



UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESPÍRITO SANTO
CENTRO DE CIÊNCIAS EXATAS
DEPARTAMENTO DE FÍSICA
LICENCIATURA EM FÍSICA EAD



O ENSINO DAS RADIAÇÕES IONIZANTES NO ENSINO MÉDIO

Roberta Heitor Valim
Jomar Pilger de Almeida
Francielle Nunes Vieira

Trabalho de Conclusão de Curso

Venda Nova do Imigrante – Jun 2018

Roberta Heitor Valim
Jomar Pilger de Almeida
Francielle Nunes Vieira

O ENSINO DAS RADIAÇÕES IONIZANTES NO ENSINO MÉDIO

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado ao Departamento de
Física/CCE, Universidade Federal do
Espírito Santo, como parte dos
requisitos para obtenção do título de
Licenciado em Física.

Orientador: Prof. Dr. Giuseppe Camiletti

Venda Nova do Imigrante – Jun 2018

Dedicatória

A Deus, pela força e coragem durante toda essa caminhada.

Agradecimentos

Agradecemos primeiramente a Deus, que iluminou nosso caminho durante essa caminhada.

Aos nossos pais, pelo apoio, paciência, auxílio e amor dedicado a nós durante nossa jornada.

À nossa tutora, Flávia Almeida, pela paciência, apoio e dedicação durante nossa jornada acadêmica.

Ao nosso orientador, professor Dr. Giuseppe Gava, pela paciência na orientação e incentivo que tornaram possível a conclusão dessa monografia.

Aos nossos amigos e colegas de curso, pela amizade e companheirismo no decorrer dos anos de graduação.

Sumário

1 - Introdução	8
2 - Referencial Teórico.....	9
2.1. O que é Aprendizagem Significativa?	9
2.2. Material Potencialmente Significativo (MPS)	11
2.2.1. Organização Sequencial.....	11
2.2.2. Consolidação	11
2.3. Predisposição para Aprender.....	13
3 - Metodologia	16
3.1 - Objetivos	16
3.3 - Descrição do Plano Complementar de Atividades.....	16
3.4 - Instrumento de Coleta de Dados	18
4 - Plano Complementar de Atividades.....	20
AULA 1 - Introdução à Radioatividade	20
AULA 2 - Tipos de Radiação	25
AULA 3 - Interação da Radiação com a Matéria	36
AULA 4 - A Interatividade da Radiação com o Ser Humano	46
AULA 5 - Radiação no Brasil	57
AULA 6 - Decaimento Alfa e Fissão Nuclear	66
AULA 7 - Fixação de Aprendizados	76
AULA 8 - Avaliação	83
5 - Conclusão.....	87
6 - Referências Bibliográficas.....	88
APÊNDICES.....	93
MODELO QUESTIONÁRIO DE OPINIÃO	94

Resumo

Neste trabalho, trazemos uma proposta de aplicação/ensino de conceitos correlacionados à radiação ionizante para o ensino médio, permitindo assim a quebra das barreiras de simples aplicações teóricas e conteúdos desconexos com a realidade de nossos alunos. O que causa um grande e forte desinteresse no desenvolvimento escolar do mesmo, gerando grandes problemas no processo de cativação da atenção e de sua participação.

Com o intuito de efetuar uma melhor abordagem no ensino/aprendizado, trazemos uma proposta no estudo da radiação no ensino médio, trazendo os conceitos até então vistos como “mitológicos” numa observações cotidiana e próxima de nossa realidade, permitindo desmitificar alguns conceitos abordados, podendo estar presente em nossa região.

Para uma abordagem mais aprofundada e mais significativa, iremos nos basear na Teoria da aprendizagem Significativa (AUSUBEL 2003, MOREIRA 2012) e da motivação (BZUNEK 2010) e em alguns momentos oportunos desenvolveremos em conjunto a Instrução pelos Colegas (IpC).

Como proposto, temos o intuito de apresentar as relações dos efeitos das reações provenientes da radiação no corpo humano e na natureza, permitindo assim desmitificar conceitos prévios, que os mesmos possuem proveniente de uma abordagem teórica ou em mídias de ficção, tentando a todo momento correlacionar a vivência dos alunos ao conteúdo estudado.

Palavras-Chave: Experimentos de Física. Radioatividade. Ensino Médio. Plano Complementar de Atividades. Licenciatura em Física EaD.

Abstract

Key words: Physics Experiments, Radioactivity. Additional activity plan. Secondary Education. Complementary Plan of Activities. Graduation of Physics EaD.

1 - Introdução

Sejam por condições sociais, de mercado ou familiares, existe cada vez mais uma demanda pela formação de profissionais que consigam administrar os conteúdos a serem trabalhados e ainda associarem habilidades e competências correlacionadas ao trabalho colaborativo, discussão de ideias e a um ensino menos mecânico. Essa não é uma tarefa fácil, principalmente devido às diversas condições de falta de infraestrutura e pouco apoio institucional e governamental. A escola e o professor tem como função principal proporcionar aos alunos condições para que possam se engajar no processo de aprendizagem, permitindo assim, uma melhor formação social e cultural ao invés de apenas memorizar os conhecimentos aplicados.

Dessa forma, a aprendizagem significativa é um dos grandes objetivos que está presente em um processo de ensino e aprendizagem. A classificação e caracterização dessa aprendizagem em geral está relacionada com a mudança ou evolução da estrutura cognitiva do indivíduo, ou seja, a aprendizagem cognitiva (Carmo, 2012).

No Ensino Médio, o ensino da radiação é, quase sempre, uma parte da Física Moderna que não é ensinada aos alunos. Isso porque os conteúdos a serem trabalhados ao longo do ano são demasiadamente extensos, e o tempo que o professor possui para trabalhar é escasso, haja vista a pequena quantidade de aulas destinadas ao ensino de Física na grade curricular do Ensino Médio. Este assunto de grande importância e aplicabilidade, na maioria das vezes, quando trabalhado em sala de aula, restringe-se à apresentação de apenas alguns tópicos, com pouca ênfase histórica, de forma muito direta, quase nunca aplicado ao cotidiano (Pelicho, 2009).

O objetivo deste trabalho, é apresentar uma proposta didática, para o ensino das radiações ionizantes no ensino médio, utilizando métodos variados e diferenciados, permitindo uma melhor e mais cativante abordagem para todos, retirando o foco do professor como portador e transmissor de conhecimento e transferindo esse foco ao estudo e ao ensino por investigação, aumentando consideravelmente o interesse e o espírito investigativo do aluno.

2 - Referencial Teórico

Muitas críticas ao ensino tradicional referem-se à ação passiva do aprendiz que frequentemente é tratado como mero ouvinte das informações que o professor expõe. Tais informações, quase sempre, não se relacionam aos conhecimentos prévios que os estudantes construíram ao longo de sua vida. E quando não há relação entre o que o aluno já sabe e aquilo que ele está aprendendo, a aprendizagem não é significativa (Moreira, 2002). A Física, por ser uma ciência experimental e de conceitos abstratos, torna-se uma disciplina peculiarmente de difícil compreensão para os alunos. No ensino médio, tal característica apresenta proporções significativas, o que dificulta uma associação com o mundo real e, por conseguinte, o interesse pelo aprendizado da disciplina (Santos et. al. 2006).

O processo de ensino/aprendizagem ao que tange a figura do professor e a sua relação com os alunos, não deve ter como cerne, somente o conhecimento resultante através da absorção de informações, mas também pelo processo de construção da cidadania do aluno. Apesar de tal, para que isto ocorra, é necessária a conscientização do professor de que facilitar a aprendizagem de seus alunos lhe possibilita estar aberto às novas experiências, compreender o mundo em que estão inseridos e também numa relação empática aos sentimentos e aos problemas de seus alunos e tentar levá-los à auto realização (Brait et. al. 2010).

Com o intuito de medir o aproveitamento e analisar a aprendizagem do aluno, aplica-se a avaliação de caráter formativo/ recursivo, deixando assim de colaborar para que nossos alunos usem métodos como a repetição de atividades alcançando uma pontuação relativamente alta, mesmo sem compreender os conceitos, tornando nossas avaliações, assim como nossas aulas, aquela famosa “decoreba” cansativa.

2.1. O que é Aprendizagem Significativa?

Aprendizagem significativa é aquela em que ideias expressas, simbolicamente, interagem de maneira substantiva e não-arbitrária com aquilo que o aprendiz já sabe. Substantiva quer dizer não-literal, não ao pé-da-letra, e não-arbitrária significa

que a interação não é com qualquer ideia prévia, mas sim com algum conhecimento especificamente relevante já existente na estrutura cognitiva do sujeito que aprende (Moreira, 2002).

David Ausubel chamava, a este conhecimento especificamente relevante à nova aprendizagem, de subsunçor ou ideia-âncora. De forma simplificada, subsunçor é o nome que se dá a um conhecimento específico que existe na estrutura de conhecimentos do indivíduo e que permite dar significado a um novo conhecimento quando lhe é apresentado ou por ele descoberto. Independente se apresentado ou descoberto, os novos conhecimentos dependem da existência de conhecimentos prévios especificamente relevantes e da interação com eles. O subsunçor pode estar mais ou menos elaborado em termos de significados, contudo, como o processo serve de ideia-âncora para um novo conhecimento, ele próprio se modifica adquirindo novos significados e corroborando com significados já existentes (Moreira, 2002).

Para haver Aprendizagem Significativa segundo Moreira, são necessárias duas condições. Em primeiro lugar, o aluno precisa ter uma disposição para aprender: se o indivíduo quiser memorizar o conteúdo arbitrária e literalmente, então a aprendizagem será mecânica. Em segundo, o conteúdo escolar a ser aprendido tem que ser potencialmente significativo, ou seja, ele tem que ser lógico e psicologicamente significativo: o significado lógico depende somente da natureza do conteúdo, e o significado psicológico é uma experiência que cada indivíduo tem. Cada aprendiz faz uma filtragem dos conteúdos que têm significado ou não para si próprio (Pelizzari et. al. 2002).

Como a aprendizagem significativa é um processo onde o avanço do aluno acontece de forma progressiva, no qual o novo conhecimento interage, de maneira não arbitrária e não literal, com o conhecimento prévio, onde os significados vão sendo adquiridos, construídos e internalizados progressivamente, não tem sentido, nessa perspectiva, a avaliação ser do tipo "tudo ou nada". Nesse caso, se torna necessário buscar evidências de aprendizagem significativa nas externalizações do aluno, inclusive nas respostas consideradas "erradas". Portanto, a avaliação da aprendizagem significativa deve ser predominantemente formativa e recursiva. (Moreira, 2002).

2.2. Material Potencialmente Significativo (MPS)

Essa condição consiste no fato de que o material de aprendizagem (livro, aulas, aplicativos, apostilas, material de leitura, ...) tenha significado lógico. Levando em consideração esse significado lógico, o material tem que ser relacionável e de maneira não-arbitrária e não-literal a uma estrutura cognitiva apropriada e relevante. Além disso, o aprendiz deve ter em sua estrutura cognitiva ideias-âncora relevantes com as quais esse material possa ser relacionado. Em linhas gerais, o material deve se relacionar à estrutura cognitiva e o aprendiz deve ter o conhecimento prévio necessário para que consiga relacionar os conteúdos de forma não-arbitrária e não-literal (Moreira, 2002).

Para que um material seja potencialmente significativo deve haver a possibilidade de uso de diversos recursos como sons, imagens, cores, animações, simulações e demais recursos multimídia, que abrem um leque muito grande de possibilidades de relação com os conhecimentos prévios do aprendiz. Além disso, o material também deva ser coerente do ponto de vista lógico e conceitual.

2.2.1. Organização Sequencial

A organização sequencial é a determinação da estrutura da matéria de ensino e seu potencial significativo, de modo a organizá-lo numa sucessão de melhor possibilidade de assimilação.

A disponibilidade de ideias-âncora relevantes para o uso na aprendizagem verbal significativa e na retenção pode, obviamente, ser maximizada ao tirar-se partido das dependências sequencias naturais existentes na disciplina e do fato de que a compreensão de um dado tópico pressupõe, frequentemente, o entendimento prévio de algum tópico relacionado. (Moreira e Masini, 2005, p. 48)

2.2.2. Consolidação

No que diz respeito à consolidação do que está sendo estudado, ao insistir neste princípio, antes que novos materiais sejam introduzidos, assegura-se uma contínua prontidão na matéria de ensino e sucesso na aprendizagem sequencialmente organizada (Moreira e Masini, 2005).

Consiste, portanto, na aplicação de um método de ensino que priorize a associação dos conceitos da matéria com os subsunçores do aprendiz de forma a criar uma Aprendizagem Significativa, e possibilitar uma gama de opções de associação de conceitos de modo a levar a uma Consolidação do aprendizado. Essa consolidação pode ser criada através do Método de Instrução pelos Colegas (IpC).

