais que estão sobre o papel fotográfico e responda:

- 1) Todos os contornos das imagens formadas no papel fotográfico têm a mesma nitidez? Quais apresentam melhor nitidez? Por quê?
- 2) Há diferença nas imagens formadas pelos materiais transparentes, translúcidos e opacos? Justifique sua resposta.
- 3) Como se formaram as regiões claras e escuras no papel fotográfico?
- 4) Como se formam as regiões claras e escuras em uma radiografia?
- 5) Faça uma comparação entre as formas apresentadas no papel fotográfico e as radiografias? (Compare a forma de produção, como a luz e o raios X são absorvidos, a diferença entre as fontes de raios X e luz entre outras coisas)

## AULA 4

**Tema:** descoberta dos raios X e radioatividade.

**Objetivo:** formalizar, aplicar e ampliar os conhecimentos adquiridos.

**Conteúdo Físico:** raios X e radioatividade.

**Recursos Instrucionais:**

- Texto "**A descoberta da radioatividade**".
- Aula expositiva;

**Motivação:** verificação da aprendizagem.

**Momentos:**

1º Momento	Retomada da discussão da aula anterior; fazendo uma conexão entre a descoberta dos raios-X com as descobertas de Becquerel e do casal Curie sobre a radioatividade.
	<b>Tempo: ± 10 min</b>
2º Momento	Sistematização sobre as descobertas. Leitura e respostas as questões do texto “ <i>A descoberta da radioatividade</i> ” em grupo de no máximo cinco (5).
	<b>Tempo: ± 20 min</b>
3º Momento	Discussão, em forma de correção, sobre as questões.
	<b>Tempo: ± 15 min</b>
4º Momento	Pedir pesquisa para casa sobre material fosforescente e fluorescente. Comentários finais.
	<b>Tempo: ± 5 min</b>

**Sugestões:** Pode aproveitar esse momento para falar um pouco sobre a energia nuclear e os acidentes com usinas nucleares como Chernobyl e o acidente de Goiânia.

**Dinâmica da Aula:** Inicie a aula retomando a discussão sobre a descoberta dos raios-X, encaminhando para as descobertas de Becquerel e o casal Curie. Pedir que os alunos leiam o texto e respondam às questões propostas. Se possível corrigir as questões e fechar a discussão nesta aula. Se você ainda não o fez, lembre-se de comentar com os alunos sobre a utilização do chumbo na proteção contra a ação dos raios X.

## AULA 5

**Tema:** campo elétrico e campo magnético

**Objetivo:** compreender a natureza dos campos elétricos e magnéticos, mostrando que eles estão associados a cargas e ímãs e que apesar de não vê-los, eles estão ao nosso redor.

**Conteúdo Físico:** existência do campo elétrico e magnético; campo elétrico nulo em metais (atividade do celular).

**Recursos Instrucionais:**

- Roteiro da atividade 3;
- Texto: "**Aspectos do campo elétrico e magnético**";

**Motivação:** compreender a natureza dos campos elétricos e magnéticos e suas aplicações em comunicações em contraposição à absorção pelo chumbo, discutida nas atividades 1 e 2.

**Momentos:**

1º Momento	Breve comentário a respeito da pesquisa sobre material fosforescente e fluorescente. Realização da atividade 3 (1ª parte): “A percepção de campos e de sua natureza”. Realização da atividade de demonstração investigativa com pêndulos para discussão sobre campos: gravitacional, elétrico e magnético. Explicação geral destacando a idéia de campo e transferência de energia, e a idéia de que os campos estão associados a massa, carga elétrica e ao ímã.
	<b>Tempo: ± 20 min</b>
2º Momento	Realização da atividade 3 (2ª parte): “A percepção de campos e de sua natureza”. Realização da atividade de demonstração com celular ou rádio, mostrando a blindagem à ondas eletromagnéticas.
	<b>Tempo: ± 20 min</b>
3º Momento	Sistematização das atividades e dos conceitos discutidos
	<b>Tempo: ± 10 min</b>

**Dinâmica da Aula:** depois de ter discutido a descoberta da radioatividade e dos raios X, aparece o termo *radiação eletromagnética*, sendo necessário explicar do que se trata. Inicia-se então, a aula mostrando e discutindo como que alguns aparelhos como celular e rádio, recebem as “chamadas” e a transmissão da emissora. A partir dessa atividade, discutir o que são os campos elétricos e magnéticos, mostrando o que está associado a cada um deles. Tomar as devidas precauções com a palavra “gera” na introdução do conceito de campo. Campo elétrico e carga estão ligados intrinsecamente.