De modo geral, o IpC pode ser descrito como um método de ensino baseado no estudo prévio de materiais disponibilizados pelo professor e apresentação de questões conceituais, em sala de aula, para os alunos discutirem entre si. Sua meta principal é promover a aprendizagem dos conceitos fundamentais dos conteúdos em estudo, através da interação entre os estudantes. Em vez de usar o tempo em classe para transmitir em detalhe as informações presentes nos livros-texto, nesse método, as aulas são divididas em pequenas séries de apresentações orais por parte do professor, focadas nos conceitos principais a serem trabalhados, seguidas pela apresentação de questões conceituais para os alunos responderem primeiro individualmente e então discutirem com os colegas. Mais especificamente, após uma breve exposição oral o professor apresenta aos alunos uma questão conceitual, usualmente de múltipla escolha que tem como objetivos promover e avaliar a compreensão dos aprendizes sobre os conceitos mais importantes apresentados. Cada aluno é então solicitado a pensar sobre qual a alternativa que considera correta e em uma justificativa para a sua escolha. Na sequência, é aberta a votação para mapeamento das respostas dos alunos à referida questão (Araújo & Mazur, 2013). Usualmente a votação é feita por meio de algum sistema de resposta como flashcards (cartões de resposta) ou clickers, espécie de controles remotos individuais que se comunicam por radiofrequência com o computador do professor.

Para a aplicação do método usaremos a sequência a seguir, adaptada de Araújo & Mazur (2013):

- i. Inicialmente haverá uma breve exposição oral do conteúdo pelo professor;
- ii. É apresentada aos alunos uma questão conceitual, usualmente de múltipla escolha;
- iii. Cada aluno terá em torno de 2 minutos para pensar nas suas respostas;
- iv. É aberta então uma votação para mapeamento das respostas;

- v. Com base nas respostas informadas pela classe o professor irá decidir entre três opções:
- No caso de mais de 70% da turma votar na resposta correta, deverá explicar a questão e iniciar uma nova questão conceitual, ou outro tópico;
 - Se o número de alunos que acertou o teste ficarem entre 30% e 70%, os alunos deverão ser agrupados (de 2 a 5 integrantes), preferencialmente que tenham escolhido alternativas diferentes, onde tentarão convencer uns aos outros usando as justificativas pensadas ao responderem individualmente. Após alguns minutos, o processo de votação é aberto novamente;
 - Caso menos de 30% da turma escolher a alternativa correta, o professor deverá revisar o conceito através de nova exposição. Ao final da explicação, outra questão conceitual é aplicada

As respostas das questões sequenciais são feitas normalmente com flashcards (cartões de resposta) ou clickers, que são uma espécie de controle remoto individual que se comunica ao computador do professor.

Figura 2.1. Exemplo de um cartão resposta



FONTE: (flashcards) à esquerda, e um receptor de radiofrequência USB e sistema remoto de resposta (clicker) à direita. (ARAÚJO & MAZUR, 2013)

2.3. Predisposição para Aprender

O aprendiz deve querer relacionar os novos conhecimentos, de forma não-arbitrária e não-literal, a seus conhecimentos prévios. É isso que significa predisposição para aprender. Essa condição é talvez mais difícil de ser satisfeita que a primeira, visto que depende do interesse e predisposição do aprendiz. Para que essa barreira seja superada, deve-se demonstrar ao aluno algum significado ou importância das atividades prescritas.

Uma tarefa ou um conteúdo no qual os alunos veem como irrelevante não tem o poder de despertar motivação. Uma primeira estratégia para motivar os alunos é em capitalizar interesses pessoais e valores dos próprios alunos. Isso significa que o aluno passará a ver significado e importância nas aprendizagens escolares se elas se relacionarem, de alguma forma, com a sua vida e seus interesses pessoais. Além dessa estratégia, pode-se mostrar, também, que o domínio de determinado conteúdo é meio fundamental para o sucesso dos mesmos no exercício de sua profissão, ou como meio para que ele consiga um objetivo, como por exemplo, passar em um concurso público, ser aprovado no vestibular (Bzuneck, 2010).

Para que as tarefas sejam vistas como interessantes, além de mostrar utilidade, as mesmas devem ser estimulantes, e, para isso devem ter características desafiadoras. Desafiadoras de maneira que os alunos tenham que se esforçar suficientemente para obter êxito na realização das mesmas e não tão difícil que o aluno não consiga resolvê-lo (Bzuneck, 2010).

Seguindo a mesma linha de raciocínio, os conteúdos, além de terem de ser interessantes e desafiadores, também devem ser apresentados de forma interessante, não devendo ser maçantes e sem nenhum apelo. Para isso, utiliza-se o conceito de "embelezamentos motivacionais". Esses embelezamentos são utilizados para tornar as atividades mais chamativas e interessantes, e podem ser eles: manipulação de objetos e movimento físico; introdução de novidades; relação com comestíveis; interação com amigos no grupo; autor explícitos nas narrativas escritas; modelação; jogos; escolha de conteúdos atraentes para aquela classe; relacionamento com a vida (animal ou vegetal); fantasia; humor; e apresentação de casos ilustrativos (Bzuneck, 2010).

Essas condições e barreiras a serem superadas, não são apenas referente ao aluno, o professor deve desenvolver técnicas e métodos para que haja uma união entre o conteúdo e a realidade vivenciada pelo aluno, pois um objetivo motivacional viável dos professores para o dia a dia das classes é buscar o desenvolvimento e a manutenção da motivação para aprender com as atividades acadêmicas (Bzuneck, 2009, p. 13), e unindo o conteúdo ministrado a atual realidade dos alunos, é a melhor e uma das mais eficientes técnicas que o professor pode aplicar, pois assim conseguimos dar "utilidade" no conceito estudado.

Pois não se trata simplesmente da motivação ou de afinidade com a matéria, o aprendiz deve aprender a diferenciar e integrar interativamente os novos conhecimentos à sua estrutura cognitiva prévia, modificando-a, enriquecendo-a, elaborando-a e dando significado a esses conhecimentos (Ausubel, 2003). Pode ser simplesmente porque ela ou ele sabe que sem compreensão não terá bons resultados nas avaliações. Aliás, muito da aprendizagem memorística sem significado (a chamada aprendizagem mecânica) que usualmente ocorre na escola resulta das avaliações e procedimentos de ensino que estimulam esse tipo de aprendizagem (Moreira, 1999).

“Esta condição implica o fato de que, independentemente de quão potencialmente significativo possa ser o material a ser aprendido, se a intenção do aprendiz for, simplesmente, a de memorizá-lo arbitrariamente e literalmente, tanto o processo de aprendizagem como seu produto serão mecânicos (ou automáticos) (Moreira, 1999b, p. 23)”.

Além disso, para de fato alcançar a aprendizagem significativa, o sujeito precisa querer, precisa decidir que deseja relacionar os conteúdos aos elementos do seu sistema cognitivo. Portanto, a aprendizagem significativa é uma decisão do sujeito, acima de tudo (Moreira, 2002).

Vemos que Guimarães, Bzuneck e Borichovitch (2003), destacam que as maiores intervenções são as que atuam conjuntamente nos processos cognitivos, metacognitivos, motivacionais e afetivos. Destacam ainda a importância de que os contextos de sala de aula continuem a requisitar, apoiar e estimular o crescimento dos métodos de trabalho, além de desenvolver ferramentas e dinâmicas, de modo a desafiar o espírito evolutivo e intuitivo de cada aluno, oferecendo a eles um real desafio e interesse na descoberta de novos caminhos que podem ser percorridos.

3 - Metodologia

Agora será apresentada a metodologia do trabalho, descrevendo os objetivos, os sujeitos do trabalho e o plano complementar de atividades que foi elaborado. Futuramente, pretendemos aplica-lo no contexto real de sala de aula, para alunos do Ensino Médio.

3.1 - Objetivos

Elaborar um Plano Complementar de Atividades ao livro texto baseando-se nos pressupostos da Aprendizagem Significativa (AUSUBEL 2003, MOREIRA 2012) e da motivação (BZUNEK 2010), para o ensino das Radiações Ionizantes, para alunos do Terceiro ano do Ensino Médio.

3.3 - Descrição do Plano Complementar de Atividades

Este Plano Complementar de Atividades foi desenvolvido para ser aplicado a alunos do terceiro ano do Ensino Médio, a partir do livro didático de Torres, Magno Fernandes, publicado pela Editora Moderna, Física – Ciência e Tecnologia, o qual é dividido em 360 páginas, sendo que a Unidade 1 trata da Eletricidade e Recursos Energéticos: Eletricidade estática e corrente elétrica; Eletromagnetismo; Ondas Eletromagnéticas; Energia hoje e amanhã - poluição. Na Unidade 2 trata da Física Moderna e Contemporânea: Relatividade Especial; Física Quântica; Física Nuclear; Tecnologia das Comunicações.

Figura 3.1 Livro Didático Utilizado



FONTE: TORRES, Carlos Magno A.; FERRARO, Nicolau Gilberto; SOARES, Paulo A. de Toledo;
PENTEADO, Paulo Cesar Martins

E a dissertação de mestrado de SOUZA, Wellington Batista de. Física das Radiações: uma proposta para o Ensino Médio. 248 f. – Mestre em Ensino de Ciências, Universidade Federal de São Paulo, 2009 que traz um plano complementar de ensino das radiações no Ensino Médio, este nos proporcionou uma base para abordagem e aplicação em sala de aula.

Abordaremos o assunto em 7 aulas, de acordo com o mostrado no quadro abaixo.

Tabela 3.1 Relação dos conceitos aplicados

AULA	CONCEITO	MOMENTOS
AULA 1	- Energia - Radiação - Tipos de Radiação	- Apresentação da dinâmica utilizada - Aplicação de PRÉ-TESTE - Aula Teórica TEXTO Introdutório - Divisão de Grupos
AULA 2	- Radiação Eletromagnética - Ondas Eletromagnéticas - Espectro Eletromagnético -Radiação Corpuscular	- Aplicação de EXPERIMENTO I - Aula Teórica TEXTO BASE -Entrega ROTEIRO DESAFIO
AULA 3	- Interação da Radiação com a Matéria - Radioatividade Ionizante e não Ionizante	- Teste Conceitual I - Debate e leitura TEXTO BASE AULA 3 - Exercícios de Pesquisa I -Roteiro de Desafio
AULA 4	-A interatividade da radiação com a Natureza e o ser humano - Detectores de Radiação	- Debate relatórios experimento I - Levantamento teórico TEXTOS - Exercícios de Pesquisa II - Roteiro de Leitura I
AULA 5	- Radiação no Brasil	- Debate em sala TEXTOS - Análise Pesquisa Radioatividade e Interação com os Humanos

		- Quiz Educacional
AULA 6	- Decaimentos Alfa - Fissão Nuclear	- Debate TEXTO - Aplicação de SIMULADOR I - Aplicação de SIMULADOR II
AULA 7	- Revisão e fixação de conceitos	- Teste Conceitual
AULA 8	- Avaliação	- Aplicação de Avaliação

Fonte: Autoral

3.4 - Instrumento de Coleta de Dados

Quando for possível aplicar este trabalho no contexto de sala de aula, sugerimos que sejam utilizados os instrumentos de coleta de dados descritos a seguir, visando subsidiar discussões para avaliar os impactos deste material no aprendizado dos alunos nos tópicos de Introdução à Radioatividade. Os mesmos servirão de base para a avaliação do desenvolvimento dos alunos e o devido aproveitamento das aulas.

Pré-Teste e Pós-Teste

As respostas do pré-teste e do pós-teste (avaliação) podem ser utilizadas para a coleta de dados. O pré-teste deve ser aplicado na primeira aula, e as respostas dos alunos podem servir de subsídio para a avaliação do entendimento dos mesmos sobre os assuntos trabalhados em sala, visto que o pós-teste (avaliação), a ser aplicado na aula 07, deve conter questões do pré-teste.

Espera-se que a análise das respostas destas duas avaliações dê subsídios para avaliar o nível de domínio e de qualidade da articulação dos conceitos que são abordados durante as aulas compreendidas nesta proposta.

Opinião dos estudantes

Outro dado importante para avaliar a proposta apresentada neste TCC são as opiniões dos alunos com relação aos pontos fortes e fracos do mesmo. Os resultados podem subsidiar mudanças e alterações na abordagem do mesmo (GUIMARÃES, 2003). Para que isso ocorra deve ser entregue um questionário presente no anexo I onde os mesmos podem preenche-lo de forma anônima, visando garantir a máxima descrição possível e consequentemente a maior sinceridade em suas respostas.

Notas Pessoais

O termo “Notas Pessoais” será utilizado nesse trabalho como sendo:

“(…) documento que ultrapassa a escrita burocrática e tem a intenção de registrar a prática pedagógica do professor e possibilita (re)pensá-la. Essa escrita pode permitir que o professor se configure como produtor de conhecimentos sobre a prática.” (CÃNETE, 2010, p.61)

As Notas Pessoais têm um caráter informal, e auxiliam o professor a guardar informações relevantes, como uma memória escrita do que aconteceu.

As Notas Pessoais desse trabalho de conclusão de curso devem ser registradas ao final de cada aula. Nelas, deve-se registrar o comportamento dos alunos durante as aulas, as perguntas inusitadas, as reações aos assuntos abordados, ausências e quaisquer fatores pertinentes que poderiam influenciar a aprendizagem dos alunos.

4 - Plano Complementar de Atividades

São descritas a seguir as aulas e as atividades que fazem parte do Plano elaborado.

• AULA 1 - Introdução à Radioatividade

Nesta primeira aula aplicaremos um pré-teste, com duração máxima de 25 minutos, com o objetivo de fazer o levantamento inicial dos conhecimentos dos estudantes sobre o assunto aplicado. Este levantamento nos servirá de base para a aplicação das aulas em todas as etapas desse proposta de ensino, o mesmo segue abaixo:

Pré-Teste

- 1 - Explique com suas palavras o que você entende por radiação.
- 2 - Você saberia citar exemplos de radiações no nosso dia a dia?
- 3 - Você já ouviu falar da radiação alfa, beta e gama? O que você entende sobre elas?
- 4 - Qual a principal aplicação que você conhece das radiações no cotidiano?
- 5 - Você sabe a diferença entre radiação ionizante e radiação não ionizante? Pode citar exemplos?
- 6 - O que você acha da afirmativa: Todo tipo de radiação é prejudicial à saúde dos seres vivos (pessoas, animais e plantas). Explique sua resposta.
- 7 - Já ouviu falar sobre alguma doença causada por radiação? Em caso afirmativo, qual (is)?
- 8 - Já ouviu falar sobre benefícios provocados pela radiação? Em caso afirmativo, qual (is)?
- 9 - No Brasil foi proibido o uso das câmaras de bronzeamento artificial. Você sabe por quê? Em caso afirmativo, quais os motivos?
- 10 - Circule os aparelhos que utilizam radiação:

Forno de micro-ondas

Celular

Telefone celular

Raios X

Telefone sem fio

Computador

Radio

Televisor

Assim que todos os alunos terminarem o Pré-teste (será determinado tempo máximo de 25 minutos), continuaremos dando continuidade à aplicação teórica e abordaremos o tema mais aprofundado, dando maior ênfase e podendo assim esclarecer dúvidas remanescentes, além de darmos continuidade às aulas.

Texto Introdutório sobre Radiação

O que é a Energia

Energia, em grego, significa “trabalho” (do grego *enérgeia* e do latim *energia*) e, inicialmente, foi usado para se referir a muitos dos fenômenos explicados através dos termos: “vis viva” (ou “força viva”) e “calórico”. A palavra energia apareceu pela primeira vez em 1807, sugerida pelo médico e físico inglês Thomas Young. A opção de Young pelo termo energia está diretamente relacionada com a concepção que ele tinha de que a energia informa a capacidade de um corpo realizar algum tipo de trabalho mecânico (Wilson, 1968).

Antes de 1800 o conceito de força (vis) possuía um sentido bastante abrangente, adaptando-se a diferentes campos: força elétrica, força gravitacional, força magnética. Esta abrangência do uso da concepção de força ainda não permitia muitas aproximações entre estas diferentes manifestações, apenas se desenvolviam estudos que buscavam aprofundar a forma como estas forças se manifestavam nos diversos contextos físicos. Contudo, algumas contribuições se orientavam no sentido de identificar regularidades associadas tanto aos fenômenos relativos ao movimento quanto ao calor:

- Galileu Galilei (1564-1642) em sua obra “Diálogos sobre Duas Novas Ciências” chegou a fazer considerações a respeito de regularidades observadas em alguns processos de transformação envolvendo a força gravitacional, mais especificamente sobre o funcionamento do “bate-estacas”; também afirmava conservar-se o que entendia ser o ímpeto presente nos corpos em movimento;
- Leibniz (1646-1716) e Huygens (1629-1695) contribuíram para o desenvolvimento da ideia de conservação da vis viva em situações onde ocorrem colisões;

- Lagrange (1736-1813) em 1788 estabelece o que entendemos hoje como o princípio da conservação da energia mecânica;
- Joseph Black (1728-1799), Rumford (1753-1814) e Carnot (1796-1832) desenvolveram uma ideia de conservação dentro da própria “Teoria do Calórico”.

Assim, no início do séc. XIX, o termo energia passou a ser usado com frequência cada vez maior, sobrepondo-se às concepções de “vis viva” e de “calórico”. Mas foi nas décadas que antecederam a 1850 que as investigações sobre o conceito de energia protagonizaram uma revolução do pensamento científico europeu. Estas investigações estavam relacionadas a uma nova visão da natureza, uma visão a partir da qual se vislumbrava uma espécie de regularidade em diversos tipos de fenômenos físicos e químicos, estava se estruturando o Princípio de Conservação da Energia (Kuhn, 1977). Contribuíram decisivamente para a elaboração deste princípio homens como Julius Robert von Mayer (1814-1878, Alemanha), Hermann von Helmholtz (1821-1894, Alemanha), L. A. Colding (1815-1888, Dinamarca) e James Prescott Joule (1818-1889, Inglaterra).

Conhecendo as Radiações

Você acorda com o despertador. A luz do Sol entra pela janela enquanto você pula da cama, toma um banho, se veste e desce para tomar café. Na cozinha, coloca duas fatias de pão na torradeira e esquentar uma xícara de café no forno de micro-ondas. Enquanto espera, dá uma olhada nos bilhetes presos à geladeira por pequenos ímãs. Estamos o tempo inteiro sendo bombardeados por radiações de todos os lados, algumas delas perceptíveis aos nossos sentidos, como por exemplo, a luz, enquanto outras praticamente passam despercebidas. O Sol que entra pela janela representa uma forma de radiação que comumente chamamos de radiação solar. Já ao colocarmos as fatias de pão na torradeira estamos utilizando a radiação infravermelha para prepará-las ao nosso gosto, ou seja, deixá-las torradas. No aparelho de micro-ondas temos a geração das micro-ondas que permitem aquecer a substância no interior do aparelho, deixando, por exemplo, o café, do jeitinho que queremos, isto é, bem quentinho.

O que estas situações têm em comum? Em todas elas percebemos o uso de algum tipo de radiação. Mas será que as radiações são todas iguais? O que elas têm de diferente entre si? Primeiramente, precisamos conhecer o que é essa “coisa” chamada “radiação”, para depois entendermos os mecanismos de sua geração, classificando os diferentes tipos de radiação e a maneira com a qual elas interagem com a matéria, além das muitas aplicações que são feitas a partir delas.

Procurando no dicionário Aurélio (Novo Dicionário Eletrônico Aurélio versão 5.0), encontramos as seguintes definições para radiação:

- ✓ Ato ou efeito de radiar.
- ✓ Qualquer dos processos físicos de emissão e propagação de energia, seja por intermédio de fenômenos ondulatórios, seja por meio de partículas dotadas de energia cinética.
- ✓ Energia que se propaga de um ponto a outro no espaço e num meio material.

Assim, podemos afirmar que radiação é a propagação de energia sob várias formas, e que pode ser dividida geralmente em dois grupos:

- Radiação corpuscular (partículas) e;
- Radiação eletromagnética.

A radiação corpuscular é constituída de partículas elementares ou núcleos atômicos, tais como: elétrons, prótons, nêutrons, partículas alfa, dêutrons, entre outros, enquanto a radiação eletromagnética é constituída de ondas eletromagnéticas. Cada uma dessas radiações é caracterizada por sua energia, sua geração e forma de interação com a matéria. A radiação corpuscular será melhor compreendida quando fizermos a discussão sobre a Radioatividade e as reações nucleares, enquanto que a radiação eletromagnética será melhor compreendida com o estudo do espectro eletromagnético.

Por uma opção de didática, faremos inicialmente o estudo da radiação eletromagnética e do espectro eletromagnético, de maneira a diferenciarmos os tipos de ondas eletromagnéticas quanto ao seu comprimento de onda, frequência e energia.

Ao Final da aula (últimos 5 minutos), realizar a divisão da sala em grupos para a realização de pesquisas e trabalhos apresentados durante toda a aplicação, assim como será pedido também a providencia de alguns materiais listados abaixo:

- 4 copos de vidro transparentes
- 1 lâmpada de Ultravioleta (UV) de luz negra
- 3 canetas marca-texto de diferentes cores
- Sabão em pó
- Água
- Em suas casas os alunos devem efetuar uma pesquisa referente a luz negra contendo os seus efeitos na matéria e a relação entre as emissões de raios luminosos diferenciados e a remoção da camada de fósforo das lâmpadas fluorescentes.

• AULA 2 - Tipos de Radiação

Em nossa segunda aula, abordaremos inicialmente um texto conceitual, dando ênfase à primeira subdivisão do estudo das radiações, com o estudo das radiações eletromagnéticas, onde vamos começar a perceber que as radiações são mais comuns em nossa vida do que imaginamos.

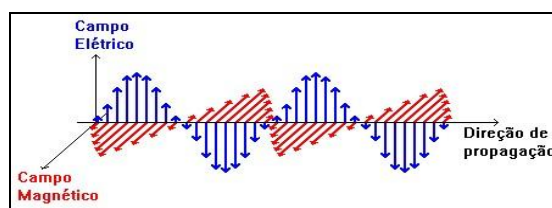
Em seguida, daremos início a aplicação do experimento I, conforme avisado e solicitado a providencia de materiais na aula anterior.

TEXTO BASE AULA 2 - Radiação Eletromagnética

Devemos lembrar que as ondas eletromagnéticas têm origem no movimento de uma carga elétrica, que quando acelerada ou desacelerada, provoca variações em seu campo elétrico que, conseqüentemente, provoca variações em seu campo magnético e assim sucessivamente, levando a informação desse movimento aos pontos do espaço.

Toda onda eletromagnética transporta energia durante sua propagação e essa propagação é feita na velocidade da luz c ($300.000.000 \text{ m/s}$ ou 3.10^8 m/s) no vácuo, característica mostrada por James Clerk Maxwell (1831-1879). A figura abaixo apresenta a suposição de uma onda eletromagnética.

Figura 4.1. Onda eletromagnética.



Fonte: Souza (2009)

Como toda onda, a onda eletromagnética tem a frequência como uma característica importante, por que é através dela que as ondas eletromagnéticas são classificadas. A unidade de medida da frequência é o Hertz (Hz), em homenagem a Heinrich Rudolph Hertz (1857-1894), devido à descoberta das ondas de rádio. Para cada faixa de frequência, usamos um termo diferente para descrevê-la. Por exemplo, a

frequência que vai de $4,3 \cdot 10^{14}$ Hz até $7,5 \cdot 10^{14}$ Hz é o que chamamos de luz visível, enquanto que as ondas de rádio estão na faixa de 10^2 Hz até 10^8 Hz.

A frequência é a medida das oscilações que a carga elétrica executa por unidade de tempo, isto é, se a frequência de uma onda eletromagnética é de 10^5 Hz, ela oscila (agita) 100.000 vezes a cada segundo. Assim, para ser mais claro, se você tiver um pente eletrizado e quiser que ele produza a luz amarela cuja frequência é de $5,2 \cdot 10^{14}$ Hz, você terá que agitá-lo 520 trilhões de vezes por segundo.

A Energia das Ondas Eletromagnéticas

Conforme relatado anteriormente, uma onda eletromagnética pode então ser produzida usando apenas um pente. Como ondas eletromagnéticas são geradas toda vez que um objeto eletrizado é acelerado ou desacelerado, imagine-se penteando o cabelo em um dia seco de inverno, quando é mais fácil o pente acumular cargas devido o atrito. Toda vez que você move o pente para um lado e para outro, o pente emite uma onda eletromagnética, afinal temos as cargas presentes nele sofrendo uma aceleração.

Se você se penteia devagar, passando o pente no cabelo uma vez por segundo, cria uma onda eletromagnética, mas não coloca muita energia nesta onda. Você produz uma onda de baixa energia e baixa frequência, com comprimento de onda da ordem de 300.000 km, pois a velocidade da luz é de 300.000 km por segundo. Se, por outro lado, você pudesse fazer o pente se mover mais rapidamente, digamos 300.000 vezes por segundo, você produziria uma onda de frequência e energia muito maiores, com um comprimento de onda de 1 km. Assim, usando mais energia para acelerar as cargas elétricas, você coloca mais energia na onda eletromagnética.

Certamente depois das ondas de rádio descobertas por Hertz em 1887, podemos considerar a luz visível como a outra integrante da família das ondas eletromagnéticas, mais conhecida pelo homem e que permite apoiar o raciocínio feito no parágrafo anterior. Por exemplo, um pedaço de carvão em brasa é vermelho-escuro, porque corresponde a uma cor que possui uma energia relativamente pequena. A chama amarela de uma vela tem um pouco mais de energia, enquanto que a chama branco-azulada de um maçarico, uma energia ainda maior. A cada cor corresponde uma frequência e a cada frequência uma energia diferente.

Assim, quanto maior a frequência da onda eletromagnética, maior será a sua energia.

Figura 4.2. Vela



Figura 4.3. Carvão



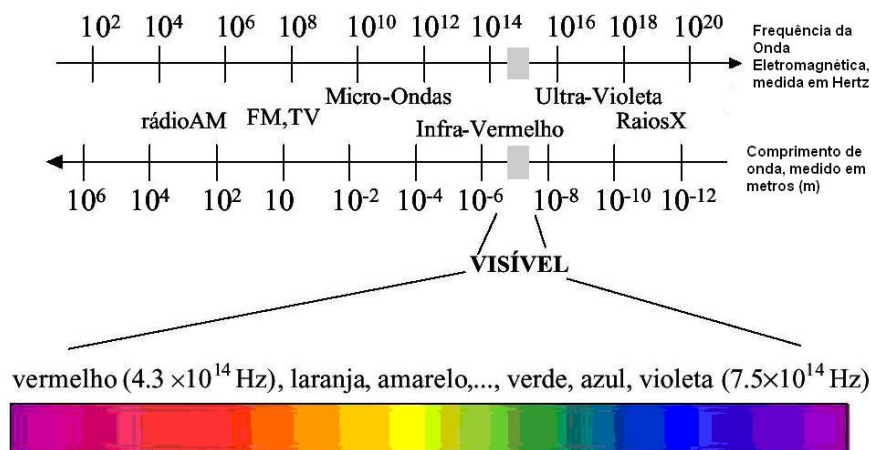
Figura 4.4. Maçarico



FONTE: Souza (2009)

O vermelho, com um comprimento de onda da ordem de 700 nm ($4,3 \cdot 10^{14}$ Hz), é a cor de maior comprimento de onda e menor energia do espectro da luz visível. O violeta, por outro lado, com comprimento de onda 400 nm ($7,5 \cdot 10^{14}$ Hz), é a cor de menor comprimento de onda e maior energia da luz visível. Todas as outras cores pertencentes ao espectro da luz visível têm energias entre as do vermelho e do violeta. Na figura abaixo temos o espectro eletromagnético com destaque para a parte do visível ao qual conseguimos enxergar.