**Obs.:** Caso a escola não permita a entrada de celular nas salas, o professor pode pedir aos alunos que realizem a atividade em casa, deixando para realizar a atividade com o rádio.

## Atividade 3 – A percepção de campos e de sua natureza

### 1ª parte

*Objetivo: compreender a distinção entre a natureza dos campos e algumas propriedades.*

#### Roteiro

Sobre a mesa há três pêndulos semelhantes. Em um deles a esfera é de isopor, em outro, no interior da esfera de isopor há um pedaço de cliques e no último, no interior, há um ímã.

Você deve completar a tabela abaixo anotando suas observações, se ocorre **atração**, **repulsão**, ou se não ocorre **nada**, ao aproximar de cada uma das esferas dos pêndulos, os seguintes corpos:

- um canudinho;
- um canudinho eletrizado. Eletriza-se um canudinho atritando-o com uma toalha de papel;
- um ímã.

A fim de identificar a repulsão, realize uma atividade preliminar: Abandone um ímã sobre uma mesa e tente aproximar um segundo ímã pelos pólos de mesmo nome. Note que o primeiro ímã irá girar e ser atraído pelo segundo ímã. Assim um giro seguido de uma atração, deve ser interpretado como a ocorrência de uma repulsão.

	Pêndulo 1	Pêndulo 2	Pêndulo 3
Canudinho			
Canudinho eletrizado			
Ímã			

#### Responda:

- Qual pêndulo tem um pedaço de cliques no interior?
- E qual pêndulo tem um ímã no interior?
- Qual pêndulo é somente de isopor?

#### Questões:

- Haveria diferença se fosse utilizado um ímã “mais intenso”? O que leva a informação ao pêndulo sobre a intensidade do ímã?
- Como o pêndulo “sabe” o lado pelo qual ocorre à aproximação dos corpos?
- Como o pêndulo identifica quando é aproximado um ímã ou um canudinho eletrizado, ou seja, o que detecta a aproximação do ímã e do canudinho eletrizado?

**2ª parte.**

***Objetivo: compreender a possibilidade de impedimento da ação das ondas eletromagnéticas.***

Utilize dois telefones celulares e uma folha de papel alumínio.

Um aluno deve utilizar um aparelho e discar para um aparelho receptor. Não é necessário atender. Observe o tempo que a informação leva para chegar ao aparelho receptor.

Embrulhe o aparelho receptor com papel alumínio e refaça a ligação. Caso o aparelho receptor não toque, refaça a ligação.

Se possível, utilize um aparelho com viva voz para fazer as ligações, a fim de que se evidencie claramente se o sinal está ou não chegando ao aparelho receptor.

**Questões**

1) Houve alguma diferença nas chamadas e recepções, realizadas com os aparelhos celulares?

2) Qual a natureza das informações propagadas?

3) Se o celular fosse embrulhado em um papelão, o efeito seria o mesmo?

4) O que impede a chegada do sinal ao aparelho celular receptor?

## AULA 6

**Tema:** campo elétrico e campo magnético

**Objetivo:** compreender a natureza dos campos elétricos e magnéticos, entendendo a radiação eletromagnética.

**Conteúdo Físico:** campo elétrico e magnético; ondas eletromagnéticas; transporte de energia e informação nas ondas eletromagnéticas.