Figura 4.5. Espectro eletromagnético com destaque para a parte da luz visível



FONTE: Souza (2009)

Abaixo do vermelho temos, por exemplo, o infravermelho (ou radiação infravermelha) que é uma radiação não visível, enquanto que acima do violeta temos, por exemplo, o ultravioleta (ou radiação ultravioleta), que também não é visível aos nossos olhos.

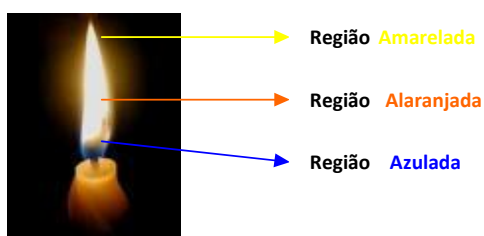
Assim, o comprimento da onda, a sua frequência e a sua energia, são grandezas que estão intimamente relacionadas. Na tabela abaixo podemos organizar essas ideias da seguinte forma:

Tabela 4.1. Relação semi-quantitativa de comprimento x frequência x onda

Comprimento da onda	Frequência	Energia
Menor	Maior	Maior
Maior	Menor	Menor

FONTE: Souza(2009)

Figura 4.6. Regiões da Vela



Vamos olhar novamente a chama de uma vela. A sua chama não é homogênea, apresentando regiões com cores diferentes.

FONTE: Souza(2009)

Em cada região, temos uma temperatura diferente, e portanto, uma energia diferente. Podemos perceber que temos três regiões distintas: uma azulada (situada na parte inferior da chama, junto ao pavio), uma alaranjada (região situada entre o pavio e o topo da chama) e uma amarelada (parte do topo da chama). Destas três regiões, a mais quente é a azulada. O que podemos concluir diante disso, então? Provavelmente você concluiu que pela tabela acima, a parte azulada por ter a maior temperatura, tem a maior energia, logo tem maior frequência com o menor comprimento de onda das três regiões. Já a região amarelada, tem a menor temperatura, a menor energia e frequência, e conseqüentemente, o maior comprimento de onda.

Espectro Eletromagnético

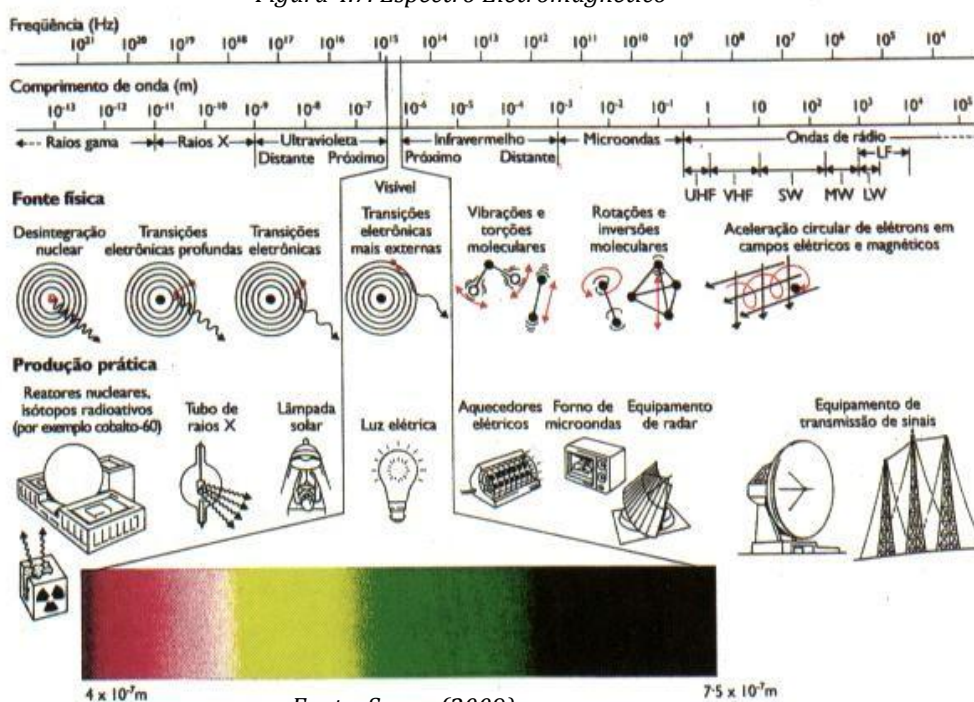
Quando acendemos uma vela ou quando ligamos uma lâmpada incandescente ou mesmo quando olhamos para os raios do Sol, temos em comum nestes três exemplos a presença da luz. Desde a sua identificação por Maxwell como sendo uma onda

eletromagnética, muitas outras ondas eletromagnéticas foram descobertas com comprimentos de ondas que vão desde o tamanho do raio da Terra (aproximadamente 6.370 km) até o tamanho do núcleo atômico (aproximadamente 10^{-15} m). Podemos dar como exemplos de ondas eletromagnéticas as ondas de rádio, as micro-ondas, os raios infravermelhos, os raios ultravioletas, os raios X, os raios gama e os raios cósmicos. O conjunto destas ondas é chamado de **espectro eletromagnético**.

O espectro eletromagnético é composto então por ondas que se propagam no vácuo com a velocidade da luz ($c = 3 \cdot 10^8$ m/s), sem a necessidade de um meio material. Na figura abaixo temos o espectro eletromagnético com as muitas frequências e comprimentos de onda que a compõem, e que podem ser relacionados pela expressão $c = \lambda \cdot f$, onde λ representa o comprimento de onda, em metros (m), e f a frequência da onda eletromagnética, medida em Hertz (Hz).

Devemos perceber que quando dizemos que temos uma onda eletromagnética do tipo infravermelha, ou simplesmente, radiação infravermelha, na verdade temos um conjunto de ondas dentro de um intervalo de frequências (ou comprimentos de onda) que receberam essa denominação. Na figura abaixo, percebemos que o intervalo de frequência da luz visível.

Figura 4.7. Espectro Eletromagnético



Fonte: Souza (2009)

Como ondas eletromagnéticas possuem comprimentos de onda com valores desde muito pequenos a muito grandes, podemos representar esses comprimentos através de unidades de medida adequadas. A tabela a seguir apresenta algumas unidades muito usadas para o comprimento de onda de algumas radiações eletromagnéticas:

Tabela 4.2. Tipo de Onda x Comprimento de Onda

Tipo de Onda Eletromagnética	Comprimento de Onda	Observação
Rádio, TV, Radar	de 3 km a 1 cm	1 km = 1.000 m = 10^3 m 1m = 100 cm = 10^2 m
Raios Infravermelhos	de 0,01 cm a 8.000 Å	Å = angstrom 1 Å = 10^{-8} cm = 10^{-10} m
Luz Visível	de 7.500 Å a 3.900 Å	-
Raios Ultravioleta	de 3.900 Å a 2.000 Å	-
Raios X	de 100 Å a 0,1 Å	-
Raios Gama	de 0,1 Å a 0,0001 Å	-

Fonte: Souza (2009)

Radiação Corpuscular

Estas são ionizantes por terem a capacidade de modificar e excitar a células. Ocorre quando um núcleo instável emite partículas na forma de partículas alfa, partículas beta ou nêutrons. No caso da emissão de energia, a emissão se faz por uma forma de onda eletromagnética muito semelhante aos raios X, conhecidos como raios gama.

Estas radiações possuem efeitos benéficos e maléficos de acordo com a quantidade e forma utilizada. A exemplo da radiação solar que é um meio natural de emissão e é primordial para a vida no planeta. Assim como as radiações emitidas artificialmente também são benéficas, na medicina várias atividades médicas usam a radiação, como a radiografia, conhecida como raio x, a radioterapia, usada no tratamento do câncer e a medicina nuclear. Sabendo que o perigo de um tratamento

com radiação é real, desta forma busca-se capacitar os profissionais da área afim de que o procedimento seja realizado de acordo com o protocolo e que os benefícios do tratamento e utilização do meio radioativo seja mais significativa para o paciente que seus potenciais riscos.

Características específicas das radiações corpusculares determinam seu potencial de ação sendo estas:

- **Partícula Alfa:** é um conjunto de dois prótons e dois neutrons, isto é, é o núcleo do átomo de hélio. A velocidade e a energia cinética com que são emitidas, depende da substância radioativa que as emite. Penetram nos corpos muito menos que as partículas beta e os raios gama, porque são muito pesadas e tem carga elétrica maior que as outras radiações.
- **Partícula Beta:** são elétrons emitidos com grande velocidade, em geral próxima da velocidade da luz. Como têm menor massa, menor carga elétrica e maior velocidade que as partículas alfa, são mais penetrantes, assim quando um átomo emite uma partícula beta, seu número de massa não diminui.

Logo após a aula conceitual iremos dar continuidade com o **Roteiro de Experimento I**, iniciaremos então uma breve discussão sobre a Luz Negra e seus efeitos, podendo assim abordar com mais precisão o experimento, após isso iniciar a aplicação do experimento, para abordagem do experimento será utilizado os materiais solicitados na aula anterior, a lâmpada Ultra violeta de Luz Negra pode ser de difícil acesso em determinadas regiões, então o professor deverá disponibilizar a mesma.

Durante todo o experimento serão debatidos os efeitos que a luz negra causa e as possíveis aplicações da mesma, assim como procurar identificar através do levantamento teórico que eles fizeram que causam esse mesmo efeito.

ROTEIRO DE EXPERIMENTO I: SIMULAÇÃO DE EXPERIMENTO RADIOATIVO

Objetivo Geral: Simular que a Radiação pode ser vista e demonstrada com objetos simples em nossa casa, além de demonstrar o comportamento de alguns materiais radioativos através da fluorescência.

Objetivo Específico:

- Identificar a presença de compostos radioativos em materiais do cotidiano;
- Efetuar a correlação entre o brilho e a presença de material radioativo.

Em suas casas os alunos devem efetuar uma pesquisa referente a luz negra contendo os seus efeitos na matéria e a relação entre as emissões de raios luminosos diferenciados e a remoção da camada de fósforo das lâmpadas fluorescentes.

Materiais:

- 4 copos de vidro transparentes
- 1 lâmpada UV de luz negra
- 3 canetas marca-texto de diversas cores
- Sabão em pó
- Água

Orientações:

- 1) Preencher os copos com água, e observa-los sob o efeito da luz negra;
- 2) Após a 1ª observação acrescentar o sabão em pó, aproximar novamente da luz negra e observar as reações ao efetuar a mistura;
- 3) Assim como feito com o sabão em pó efetuar agora o processo com os tubos de marca textos;

Durante o desenvolvimento do experimento, o professor irá questionar os alunos sobre os seguintes tópicos:

- Por que não identificamos o brilho, da água pura, quando irradiamos a mesma pela luz negra?
- Quais são os fatores que permitem brilho no sabão em pó?
- Com a mudança de cor do tubo, houve mudanças no comportamento?

O grupo deverá providenciar a montagem do experimento e responder as questões indicadas a seguir em forma de **relatório**:

- a) Qual a diferença entre as lâmpadas UV e as de luz negra?
- b) Por que alguns objetos brilham ao ser submetidos à luz negra?
- c) A emissão de luz negra pode ser prejudicial à saúde humana?
- d) Quais aplicações poderemos ter no uso da luz negra.
- e) Faça uma pesquisa online e identifique quais possíveis objetos do seu dia a dia demonstram essa ou propriedade parecida quando submetida à luz negra.
- f) Além dessas questões apresentar uma síntese sobre a pesquisa inicial presente no roteiro.

O relatório deverá ser entregue na próxima aula. O mesmo será analisado e se alguma parte ou todo estiver de desacordo com a proposta apresentada, deverá ser reescrito. Porém o mesmo poderá ter um desconto de até 10% da nota final se caso apresente distanciamento ou divergência do proposto no relatório.

Ao final da aula, distribuir o **Roteiro de Desafio** para os alunos que deverá ser entregue na aula 6 com os devidos experimentos e relatórios requeridos.