**Recursos Instrucionais:**

- Texto: "**Aspectos do campo elétrico e magnético**";
- Aula expositiva;

**Motivação:** Compreender a natureza das ondas eletromagnéticas, sejam ondas de radio ou raios X.

**Momentos:**

1º Momento	Leitura e resposta das questões do texto: " <i>Aspectos do campo elétrico e magnético</i> "
	Tempo: ± 25 min

2º Momento	Correção e discussão sobre as questões do texto.
	Tempo: ± 15 min

3º Momento	Considerações finais retomando as idéias apresentadas desde a atividade com celular até questões trabalhadas pelos alunos.
	Tempo: ± 10 min

**Sugestão:** Caso o professor queira mais material sobre campo e ondas eletromagnéticas, pode encontrar mais informações e aulas no site: [www.lapef.fe.usp.br](http://www.lapef.fe.usp.br)

**Dinâmica da Aula:** Pedir que os alunos leiam o texto e respondam às questões propostas. Se possível corrigir as questões e fechar a discussão nesta aula.



## AULA 7

**Tema:** partículas  $\alpha$  e  $\beta$  e radiação  $\gamma$ .

**Objetivo:** reconhecer outros tipos de radiações, compreendendo as diferenças essenciais entre elas.

**Conteúdo Físico:** natureza das emissões espontâneas de alguns materiais radioativos.

**Recursos Instrucionais:**

- Aula expositiva;
- Discussão entre professor e alunos baseada no texto "**Entra em cena uma nova figura: Ernest Rutherford**".

**Motivação:** Conhecer o desenvolvimento histórico da radioatividade e todo trabalho sistemático de pesquisa.

**Momentos:**

1º Momento	Retomar as aulas anteriores, fazendo uma recapitulação das descobertas até então. Assim é possível começar a discutir a descoberta das radiações $\alpha$ , $\beta$ e $\gamma$ , fazendo uma sistematização sobre os principais aspectos dessas radiações.
	<b>Tempo: <math>\pm 10</math> min</b>
2º Momento	Em grupo, peça para os alunos lerem e responderem as questões do texto: " <i>Entre em cena uma nova figura: Ernest Rutherford</i> ".
	<b>Tempo: <math>\pm 20</math> min</b>
3º Momento	Correção e discussão sobre as questões do texto
	<b>Tempo: <math>\pm 20</math> min</b>

**Sugestões:** Pode utilizar uma apresentação em slides para sistematizar a descoberta dos raios X e da radioatividade. Aqui pode ser retomada a discussão sobre as usinas e a energia nuclear.

**Dinâmica da Aula:** Depois de ter estudado e discutido os raios X, radioatividade e radiação eletromagnética, discutir com os alunos sobre outros tipos de radiações encontradas devido às investigações com os raios-X e a radioatividade. Destaque as principais características das radiações  $\alpha$ ,  $\beta$  e  $\gamma$  como poder de penetração, desvio sofrido quando submetido a um campo elétrico ou um campo magnético devido à carga que possuem. Peça que os alunos leiam o texto e respondam às questões propostas. Em seguida discuta as resposta com os alunos.

## AULA 8

**Tema:** raios-X, radioatividade, radiações (partículas)  $\alpha$ ,  $\beta$  e  $\gamma$ .

**Objetivo:** Destacar os assuntos estudados até o momento.

**Conteúdo Físico:** natureza das emissões espontâneas de alguns materiais radioativos.

**Recursos Instrucionais:**

- Vídeo: **A descoberta da radioatividade**
- Aula expositiva;

**Motivação:** Sistematização e organização dos assuntos tratados até o momento.

**Momentos:**

1º Momento	Vídeo sobre a descoberta da radioatividade
	Tempo: $\pm 10$ min
2º Momento	Sistematização das idéias apresentadas no vídeo.
	Tempo: $\pm 20$ min
3º Momento	Revisão geral do que foi estudado até aqui.
	Tempo: $\pm 20$ min

**Dinâmica da Aula:** Inicia-se a aula com o vídeo sobre a descoberta da radioatividade. Em seguida faça uma sistematização das idéias apresentadas no vídeo. Assim é possível fazer uma discussão final, revisando todos os conceitos estudados até o momento.

**Observação:** O professor deve procurar destacar os pontos importantes que deseja discutir nessa aula utilizando uma apresentação em Power Point ou mesmo pontuando na lousa, para não correr o risco de dispersar e perder o foco principal. Pode também, utilizar essa aula para retomar questões que não estejam bem resolvidas ou apresentar novos questionamentos sem esquecer que a idéia principal no momento é uma preparação para avaliação dos assuntos discutidos nesse bloco.

## AULA 9

**Tema:** raios X e outras radiações

**Objetivo:** verificação de aprendizagem.

**Recursos Instrucionais:**

- Avaliação escrita

**Momentos:**

1º Momento	Avaliação sobre os assuntos do Bloco I
	Tempo: $\pm 45$ min

**Observação:** Caso o professor tenha a disponibilidade de duas aulas em sequência pode iniciar a avaliação um pouco antes de terminar 9ª aula disponibilizando mais tempo de resolução para os alunos.

**Dinâmica da Aula:** entrega das avaliações individuais sobre o Bloco I.

## Como são produzidas as radiografias

Quando o filme é exposto ao feixe de raios X, as interações com material químico sobre a tela ( haleto de prata – brometo de prata com 1% a 10% de iodo de prata), libera elétrons de alguns íons do brometo ( $\text{Br}^-$ ), causando a liberação do gás bromo ( $\text{Br}_2$ ). O elétron liberado vai combinar com alguns íons de prata carregados positivamente na rede cristalina, transformando-os em átomo neutros (prata metálica). A agregação de um pequeno núcleo de átomo de prata tornará o cristal de brometo de prata sensível à revelação. Desta forma a radiação que interagiu com esses cristais produz uma imagem latente.

Na revelação, ocorre uma transformação química de todos os íons de prata do cristal exposto, transformando-os em prata metálica. Essa é uma transformação que ocorre em todos os átomos, porém os que foram expostos aos raios X se transformam mais rapidamente. Assim na revelação deve-se fazer uma combinação do tempo de revelação, da concentração do preparado químico e da temperatura da reação, de forma a ocorrer à transformação do máximo número de cristais expostos e do mínimo de não expostos, visualizando a imagem latente. Ao final os cristais não transformados devem ser retirados para não serem transformados com o tempo e escurecerem a placa.

A retirada é feita no momento da fixação e da lavagem. Na fixação, os cristais não transformados são retirados mais rapidamente que os transformados. O restante dos produtos químicos é retirado na lavagem final, restando, em sua grande maioria, àqueles cristais que foram expostos aos raios X.

Desta forma, podemos notar que a parte clara da radiografia representa a região de pouco ou quase nenhuma incidência de raios X, devido à absorção dessa radiação pelos materiais presentes ali. Já a região escura, representa a parte de grande incidência de raios X, pois não há quase nenhum material para absorver a radiação.

Hoje em dia, pode-se encontrar os raios X sendo utilizados em testes não destrutivos de peças, verificando alguma fissura nela, em conservação de alimentos, como o caso de batatas que não brotam e também com pesquisas de absorção de nutrientes.

## QUESTIONÁRIO INICIAL<sup>1</sup>

### Objetivo: Estimular a discussão sobre as partículas e a curiosidade por aprender mais

Esta atividade introduz o estudo no campo das partículas elementares e interações fundamentais. Ela tem o intuito de desafiar seus conhecimento e concepções acerca dos fundamentos da física dessa área. O questionário traz afirmações que você pode concordar (**sim**), pode discordar (**não**) ou pode não saber nada sobre a afirmação (**não sei**) e está desenhado para despertar o seu interesse em aprender mais sobre este campo.

Não temos preocupação em testar os seus conhecimentos sobre o assunto. Queremos fazer somente um levantamento do que é conhecido por você no início e no final do curso.