ROTEIRO DESAFIO

CONSTRUINDO UMA USINA TÉRMICA CASEIRA

Materiais:

- Uma lata de refrigerante vazia;
- Quatro velas;
- Agulha grossa (de uso veterinário) descartável;
- Seringa comum;
- Carretel;
- Cola plástica;
- Papel cartão;
- Parafusos e porcas;
- Arames;

Montagem:

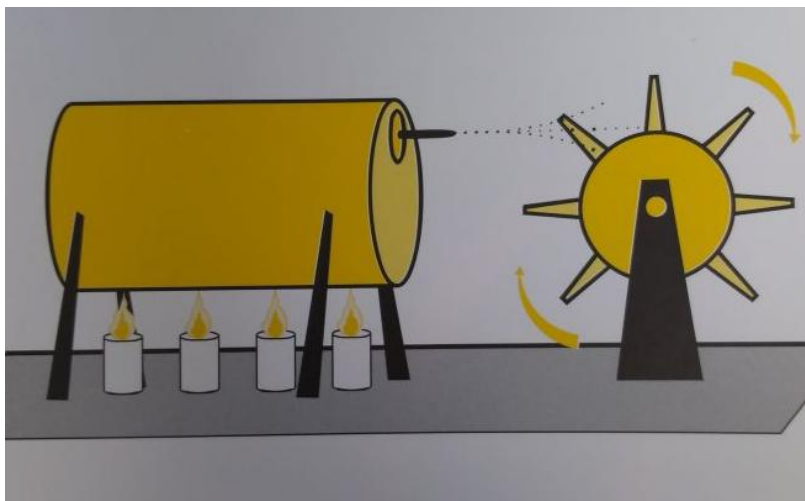
O primeiro passo é a montagem da caldeira, que será a lata de refrigerante vazia, a energia para ferver a água virá das velas, a mesma energia que em usinas term nucleares é oriunda da fissão nuclear (divisão dos núcleos atômicos) e nas termelétricas, da queima de combustíveis fósseis.

1º passo: A tampa deverá ser retirada e a alça de puxar descartada. Um pequeno furo deverá ser feito na tampa de modo que se encaixa a agulha grossa (sem a base de plástico), a cola plástica deve ser utilizada para fixar a agulha.

2º passo: a tampa deverá ser recolocada em seu lugar original também com o auxílio da cola plástica.

3º passo: a lata deverá ser colocada na horizontal em uma armação de arame, sobre as velas, conforme mostra a figura.

Figura 4.9. Representação de Caldeira



FONTE: Faria (2012)

4º passo: para a construção da turbina, deverá ser colado nas laterais do carretel, papel cartão ou isopor. A altura da turbina deverá ser ajustada conforme a agulha da caldeira. O carretel deve ser fixado no papel cartão com o auxílio dos parafusos. As pás poderão ser feitas também de um material plástico rígido, madeira de baixa espessura ou qualquer material de baixa absorção de umidade e rígido, após isso as pás serão coladas nas laterais.

5º passo: para funcionar, deve-se injetar água para dentro da caldeira com a agulha fina até a metade da altura da lata.

6º passo: as velas deverão ser acesas, a energia térmica das velas irá aquecer a água até entrar em ebulição. Quando isso ocorrer, o vapor começará a sair pela agulha fixa e girará a turbina.

Após a montagem do experimento, desenvolver relatório onde deve ser apresentado:

- Dificuldades Encontradas
- Explicação do funcionamento da usina construída, tendo em vista as Leis da Física
- Presente produção elétrica de nosso “mini gerador”
- Explicar como funcionam as Usinas Térmicas

• AULA 3 - Interação da Radiação com a Matéria

Com base nas respostas entregues do questionário de satisfação do aluno efetuar possíveis alterações na abordagem do conteúdo ministrado, procurando desenvolver melhores métodos de ensino/aprendizagem e melhor dinamismo em sala.

Iniciar recolhendo relatórios do **experimento I**, realizar breve debate com alunos sobre as dificuldades encontradas na confecção do mesmo.

Aplicar **TESTE CONCEITUAL I**, essas questões conceituais serão apresentadas individualmente e respondidas pelos alunos por meio de flashcards. Se 70% dos alunos acertarem a pergunta, o professor comenta sobre a questão e passa para a próxima; se o número de alunos que acertou fica entre 30% a 70%, a turma será dividida em grupos de 2 a 5 alunos, mesclando os que responderam corretamente e os que erraram e eles deverão abrir uma discussão e tentar convencer o colega sobre sua resposta; se menos de 30% dos alunos acertaram, o professor fará uma nova explicação do conteúdo e a reaplicação da questão para os mesmos, podendo ser efetuadas algumas alterações no desenvolvimento da pergunta.

TESTE CONCEITUAL I

1. (UFRGS 2015) Assinale a alternativa que preenche corretamente as lacunas do enunciado abaixo, na ordem em que aparecem.

A incidência de radiação eletromagnética sobre uma superfície metálica pode arrancar elétrons dessa superfície. O fenômeno é conhecido como _____ e só pode ser explicado satisfatoriamente invocando a natureza _____ da luz.

- a) Efeito fotoelétrico – ondulatória
- b) Efeito Coulomb – corpuscular
- c) Efeito Joule – corpuscular
- d) Efeito fotoelétrico – corpuscular
- e) Efeito Coulomb – ondulatória

2. (UFMS 2010) É difícil imaginarmos, em nosso cotidiano, até que ponto somos banhados por radiações eletromagnéticas das variadas frequências do espectro. Podemos dizer que o sol é uma das fontes de radiações predominantes que definem o meio ambiente no qual nós, como uma espécie, temos evoluído e nos adaptado. Somos também banhados por radiações de rádio, televisão, micro-ondas de sistema de radar e de sistemas de telefonia, bem como radiações provenientes de lâmpadas, máquinas de raios X, relâmpagos, ondas provenientes de motores aquecidos, de estrelas distantes, de materiais radioativos e de outras galáxias. Com os fundamentos das teorias sobre ondas eletromagnéticas, assinale a(s) proposição(ões) correta(s).
- a) Uma onda eletromagnética pode ser desviada por um campo magnético.
 - b) Em um meio não dispersivo, a frequência da luz depende da velocidade.
 - c) No vácuo, a velocidade da luz não depende do comprimento de onda e nem da frequência.
 - d) Em meio dispersivo, a velocidade da luz depende da frequência.
 - e) No vácuo, a velocidade da luz depende da velocidade da fonte.
3. (UFPR 2010) O primeiro forno de micro-ondas foi patenteado no início da década de 1950 nos Estados Unidos pelo engenheiro eletrônico Percy Spence. Fornos de micro-ondas mais práticos e eficientes foram desenvolvidos nos anos 1970 e a partir daí ganharam grande popularidade, sendo amplamente utilizados em residências e no comércio. Em geral, a frequência das ondas eletromagnéticas geradas em um forno de micro-ondas é de 2450 MHz. Em relação à Física de um forno de micro-ondas, considere as seguintes afirmativas:
- I. Um forno de micro-ondas transmite calor para assar e esquentar alimentos sólidos e líquidos.
 - II. O comprimento de onda dessas ondas é de aproximadamente 12,2 cm.
 - III. As ondas eletromagnéticas geradas ficam confinadas no interior do aparelho, pois sofrem reflexões nas paredes metálicas do forno e na grade metálica que recobre o vidro da porta.

Assinale a alternativa correta.

- a) Somente a afirmativa 1 é verdadeira.

- b) Somente a afirmativa 2 é verdadeira.
 - c) Somente a afirmativa 3 é verdadeira.
 - d) Somente as afirmativas 1 e 2 são verdadeiras.
 - e) Somente as afirmativas 2 e 3 são verdadeiras.
4. (Enem 2012) Nossa pele possui células que reagem à incidência de luz ultravioleta e produzem uma substância chamada melanina, responsável pela pigmentação da pele. Pensando em se bronzear, uma garota vestiu um biquíni, acendeu a luz de seu quarto e deitou-se exatamente abaixo da lâmpada incandescente. Após várias horas ela percebeu que não conseguiu resultado algum. O bronzeamento não ocorreu porque a luz emitida pela lâmpada incandescente é de:
- a) Baixa intensidade.
 - b) Baixa frequência.
 - c) Um espectro contínuo.
 - d) Amplitude inadequada
 - e) Curto comprimento de onda.
5. (UFRGS 2015) Assinale a alternativa que preenche corretamente as lacunas do enunciado abaixo, na ordem em que aparecem.
- A luz é uma onda eletromagnética formada por campos elétricos e magnéticos que variam no tempo e no espaço e que, no vácuo, são _____entre si. Em um feixe de luz polarizada, a direção da polarização é definida como a direção_____ da onda.
- a) Paralelos – do campo elétrico
 - b) Paralelos – do campo magnético
 - c) Perpendiculares – de propagação
 - d) Perpendiculares – do campo elétrico
 - e) Perpendiculares – do campo magnético

Após os testes, será abordado o **TEXTO II**, dando assim continuidade a aula e será repassado também o **Roteiro de Pesquisa I**, que deverá ser entregue na próxima aula, juntamente com o roteiro abaixo será pedido também a visualização de um vídeo no youtube em casa, para melhor aproveitamento na próxima aula. Segue o link:

https://www.youtube.com/watch?v=Y_AmWjPPZgI

- **Roteiro de Pesquisa I**

Grade do Micro-ondas

Objetivo: Verificar a existência de uma grade na porta do micro-ondas.

Esta atividade explora a necessidade da grade na porta do aparelho de micro-ondas, abordando a sua função para a segurança e o bom funcionamento do aparelho.

Para esta atividade os alunos deverão formar grupos com 4 integrantes e formularem sínteses das discussões, baseando-se nas orientações abaixo.

Materiais:

- Foto da grade da porta de um aparelho de micro-ondas.

Orientações

1-) Observar a foto abaixo e verificar se em seu micro-ondas também encontramos a mesma proteção.

Figura 4.12. Porta micro-ondas



FONTE: Autoral

2-) Discutir em grupo a razão desta grade existir na porta do aparelho.

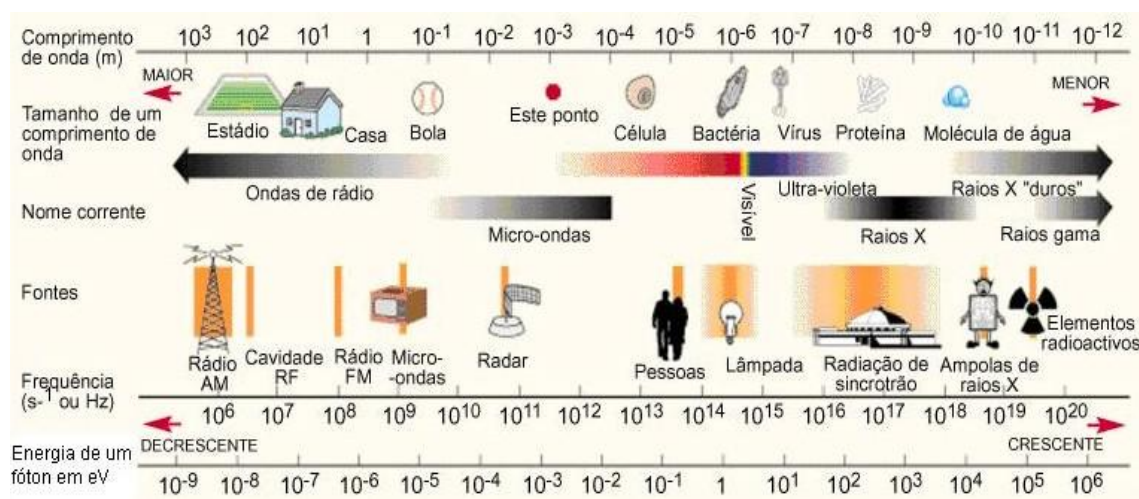
3-) Seria possível estimar o tamanho dos furos nesta grade? Como?

4-) Escrever uma pequena conclusão referente a espessura e distância dos furos na grade de proteção e o isolamento efetivo do aparelho.

TEXTO BASE AULA III - Interação da Radiação com a Matéria e seus Efeitos

Na figura abaixo, temos novamente o esquema do espectro eletromagnético, mostrando as faixas de frequência que classificam os diversos tipos de radiações.

Figura 3.11. Espectro Eletromagnético



Souza (2009)

O conjunto das radiações eletromagnéticas pode também ser classificado segundo os efeitos de alteração estrutural que provoquem, ou não, em átomos ou moléculas da matéria sobre as quais elas incidam. Nesta perspectiva, as radiações são diferenciadas entre:

- **Não-ionizantes e;**
- **Ionizantes.**

As radiações ionizantes são aquelas que provocam uma ruptura na organização elétrica do átomo ou molécula, arrancando-lhe, com o choque na passagem, um ou mais elétrons de sua estrutura, tornando-o(a) um íon e quimicamente ativo(a). As **radiações ionizantes** encontram-se no extremo superior do espectro de frequências, onde encontramos **os raios-X, os raios γ e os raios cósmicos**.

As radiações não-ionizantes não provocam tais efeitos. As alterações provocadas são temporárias; os átomos e moléculas atingidos por radiações não-ionizantes permanecem intactos na sua organização eletrônica, quando essas alterações desaparecem pelo retorno ao estado fundamental de energia mínima. As **radiações não-ionizantes** compreendem desde as **ondas de rádio até as radiações ultravioletas**.

Desta forma, a **energia associada aos fótons** de cada radiação é que determinam o seu **caráter ionizante ou não**. Por exemplo, para o nosso corpo que é constituído principalmente de átomos de carbono, oxigênio, nitrogênio e hidrogênio, temos como **limiar biológico uma energia da ordem de 13,6 eV**, energia esta necessária minimamente para que se possa ionizar algum dos átomos mencionados anteriormente em nosso corpo. Essa energia corresponde a uma radiação com **frequência de aproximadamente $3,3 \cdot 10^{15}$ Hz e comprimento de onda na faixa do ultravioleta, por volta de 909 Å**.

Efeitos das Radiações Ionizantes e Não-Ionizantes na Matéria

Vamos fazer novamente um pequeno passeio pelo espectro eletromagnético, onde tentaremos identificar para cada uma das faixas de radiações ionizantes e não-ionizantes apontadas anteriormente, suas características, recordando suas origens, suas formas de interação com a matéria e os efeitos produzidos por essa interação e, ainda, destacando as principais aplicações que nos beneficiam, bem como danos ou prejuízos que nos causem.