Nome: \_\_\_\_\_ Série: \_\_\_\_\_

Turma: \_\_\_\_\_ Data: \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_

	SIM	NÃO	NÃO SEI
1. O átomo é a menor estrutura conhecida e não pode ser dividida.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2. As forças fundamentais da natureza são: eletromagnética e gravitacional.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3. Existem partículas subatômicas que não têm massa nem carga elétrica.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4. Algumas partículas podem viajar através de bilhões de quilômetros de matéria sem ser detectadas (sem interagir).	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
5. A antimatéria é ficção científica e não um fato científico.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
6. Os aceleradores de partículas são usados para o tratamento do câncer.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
7. Os menores componentes do núcleo de um átomo são os prótons e os elétrons.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
8. As partículas e as antipartículas podem se materializar a partir de energia.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
9. Os Físicos de partículas necessitam de aceleradores maiores para poderem investigar objetos cada vez maiores.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
10. Nos aceleradores circulares os ímãs são usados para que as partículas se movam mais rápido.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
11. O trabalho feito pelos Físicos de partículas nos aceleradores está nos ajudando a compreender a evolução inicial do universo.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

<sup>1</sup> Adaptado do site: cpepweb.org

12. Das forças fundamentais da natureza, a força da gravidade é a mais intensa.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
13. Existem pelo menos cem partículas subatômicas diferentes.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
14. Toda a matéria conhecida é composta de léptons e quarks.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
15. O atrito é uma das forças fundamentais da natureza.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
16. Existem aceleradores de partículas no Brasil.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
17. Existem físicos brasileiros que fazem pesquisa em Física de Partículas.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>



## RESPOSTAS DAS ATIVIDADES

### ATIVIDADE 1

2) A chapa radiográfica fica atrás do que está sendo radiografado. As regiões mais claras correspondem às que os raios X não atravessam facilmente. As regiões mais escuras correspondem às partes do objeto que deixam atravessar mais raios X, isto é, absorvem menos, de modo que sensibilizam mais a chapa radiográfica.

3) Se a chapa for formada por grânulos menores, ela possibilita melhor resolução. Se o feixe de raios X for bem colimado (mais fino) ficará gravada na chapa radiográfica uma imagem mais precisa do objeto estudado. Se o objeto permanecer estático (parado) a imagem será mais nítida.

4) Ver o texto

5) Ver o texto

### ATIVIDADE 2.

1) Não, moedas, chaves e outros objetos apresentam melhor nitidez por serem planos e opacos.

2) Materiais opacos não foram atravessados pela luz. Portanto apresentam melhor nitidez. Materiais translúcidos possibilitam a passagem parcial da luz e a chapa teve um tom entre o branco (a luz não atingiu a placa) e o cinza (em que a luz incidiu livremente sobre a chapa).

3) As regiões claras não foram atingidas pelos raios de luz e as regiões escuras foram atingidas pelos raios de luz.

4) As regiões claras são sombras dos ossos, regiões não atingidas nas chapas pelos raios X. As regiões escuras são aquelas que foram sensibilizadas ao serem atingidas pelos raios X.

### ATIVIDADE 3

#### 1ª Parte

As repostas a estas questões dependeram da ordem em que você colocar os pêndulos.

	Pêndulo 1	Pêndulo 2	Pêndulo 3
Canudinho	Nada	Nada	Nada
Canudinho eletrizado	Atração	Atração	Atração
Ímã	Nada	Atração	Atração e repulsão

1) A interação entre o ímã e o pêndulo com cliques ou o pêndulo com ímã poderá ser perceptível a distâncias maiores. O campo magnético leva as informações necessárias a interação.

2) O campo magnético é uma grandeza vetorial e possui informações sobre a intensidade, a direção e o sentido do campo além de sua natureza.

3) Os elétrons no interior dos materiais reagem diferentemente a campos com naturezas diferentes. A interação devido a campos gerados por desequilíbrio de cargas é de natureza elétrica (campo elétrico) e a interação devido a campos associados ao movimento das cargas no interior do material é de natureza magnética (campo magnético).

#### 2ª PARTE

1) Sim. Na primeira ligação o celular funcionou normalmente

- 2) É uma onda eletromagnética
- 3) Não, pois as propriedades do papelão são diferentes do papel alumínio.
- 4) O papel alumínio. Ele funciona como uma blindagem não deixando a onda eletromagnética penetrar naquela região. Isso porque, os átomos que formam os metais, principalmente os elétrons absorvem a energia da onda eletromagnética, não permitindo que ela chegue até o receptor, que no caso é o celular.

### QUESTÕES SOBRE O BLOCO I

**Observação:** estas questões podem ser trabalhadas em provas, atividades avaliadas, ou de acordo com o objetivo e perspectiva do professor.

1) Certamente, você já teve oportunidade de ver que, em uma radiografia, a silhueta dos ossos aparece bastante clara, sobre um fundo escuro. Analisando o processo de absorção de raios X pela chapa fotográfica, responda: na radiografia, a quantidade de raios X que incidiu nas chapas resultando em regiões claras é maior ou menor do que nas regiões escuras?

Nas regiões claras a quantidade de raios X incidentes sobre a chapa é menor, pois grande parte deles foram absorvidos pelos ossos e tecidos, daí porque eles saem em destaque na cor branca. Já na parte escura, temos maior incidência de raios, pois estes não foram absorvidos, logo chegaram até a chapa e conseguiram queimá-la.

2) Os raios X, descobertos em 1895 pelo físico alemão Wilhelm Rontgen, são produzidos quando elétrons são desacelerados ao atingirem um alvo metálico de alto ponto de fusão como, por exemplo, o tungstênio. Essa desaceleração produz ondas eletromagnéticas de alta frequência denominadas de raios X, que atravessam a maioria dos materiais conhecidos e impressionam chapas fotográficas. A imagem do corpo de uma pessoa em uma chapa de raios X representa um processo em que parte da radiação é:

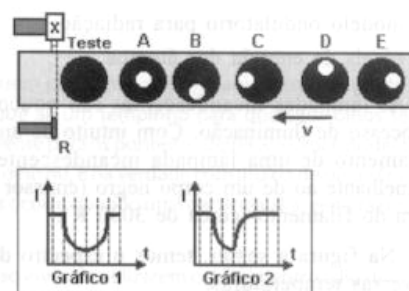
- a) refletida, e a imagem mostra apenas a radiação que atravessou o corpo, e os claros e escuros da imagem devem-se aos tecidos que refletem, respectivamente, menos ou mais os raios X.
- b) absorvida pelo corpo, e os tecidos menos e mais absorvedores de radiação representam, respectivamente, os claros e os escuros da imagem.
- c) absorvida pelo corpo, e os claros e os escuros da imagem representam, respectivamente, os tecidos mais e menos absorvedores de radiação. **X**
- d) absorvido pelo corpo, e os claros e os escuros da imagem são devidos à interferência dos raios X oriundo de diversos pontos do paciente sob exame.
- e) refletida pelo corpo e parte absorvida, sendo que os escuros da imagem correspondem à absorção e os claros, aos tecidos que refletem os raios X.

3) Os raios-X são produzidos em tubos de vácuo, nos quais elétrons são submetidos a uma rápida desaceleração ao colidir contra um alvo metálico. Os raios X consistem em um feixe de:

- a) elétrons
- b) ondas eletromagnéticas **X**
- c) prótons
- d) nêutrons
- e) partículas alfa

**Observação:** Nesta questão optou-se por caracterizar os raios X como uma onda eletromagnética, e não como fótons, pois até o momento do curso ainda não havia sido discutido os fótons e sua natureza.

4) Uma unidade industrial de raios X consiste em uma fonte X e um detector R, posicionado de forma a examinar cilindros com regiões cilíndricas ocas (representadas pelos círculos brancos), disposto em uma esteira, como vistos de cima na figura. A informação é obtida pela intensidade  $I$  da radiação X que atinge o detector, à medida que a esteira se move com velocidade constante. O gráfico 1 representa a intensidade detectada em R para um cilindro teste homogêneo. Quando no detector R for obtido o gráfico 2, é possível concluir que o objeto em exame tem uma forma semelhante a:



- a) A                      b) B                      c) C                      d) D  
e) E **X**

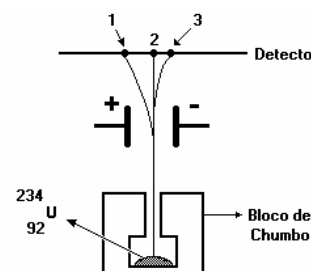
5) Neste primeiro bloco de física de partículas, procuramos trabalhar os textos seguindo um contexto histórico das descobertas realizadas no final do século XIX e início do século XX. Desta forma, muitos cientistas foram citados devido as suas descobertas. Relacione os cientistas da 1ª coluna com a sua descoberta na 2ª coluna:

1ª coluna	2ª coluna
1- Becquerel	( 2 ) raios X
2- Röntgen	( 3 ) radioatividade
3- Marie e Pierre Curie	( 1 ) emissão espontânea de raios pelo sal de Urânio.