Ondas de Rádio

Nosso passeio começará pelo extremo onde se encontram as radiações de baixa frequência, na direção daquelas, no outro extremo, de frequência mais alta. Ou, o que equivale, em termos de comprimentos de onda, das ondas de maior comprimento de onda para as de menores comprimentos de onda.

As ondas de rádio são aquelas cujas frequências se encontram no intervalo de 10^0 a 10^5 Hz, que apresentam os maiores comprimentos de ondas do espectro, na faixa de 3 km a 3 cm e portam energias inferiores a 10^{-5} eV. Elas são geradas por circuitos

oscilantes, em transmissores de estações, mas também em grandes corpos no espaço, tais como cometas, planetas ou nuvens de gás gigantes. São ondas deste tipo que trazem até nós os sinais que recebemos nos nossos aparelhos de rádio, TV e telefones celulares. No nível atômico e molecular, **as ondas de rádio não provocam efeitos sobre a matéria; o corpo humano**, como a maioria dos materiais, é **transparente** a essas radiações.

Micro-ondas

No intervalo de 10^{10} a 10^{12} Hz estão as micro-ondas. Os comprimentos de onda respectivos situam-se na faixa de 3 cm a $300\ \mu\text{m}^1$; elas transportam energias de 10^{-5} a 10^{-3} eV. As micro-ondas são geradas por válvulas eletrônicas especiais. Nessa faixa energética encontram-se apenas estados quânticos de rotação e de torsão molecular. Logo, os **efeitos** que uma **micro-onda** provocará em **moléculas** serão aqueles de **girar ou torcionar as moléculas da matéria** que recebe a radiação, produzindo calor como resultado destes movimentos. É desta forma que um forno de micro-ondas opera, aquecendo/cozinhando os alimentos. Mas é também pela mesma razão, que micro-ondas são usadas na pesquisa para se obter informações sobre a estrutura de moléculas. A partir da análise dos espectros de rotação molecular é possível se determinar a intensidade das ligações químicas e os ângulos formados por moléculas; **Micro-ondas** são também usadas para a transmissão de informações porque elas **atravessam nuvens, chuva, neve e fumaça**; elas são empregadas em radares, sensoriamento remoto e, ainda, em telefonia celular e transmissão de dados informatizados.

Raios Infravermelhos

Continuando o passeio, seguem-se as ondas (ou raios) infravermelhas, ou ondas de calor, ou ainda radiação térmica, situadas na faixa de 10^{11} a $4 \cdot 10^{14}$ Hz, com comprimentos de onda entre 1 milímetro e 750 nanômetros e energias na faixa de 0,0012 a 1,65 eV. As ondas infravermelhas são geradas pela vibração ou oscilação dos elétrons das camadas mais externas de átomos e moléculas. Ao interagir com a matéria, as **ondas infravermelhas colocam as moléculas em vibração**. No cotidiano, **experimentamos os efeitos dessas interações quando sentimos calor** proveniente do Sol, de radiadores, de ferros de passar roupa, e até de nosso próprio corpo.

Radiações infravermelhas **são utilizadas** para diversas finalidades:

Aquecimento/cozimento de alimentos em fornos de restaurantes, nos controles remotos de aparelhos elétricos/eletrônicos, na formação de imagens, com câmeras e filmes especiais sensíveis a essas radiações, e em terapias. Às radiações infravermelhas está associado o efeito estufa que é usado benéficamente em agricultura e jardinagem, mas também responsável pelo aquecimento global da Terra. O efeito estufa é o papel que a camada de CO₂ da atmosfera desempenha, impedindo que as radiações solares refletidas na faixa do infravermelho se propaguem para longe da Terra a fim de manter a temperatura em níveis adequados à vida, à disponibilidade de água, produzindo mudanças climáticas.

Luz Visível

Prosseguindo, chegamos à faixa das radiações visíveis, que, genericamente, identificamos como luz. Em comparação com amplitude total do espectro, a luz ocupa uma faixa muito estreita de frequência, situada entre o infravermelho e o ultravioleta, que vai de $4,3 \cdot 10^{14}$ a $7,5 \cdot 10^{14}$ Hz, correspondente a comprimentos de onda de 750 a 400 nanômetros e a energias de 1,65 a 3,1 eV. A origem da luz está nas oscilações ou transições dos elétrons entre as camadas mais externas dos átomos, conforme visto anteriormente quando estudamos os modelos atômicos. Estas radiações são essenciais para a existência da vida uma vez que propiciam a realização da fotossíntese pelas plantas, além de favorecerem o aparecimento das condições climáticas para o equilíbrio do mundo em que vivemos.

Radiação Ultravioleta

Tendo atravessado a estreita faixa de frequência do visível, nosso passeio se aproxima do extremo superior do espectro, alcançando a região das radiações ultravioleta, ou radiações UV. Tal denominação, o prefixo latino **ultra** significa **além**, como você pode perceber, vem da posição ocupada por estas radiações na escala de frequência, além da luz violeta, a última radiação visível para nós. As radiações UV têm frequências entre $7,5 \cdot 10^{14}$ e $3 \cdot 10^{16}$ Hz, que correspondem a comprimentos de onda na faixa de 400 nm a 10 nm e a energia compreendidas entre 1,8 a 3,1 eV.

Nesta faixa de energia está o limiar entre as radiações não-ionizantes e as ionizantes. Tal como a luz, as radiações ultravioletas também se originam de

transições eletrônicas das camadas mais externas dos átomos. Aquelas de menores comprimentos de onda (de frequências mais altas) têm energia no patamar da energia de ionização de muitas moléculas, tornando-se assim muito perigosas, pois provocam muitos danos à saúde; podemos fazer um pequeno jogo de palavras, afirmando que as radiações ultravioletas são ultra violentas! Sua fonte primária é o Sol, mas elas também são produzidas em dispositivos criados pelo homem. Um exemplo disso são os arcos de solda elétrica, usados para soldar metais.

Dado às altas energias que carregam, **as radiações ultravioletas são fortemente absorvidas pela maioria das substâncias sólidas**. Sobre a **pele**, o seu efeito é muito conhecido: o **tom bronzeado** que adquirimos no verão; vem justamente da absorção pela nossa pele das radiações UV emitidas pelo Sol. Mas também aí reside o perigo maior de se adquirir também um **câncer de pele**. Os protetores solares são substâncias que absorvem os raios UV, impedindo a sua ação sobre nossa pele.

Nossos **olhos** são particularmente suscetíveis aos danos das radiações ultravioletas, pois elas provocam a conhecida **inflamação UV ou mesmo a cegueira**, provocada pela reflexão das radiações UV na neve que é uma das poucas substâncias que não as absorve, mas as reflete. Não é por outra razão que você vê um soldador usar um visor de proteção quando faz uma solda elétrica.

Como toda radiação, a UV não tem só riscos, ou representa só ameaças para nós, existem também, felizmente, os bons usos, tanto em terapias, quanto em tecnologias. Quanto às primeiras, destacamos o uso de das radiações UV para estimular o sistema imune e os sistemas de várias enzimas.

Raios X, Raios Gama e Raios Cósmicos

Chegamos ao fim do nosso passeio, chegando as **radiações ionizantes, que compreendem os raios X, a radiação γ e os raios cósmicos**.

Devemos lembrar que os raios cósmicos são as radiações de altíssima energia, da ordem de 100 a 1000 trilhões de elétron-volts, que chegam à Terra, vindas do espaço, cujas fontes estão na longínqua constelação Cygnus, situada a 37 mil anos-luz da Terra. Já os raios X e raios γ são ondas eletromagnéticas também muito energéticas, com energias entre 1000 eV a 200.000 eV, para os raios X, e maiores que 200.000 eV, para os raios gama. São extremamente penetrantes, e diferem um

do outro quanto à origem, pois os raios γ se originam dentro do núcleo atômico, enquanto que os raios X têm origem fora do núcleo, na DEexcitação dos elétrons.

Estas radiações interagem com a matéria através do **efeito fotoelétrico, pelo efeito Compton ou pela produção de pares**, e nesses efeitos são emitidos elétrons ou pares elétron-pósitron⁶ que, por sua vez, **ionizam a matéria**. Para blindagem desse tipo de radiação usa-se chumbo, concreto, aço ou terra.

- **AULA 4 - A Interatividade da Radiação com o Ser Humano**

Nesta aula estaremos efetuando uma breve discussão sobre o relatório do experimento I, realizado na aula II, refletindo com a turma e se houver necessidade com cada grupo individual o relatório que foi entregue para que possa ser refeito e entregue na próxima aula, juntamente será também recolhido o relatório de pesquisa I.

Dando continuidade as aulas, passamos agora ao debate e reflexão sobre dois textos, que se segue abaixo, refletindo sobre a interação entre a radiação e a natureza, assim como os possíveis efeitos que ela pode causar no corpo humano e aplicação de **Exercícios de Fixação** para serem realizados em casa.

TEXTO I - REFLEXÃO AULA 4

RADIAÇÃO NUCLEAR PODE CAUSAR DE QUEIMADURAS A CÂNCER, DIZ ESPECIALISTA

O derretimento dos reatores nucleares japoneses atingidos pelo terremoto de sexta-feira (11) podem liberar radiação na atmosfera que causa desde queimaduras na pele até câncer, explica o engenheiro nuclear Aquilino Senra, da Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ). O risco de exposição da população, no entanto, é baixo.

A Organização Mundial de Saúde (OMS) também afirmou que o perigo para a população é mínimo. Isso porque a área em torno da usina foi isolada.

O Japão foi atingido na sexta-feira (11) por um terremoto de 8,9 de magnitude (Observação: após a publicação desta reportagem, o Serviço Geológico dos Estados Unidos atualizou a magnitude para 9). O tremor afetou o fornecimento de energia elétrica, o que causou uma pane no resfriamento dos reatores. Segundo a Agência Internacional de Energia Atômica (AIEA), o risco de derretimento do núcleo, o pior acidente que pode ocorrer em uma usina, é “grande”.

Exposição

Se ocorrer o derretimento, três tipos de radiação serão liberadas no ambiente: alfa, beta e gama. “A radiação alfa não penetra no organismo, ela causa queimadura na pele”, explica Aquilino Senra. “As radiações beta e gama – principalmente a gama – entram no organismo e causam deformações celulares”, afirma, referindo-se à exposição aos raios.

Essas deformações, ao longo dos anos, podem levar a casos de câncer. “Podem, não devem. E isso varia de acordo com a distância da pessoa do local do acidente e a proteção que ela estiver usando”, explica.

Essa radiação gama é a mesma usada em tratamentos de radioterapia, exatamente para combater o câncer. “Em baixas doses, ela destrói tumores”, afirma o especialista. “Em altas, pode causar dano celular que leva ao câncer”.

Ionização

A radioatividade pode afetar a saúde principalmente de duas formas. “O problema maior é que este tipo de radiação é ionizante, ou seja, é capaz de mudar a estrutura química das substâncias”, afirma Regina Bitelli Medeiros, professora do departamento de diagnóstico por imagens da Unifesp e especialista em física médica.

Com isso, ela altera as características de substâncias comuns em nosso corpo. A partir da água, por exemplo, podem se formar radicais livres, que, em excesso, prejudicam o funcionamento do corpo.

Outra possibilidade é que a radiação nuclear afete diretamente as células. A mudança na estrutura química dos elementos pode representar, por exemplo, a quebra da cadeia de DNA.

A medicina atual ainda não sabe dizer se existe uma quantidade limite de radiação à qual o corpo deva ser exposto para que tais efeitos possam desenvolver o câncer.

“O órgão não sabe o que é radioativo ou não, ele metaboliza o elemento químico”

Regina Bitelli Medeiros, especialista em física médica

Incorporação

A exposição aos raios não é o único risco ao qual o corpo humano está sujeito em relação à radioatividade. É ainda mais importante evitar que as pessoas incorporem material radioativo. A forma mais comum de isto acontecer é pela inalação de gases que se misturam à atmosfera depois de um vazamento.

"O órgão não sabe o que é radioativo ou não, ele metaboliza o elemento químico", explica Medeiros.

Um dos elementos que representa maior ameaça neste sentido é o iodo. O corpo humano precisa dele para que a tireoide funcione normalmente e tende a absorver as partículas de iodo radioativo que ficam suspensas no ar. Para evitar que isto ocorra, estão sendo dadas pílulas de iodo não-radioativo à população. Desta forma, o corpo fica saturado do elemento e, mesmo se ele for inalado na forma radioativa, não será absorvido.

Diferença da bomba

Aquilino Senra explica que o derretimento de um reator nuclear não mata pessoas como uma bomba. "O que mata mesmo na bomba nuclear não é a radiação. É a onda de choque, depois a onda de calor e por último a radiação", explica Senra.

"A intensidade de material radioativo em uma bomba nuclear é muito maior, porque a energia dispendida é muito grande e não tem nenhuma barreira. Já um reator tem quatro barreiras contra a liberação de material nuclear no ambiente", afirma. "Não é a mesma coisa", tranquiliza.

Segundo Senra, a retirada das pessoas de volta da área da usina já contém o risco para a saúde. Quem está fora da área isolada não corre perigo, segundo ele.

Texto Retirado da Reportagem de Marília Juste e Tadeu Meniconi, disponível em: <<http://glo.bo/hMgIyA>>, acesso 26 de Junho de 2018

Após o debate realizado sobre o texto anterior, entregar aos alunos **Roteiro de Pesquisa II**, este roteiro será realizado parte em sala e parte em casa. Em sala de aula, será reproduzido parte do vídeo que será selecionado pelo professor, onde é apresentado apenas alguns pontos para complementação dos textos anteriormente,

será promovido também um pequeno debate sobre o vídeo na tentativa de correlaciona-lo aos textos aplicados em sala. Com relação a atividade para casa, será a confecção de relatório para ser entregue na aula 6.

Roteiro Pesquisa II

Objetivo: Identificar os efeitos da radiação na matéria.

Esta atividade tem a intenção de estabelecer que efeitos as radiações podem causar na matéria, neste caso, nos seres vivos. Para isso, os alunos irão assistir o vídeo parte do vídeo sobre Hiroshima e a bomba atômica da BBC disponível em:

<<https://drive.google.com/open?id=1XkkB1n3FhARQIySesZoQIVglP6Ak6fWv>>

Vídeo Original: <https://www.youtube.com/watch?v=Y_AmWjPPZgl>

Após assistir o vídeo desenvolver síntese baseando-se nas orientações abaixo.

Material

- Vídeos Hiroshima - Depois da Bomba

Orientações para desenvolvimento de relatório

- 1) Assistir ao vídeo e anotar os efeitos observados na matéria que a explosão e as radiações provenientes causaram na população local.
- 2) Pesquisar sobre as consequências de curto, médio e longo prazo na região atingida.
- 3) Escrever uma pequena conclusão a respeito da discussão feita pelo grupo.

Após a reprodução do vídeo apresentado acima, dividir a sala em grupos de três a cinco alunos afim de discutir sobre o texto que segue e após o mesmo responder os questionários. Os grupos serão divididos pelo professor, na tentativa de colocar alunos que possuem um melhor desempenho no conteúdo, e alunos que ainda possuem dificuldade, a fim de melhorar o desempenho de todos. Após a leitura, promover debate entre os grupos, de modo que dois grupos interajam entre si, proporcionando assim uma troca

de conhecimentos e informações, além de aprofundar na análise sobre o texto, abordando assim diferentes análises e diferentes compreensões.

LEITURA I

Entregar aos alunos o texto abaixo, para ser debatido entre os alunos.

Texto roteiro de Leitura I

Detectores de Radiação

Detectores Naturais

Muitas vezes não percebemos como nosso corpo é uma máquina fantástica, e certamente o é, pois até os dias de hoje, ainda não conseguiram criar “algo” que se comparasse a ele. Nosso corpo é tão sofisticado que é dotado de sensores, ou melhor, detectores naturais que conseguem verificar a presença de diferentes tipos de radiações. Por exemplo, ao acordarmos pela manhã, abrindo os olhos, podemos verificar a presença da luz visível que entra pela janela, que nada mais é como já visto anteriormente, um tipo de radiação eletromagnética. Através da nossa pele, conseguimos detectar um outro tipo de radiação eletromagnética, a radiação infravermelha, ou melhor, a radiação térmica. Isso é fácil de ser percebido principalmente quando estamos com alguma região do nosso corpo descoberta e recebendo os raios solares diretamente na pele. Ela nos transmite a sensação térmica de quente, uma vez que esse sentido detectou isso.

Assim, temos um conjunto de mecanismos que permite a interação com o mundo ao nosso redor e percebê-lo através das mais diferentes experiências, seja através do contato físico com as coisas, ou simplesmente pelo ato de senti-las.

Detectores Artificiais

Embora muitas radiações não possam ser detectadas por nossos sentidos, existem instrumentos apropriados que permitem detectar essas radiações, principalmente radiações constituídas de partículas e fótons (raios γ) que são emitidos quando um núcleo radioativo decai. Esses instrumentos detectam a ionização causada por essas partículas e fótons ao atravessarem substâncias sólidas, líquidas ou gasosas. Entre os detectores de radiação mais usados podemos citar o **Contador Geiger** e o **Cintilador**.

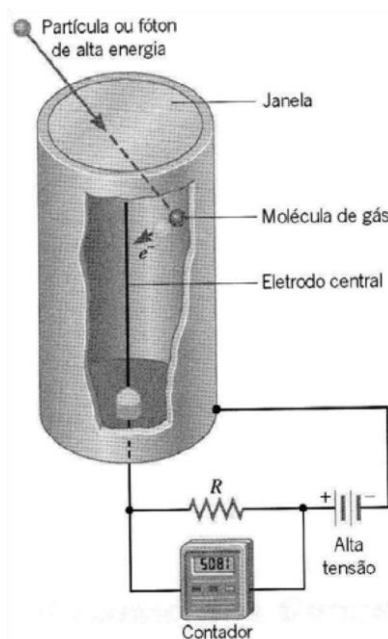
Contador Geiger

Este é o detector de radiação mais conhecido. Também é chamado de Contador Geiger-Müller. Foi desenvolvido em 1908 por Johannes Hans Wilhelm Geiger (1882-1945), físico alemão, e aperfeiçoado pelo também físico alemão Walther Müller (1905-1979).

Consiste em um cilindro de metal cheio de gás. Os raios α , β e γ entram no cilindro através de uma janela fina situada em uma das extremidades. Os raios γ também podem penetrar diretamente através do metal. Um fio situado no eixo do cilindro é mantido a um alto potencial positivo (1000 a 3000 V) em relação à parede do cilindro. Quando uma partícula ou fóton de alta energia penetra no cilindro, colide com uma molécula do gás, ionizando-a. O elétron arrancado da molécula é acelerado pelo fio positivo e adquire energia suficiente para ionizar outras moléculas. Com isso, novos elétrons são arrancados, e uma avalanche de elétrons atinge o fio, produzindo um pulso de corrente no resistor R do circuito externo. Esse pulso pode ser contado eletronicamente ou ser usado para produzir um "clique" em um alto-falante. O número de contagens ou cliques é proporcional ao número de desintegrações que produziram as partículas ou fótons.

Na figura ao lado temos o esquema de um contador Geiger.

Figura 4.13. Contador Geiger



Fonte: Souza (2009)

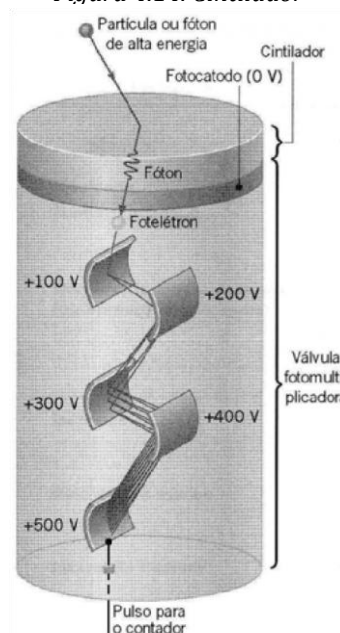
Cintilador

O cintilador é outro detector de radiação muito utilizado. Esse instrumento é constituído por um cintilador e uma válvula fotomultiplicadora. Em geral, o cintilador é um cristal (iodeto de cézio, por exemplo) que contém uma pequena concentração de uma impureza (tálio, por exemplo), mas também são usados cintiladores plásticos, líquidos e gasosos.

Quando é submetido a uma radiação ionizante, o cintilador emite fótons de luz visível. Esses fótons incidem no fotocatodo da válvula fotomultiplicadora. O fotocatodo é feito de um material que emite elétrons ao ser bombardeado com fótons. Esses fotoelétrons são atraídos para um eletrodo especial mantido a uma tensão positiva de aproximadamente 100 V em relação ao fotocatodo.

O eletrodo é revestido com uma substância que emite vários elétrons para cada elétron que recebe. Esses elétrons são atraídos para um segundo eletrodo do mesmo tipo, mantido a uma tensão de 200 V em relação ao fotocatodo, que produz um número ainda maior de elétrons. As válvulas fotomultiplicadoras comerciais podem conter até 15 desses eletrodos especiais. Como no contador Geiger, os elétrons produzidos em um cintilador constituem um pulso de corrente que pode ser contado eletronicamente.

Figura 4.14. Cintilador



Souza (2009)

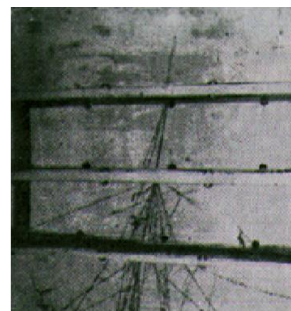
Observando a Trajetória das Radiações

Vários instrumentos podem ser usados para observar a trajetória das partículas emitidas por núcleos instáveis. Podemos citar entre estes instrumentos: a **câmara de nuvens**, a **câmara de bolhas** e as **emulsões fotográficas**.

Câmara de Nuvens

Na câmara de nuvens, um gás é resfriado até o ponto em que está prestes a se condensar. Quando uma partícula de alta energia, como uma partícula α ou uma partícula β , atravessa o gás, os íons produzidos se comportam como núcleos de condensação, e uma série de gotas é formada ao longo da trajetória da partícula. Na figura ao lado temos a fotografia da trajetória de uma partícula ao atravessar uma câmara de nuvens.

Figura 4.15. Câmara de Nuvens

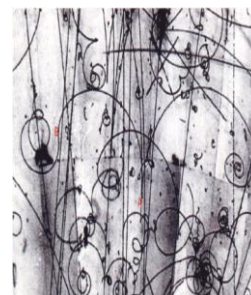


Fonte: Sousa (2009)

Câmara de Bolhas

A câmara de bolhas funciona de forma semelhante a câmara de nuvens. A principal diferença é que ela contém um líquido prestes a entrar em ebulição. Nesse caso, pequenas bolhas se formam ao longo da trajetória da partícula. As trajetórias que aparecem em uma câmara de bolhas podem ser fotografadas para que haja um registro permanente do evento. A figura ao lado mostra uma fotografia dos rastros de partículas em uma câmara de bolhas.

Figura 4.16. Câmara de Bolhas

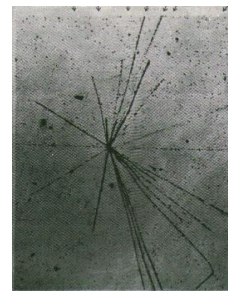


Souza (2009)

Emulsões Fotográficas

Para tornar viável a utilização dos raios cósmicos, única fonte de partículas de alta energia disponível até meados da década de 50, foi necessária a criação das emulsões fotográficas. Os íons formados quando a partícula atravessa a emulsão fazem com que sejam depositados grãos de prata ao longo da trajetória quando a emulsão é revelada. A figura ao lado mostra a fotografia do rastro de uma partícula separada em forma de estrela em uma emulsão.

Figura 4.17. Emulsões Fotográficas



Souza (2009)

César Lattes e o méson pi

A detecção de uma das partículas que interagem entre prótons e nêutrons no interior do núcleo atômico chama-se méson π ou píon. Ela foi proposta teoricamente pelo físico japonês H. Yukawa em 1937 sendo detectada somente em 1947, ou seja, dez anos após sua especulação. O físico brasileiro Cesar Lattes foi um dos principais envolvidos na detecção dessa partícula. Tal fato foi um dos motivos que proporcionou um grande e rápido desenvolvimento para a Física e para as Ciências no Brasil na época.

Dentre seus trabalhos realizados, dois se destacaram tanto pela importância para a Física de Partículas da época quanto pela repercussão: a participação na descoberta do píons através dos raios cósmicos, em colaboração com G. Occhialini e C.F. Powell (ganhador do prêmio Nobel em 1950) na Universidade de Bristol, Inglaterra e em 1948, na detecção do méson pi utilizando um acelerador de partícula construído em Berkeley, Estados Unidos.

Antes de passarmos diretamente para os trabalhos realizados por Lattes, vamos buscar entender um pouco o método que ele trabalhava.

As emulsões nucleares nos raios cósmicos

A emulsão fotográfica comum é um instrumento de registro contínuo, podendo guardar nas imagens latentes (antes de serem reveladas), todos os eventos que a sensibilizaram a partir do momento em que é exposta à radiação cósmica. O problema é de tornar um filme fotográfico comum sensível à trajetória de uma

partícula ionizante. Para isso, é necessário aumentar a quantidade de sais de prata no filme a ser revelado. É a precipitação da prata metálica induzida pela luz que torna visível a imagem dos objetos fotografados. Esse problema foi sendo progressivamente resolvido até que em 1946 os físicos já dispunham de um novo instrumento sensível aos traços de partículas carregadas: as emulsões nucleares (basicamente consiste em um filme fotográfico acrescido de sais de prata).

A descoberta em Bristol

Lattes foi levado a Bristol por Occhialini que já havia trabalhado com Lattes na USP construindo câmaras de detecção de partículas. Occhialini trabalhava com Powell (Nobel em 1950 pela descoberta do méson π) em Bristol. O laboratório onde trabalhava estava recrutando alunos para trabalharem nessa descoberta. Devido ao incentivo do governo inglês no esforço de guerra, os jovens cientistas ingleses não se interessaram em participar de trabalhos dessa natureza. Assim, Occhialini sugeriu a C. Powell que recrutasse o brasileiro.