- 6) a) Como uma carga elétrica pode gerar campo magnético ou ondas eletromagnéticas?  
b) Associe a 2ª coluna de acordo com a 1ª.

- ( 1 ) carga elétrica, em repouso                      ( 2 ) campo magnético  
( 2 ) carga elétrica, em movimento                      ( 3 ) campo gravitacional  
( 3 ) massa                      ( 1 ) campo elétrico

7) A partir de um arranjo experimental, pode-se diferenciar os raios alfa, beta e gama emitidos por uma amostra de material radioativo do elemento Urânio. Para isso, esses raios atravessam um campo elétrico estabelecido entre duas placas carregadas de sinais contrários. A partir da realização do experimento, consegue-se observar as trajetórias dos raios conforme a figura abaixo.



a) Justifique a razão pela qual, os raios sofrem desvios diferentes.

Os raios alfa e beta possuem cargas diferentes já os raios gama apresentam um tipo de interação diferente. Observação: neste momento é aconselhável que o professor deixe claro que os raios gamas possuem um tipo de interação diferente, mas a idéia de carga nula para justificar a trajetória dos raios gama também é correta.

b) Qual desses raios é o mais penetrante e qual é o menos penetrante na matéria?

Mais penetrante: os raios gama.

Menos penetrante: os raios alfa.

c) Quais os números que indicam os raios  $\alpha$  e  $\beta$ ?

Raios alfa: 3.

Raios beta: 1.

8) Considere as seguintes situações:

- Um corpo condutor retilíneo percorrido por uma corrente elétrica.
- Um transformador em funcionamento.
- Um feixe de elétrons movimentando-se com velocidade constante.

Em que situações se forma um campo magnético?

- a. Apenas I.

- b. Apenas II.
- c. Apenas I e II.
- d. Apenas II e III
- e. I, II e III. **X**

9) Sabe-se que, ao contrário do que ocorre na Terra, não existe um campo magnético na superfície da Lua. Pode-se, então, concluir que, se uma agulha imantada, usada como bússola na Terra, for levada para a Lua, ela:

- a. fornecerá leituras mais precisas do que ao ser usada na Terra.
- b. indicará a direção norte-sul lunar
- c. perderá sua imantação.
- d. não será desviada quando colocada próxima de uma corrente elétrica contínua.
- e. não poderá ser usada como bússola magnética. **X**

10) Um ímã é partido em quatro partes iguais. Obtêm-se:

- a. quatro pedaços de ímã, sendo dois pólos norte e dois pólos sul.
- b. dois ímãs inteiros e dois pedaços de ímã, sendo um pólo norte e um pólo sul.
- c. ímãs inteiros e pedaços de ímã, dependendo de como o ímã foi dividido.
- d. quatro ímãs completos. **X**

11) Analise cada uma das seguintes afirmações, sobre gravitação, eletricidade e magnetismo, e indique se é verdadeira (V) ou falsa (F).

- 1. Sabe-se que existem dois tipos de carga elétrica e dois tipos de pólos magnéticos, mas não se conhece a existência de dois tipos de massa gravitacional.
- 2. Um corpo pode ser magnetizado pelo atrito com um pano, como se faz para eletrizar um corpo.
- 3. Um ímã permanente pode ser "descarregado" de seu magnetismo por um leve toque com a mão, assim como se descarrega um corpo eletrizado de sua carga elétrica.

Assinale a alternativa que apresenta a seqüência correta de indicações, de cima para baixo.

- a. V – V – V
- b. V – V – F
- c. V – F – F **X**
- d. F – F – V
- e. F – F – F