A “sacada” de C. Lattes foi exatamente em identificar esse composto (tetraaborato de sódio - bórax) que, misturado às emulsões, tornavam capazes de alongar em muito tempo a retenção das imagens. Isso viabilizava as exposições de longa duração necessárias para a detecção de partículas nos raios cósmicos. Após exposição frustrada das chapas nos Pirineus, a

2.800m de altitude, por Occhialini, Lattes expôs as chapas no Monte Chacaltaya nos Andes Bolivianos (5500m de altitude por ter menos ar na atmosfera) possibilitando detectar nos rastros deixados nas emulsões o méson π . A radiação cósmica consiste basicamente de fragmentos microscópicos de corpos celestes (sol, explosões de estrelas, etc.) eletricamente carregados que possuem alta energia. São íons de diversos átomos que penetram na atmosfera terrestre.

A descoberta em Berkeley

Os trabalhos em Bristol não mostraram conclusivamente que o méson π fosse uma partícula nuclearmente ativa, ou seja, que ao incidir um feixe de partículas contra prótons e nêutrons em um alvo de carbono, eram criados e emitidos mésons através dessas colisões. A demonstração experimental mostrou que essa partícula tinha forte interação com a matéria nuclear. Entretanto, isso ocorreu somente um ano

depois, quando E. Gardner e C. Lattes aceleraram partículas, formando um feixe de 380Mev através de um sincrociclotron (acelerador de partículas). Com essa energia, foi possível detectar o méson pi, registrando sua trajetória em emulsões nucleares colocadas no interior do equipamento. Por mais de um ano, os físicos de Berkeley não haviam conseguido detectar os mésons por desconhecimento do método apropriado de utilização das emulsões nucleares e porque procuravam uma partícula mais leve que os mésons. Os mésons não existem normalmente no interior dos núcleos, eles são criados e emitidos durante colisões de projéteis externos com prótons e nêutrons dos núcleos. No momento de sua descoberta foram tidos como os únicos agentes das forças nucleares.

Dessa forma C. Lattes e o méson pi foi considerado pela opinião pública brasileira como um símbolo de esperanças coletivas, uma vez que a Física em meados do século passado estava associada à ideia de progresso e se traduzia, nos países atrasados, como aliada na luta contra o subdesenvolvimento.

EXERCÍCIOS DE FIXAÇÃO

- 1-) Que detectores naturais de radiação nossos corpos possuem?
- 2-) Diferencie a câmara de nuvens da câmara de bolhas.
- 3-) A chapa fotográfica também pode ser considerada um tipo de detector de radiação? Que tipo de radiação ela pode detectar?
- 4-) É possível que uma pessoa com os olhos fechados e com as mãos cobertas com luvas, consiga detectar a luz solar ao ser exposta a ela? Por quê?
- 5-) De acordo com o texto, qual foi o principal papel do brasileiro Cesar Lattes na detecção dos mésons? O que você acha que tal descoberta representou para a Ciência e para a Física brasileira da época?
- 6-) Você já tinha ouvido falar em algum trabalho de um físico brasileiro? Em caso positivo, qual? Se não, por que acha que isso acontece? Justifique sua resposta!

• AULA 5 - Radiação no Brasil

Iniciando a quinta aula de nosso plano de ensino, vamos realizar um momento de reflexão sobre o relatório de pesquisa I, para que possa ser efetuada as devidas correções, com isso teremos o recolhimento do relatório de pesquisa II, assim como recolher a versão final do relatório final de experimento I com as devidas Correções conforme conversado anteriormente. Esse debate é de suma importância para que haja um melhor aproveitamento nas correções.

Logo após o debate, iremos corrigir e analisar as atividades de fixação propostas no último texto da aula anterior aos alunos, efetuando rápidos debates e reflexões sobre os mesmos.

Após todo o ato inicial de nossa aula, iremos então dar início a debates referente aos textos que se seguem abaixo:

TEXTO I - REFLEXÃO AULA 5

LIXO NUCLEAR DE EXTINTA MINA DE URÂNIO OCUPA ÁREA DE CEM MARACANÃS

Em Minas Gerais, toneladas de lixo radioativo preocupam ambientalistas, o Ministério Público e moradores de uma região no sul do estado. Há mais de duas décadas os rejeitos são mantidos no local.

A área é do tamanho de cem estádios do Maracanã. É o que restou da primeira mina de urânio que foi explorada no Brasil. Bacias de contenção de rejeitos, lama com resíduos radioativos na cava da mina, uma fábrica de beneficiamento de minério desativada, e mais: milhares de toneladas de misturas contaminantes que contêm urânio, tório, rádio. Hoje tudo que é feito lá é para monitorar e evitar mais problemas ambientais. Só para empresas terceirizadas foram pagos mais de R\$ 700 mil nos primeiros sete meses de 2017. Dinheiro público.

Foram 13 anos de extração de urânio. Em 1995, a empresa responsável, que é pública, a INB - Indústrias Nucleares do Brasil - concluiu que a atividade não era mais viável economicamente. De lá para cá, se passaram 22 anos, toda a área com os rejeitos radioativos deveria ter sido recuperada, descontaminada. Não foi. São mais

de 12.500 toneladas de resíduo. As regras para o armazenamento desse material perigoso são rígidas.

O Ibama já tinha constatado parte da cobertura dos galpões feita apenas com lona, depois de uma ventania em 2015. Em nota, a INB informou que o problema foi corrigido definitivamente no começo deste ano. E essas imagens feitas agora mostram um pedaço descoberto no local onde o resíduo foi enterrado.

A fiscalização dessas áreas com radiação é responsabilidade da Comissão Nacional de Energia Nuclear, a CNEN, que encontrou mais irregularidades. A comissão determinou, em 2016, uma melhor manutenção dos galpões e exigiu correções, porque detectou deterioração e queda de recipientes, corrosão de estruturas metálicas, danos à tubulação. Também estabeleceu a substituição de telhas.

Em 2017, a CNEN verificou que as exigências não foram cumpridas. Não foi a primeira vez, como explica o promotor de Caldas. “Historicamente, desde quando se encerraram as atividades, ela vem ignorando muitas dessas orientações desses órgãos. E isso pode custar um preço caro à sociedade local, ao meio ambiente, a todo o ecossistema”, disse o promotor José Eduardo de Souza Lima.

Nas áreas de descarte do processo de extração, a água que escorre sai ácida. Para tratar, a empresa usa cal. Milhares de toneladas por ano. O Ministério Público estadual e também o federal entraram com ações contra a INB por não ter recuperado, até agora, a área degradada.

A primeira reação da empresa sobre isso foi em 2012. Apresentou um primeiro projeto de recuperação do local. Pelo último balanço de gestão da INB, a empresa não gastou um centavo no projeto de recuperação em 2016. A CNEN defende o fechamento definitivo da unidade. “É uma questão ambiental, mas também econômica. Você tem que investir recursos para poder fazer todos esses controles, então, tem um dispêndio orçamentário por parte da INB e, consequentemente, do governo federal em uma instalação que não está gerando receita”, explica Antônio Luiz Quinelato, coordenador do laboratório CNEN de Poços de Caldas.

Um relatório da própria INB calcula que recuperar a área vai custar cerca de US\$ 500 milhões, mais de R\$ 1,5 bilhão em 40 anos, e conclui que será necessário criar um modelo de financiamento, porque a INB não tem orçamento para isso.

O Ibama informou que o projeto de recuperação da área está em fase de estudo, mas não há prazo para conclusão. A INB - Indústrias Nucleares do Brasil - afirma que faz inspeções periódicas nos galpões e nas bacias de contenção de rejeitos radioativos e descarta o risco de contaminação do solo e da água da região.

Fonte: Reportagem G1, retirada e disponível em: <https://glo.bo/2f3ioWT>, acesso em 26 de Junho de 2018

Texto II - A guerra de Guarapari

O potencial das areias monazíticas brasileiras foi descoberto ainda no final do século XIX. Várias publicações apontam o engenheiro americano John Gordon como o primeiro a olhar para as areias das praias do sul da Bahia e perceber uma diferença de coloração com relação a outros lugares do litoral. Gordon, funcionário da empresa britânica de exportação de café Edward Johnston & Co., recolheu amostras da areia e as enviou para o professor francês Henrique Gorceix, fundador e então diretor da conceituada Escola de Minas de Ouro Preto. Após análise, Gorceix informou em relatório que as areias continham algum tipo de minério, mas desconhecia qualquer uso industrial.

De posse do relatório, John Gordon foi à Europa procurar interessados em comprar o tal mineral brasileiro e encontrou o austríaco Carl Auer von Welsbach, criador de um sistema de lâmpadas incandescentes a gás que iluminou a Europa durante vários anos. Ele descobriu que o óxido de tório era o melhor material para produzir uma luz forte e duradoura, e encontrou em John Gordon o grande vendedor de areia.

Enquanto a iluminação elétrica ainda dava os primeiros passos na Europa, tanto a Auer Light quanto diversas outras empresas europeias que fabricavam luminárias a gás passaram a encomendar areia monazítica para a retirada do tório. Na época, a maior parte da areia era extraída no balneário de Cumuruxatiba, na região de Prado, Sul da Bahia.

John Gordon viu uma oportunidade de negócios e conseguiu do governo brasileiro autorização para mapear e identificar em que locais da costa havia a ocorrência desse tipo de areia e explorá-la.

O sistema de iluminação criado por Carl Auer usava óxido de tório, derivado da monazita. As lâmpadas eram usadas na iluminação pública de grande parte da Europa.

O sistema de iluminação a gás criado pelo austríaco Carl Auer usava óxido de tório, derivado da monazita. A demanda pela areia brasileira aumentou bruscamente. As lâmpadas eram usadas na iluminação pública de grande parte da Europa e também dos Estados Unidos. O principal vendedor, John Gordon, retirava areia do Sul da Bahia e fugia dos impostos atuando na clandestinidade. Muitas vezes encheu navios declarando que a areia serviria apenas como lastro.

A reportagem do Gazeta Online encontrou registros de jornais brasileiros que relatam, entre 1880 e 1910, atos do Poder Executivo brasileiro concedendo a John Gordon inúmeras porções de terra com areia monazítica. Há registros também de acusações contra o americano por ter subornado governantes e tomado terras de outros homens, sobretudo no Sul da Bahia. Para convencer o governo de que sua proposta era vantajosa, ele alegava que as areias eram um bem infinito, com grande potencial de exploração e sem grandes impactos à natureza. Seja por má-fé ou falta de conhecimento técnico, as autoridades brasileiras acabaram aceitando as propostas de Gordon, que pagava menos pela posse das terras do que os antigos donos. Ele também ficou milionário com a exploração.

AREIA CAPIXABA

A areia monazítica de Guarapari só foi descoberta em 1898 e, oito anos depois, foi instalada a empresa franco-brasileira Société Minière Industrielle Franco-Brasilienne.

A “Minière”, que funcionava à beira do porto de Guarapari – onde hoje existe uma praça – retirava areia monazítica da praia e do fundo do mar e separava, através de eletroímãs e lavagem, a monazita (dourada), a ilmenita (preta), a zirconita (cinza) e a granada (vermelha). O material era ensacado e carregado em navios com destino à França.

CONTRABANDO E “TESTAS-DE-FERRO”

Contando com o monopólio da exploração de monazita no Brasil e gerenciando a extração das areias de Cumuruxatiba e Prado, na Bahia, John Gordon colocava

“testas-de-ferro” para liderar a empresa em Guarapari. Diversos registros, no entanto, colocam em dúvida a legalidade das suas atividades.

Segundo a pesquisadora Beatriz Bueno, John Gordon explorou e exportou ilegalmente areias monazíticas das praias de Guarapari dentro de navios, disfarçadas de lastro. “Diversas embarcações que não tinham nada para fazer em Guarapari estacionavam na nossa praia e pegavam a areia com a desculpa de fazer peso nos porões. Nós fomos saqueados durante anos”, conta Beatriz. A prática de encher navios vazios de areia já era feita por Gordon no Sul da Bahia.

Os navios Mercator e Fijord foram presença fiel no porto de Guarapari durante as várias décadas de exploração da areia monazítica. O jornal carioca Última Hora, em reportagem sobre a extração ilegal das areias em 1948, conversou com moradores de Guarapari que confirmaram que as duas embarcações, a primeira de bandeira sueca e a segunda norueguesa, aportavam regularmente no cais e eram carregados com sacos de areia monazítica sem qualquer fiscalização.

No acordo com o Brasil, a empresa pagava 4% do preço de exportação ao nosso governo. Porém, o governo de Guarapari arcava com parte dos custos de extração. Sobrava, então, pouco mais de 1% do preço da venda para o município.

Além disso, a areia que seguia para a Europa e Estados Unidos eram declaradas a preços três vezes mais baixos do que o praticado pelo mercado internacional. No início do século XX, o quilo do nitrato de tório era vendido a US\$ 500 nos Estados Unidos. Com a areia brasileira clandestina, o preço caiu drasticamente.

Ao jornal Imprensa Popular, em 1956, o Deputado capixaba José Cupertino de Almeida denunciou a baixa taxa de impostos cobrados pela exploração da areia monazítica de Guarapari. “É doloroso registrar que o município de Guarapari possui uma das maiores reservas de minerais atômicos do mundo e, no entanto, é um dos municípios mais pobres do país”.

A ORIGEM DO INTERESSE ATÔMICO

Com a popularização da energia elétrica, a partir de 1920, a exportação da monazita sofreu uma queda, até que as pesquisas sobre energia atômica se intensificaram no período da Segunda Guerra Mundial e na Guerra Fria. A monazita

foi, então, recolocada em evidência por conter tório, elemento radioativo do qual é possível fabricar o urânio-233.

Fonte: Reportagem Gazeta Online, retirada e disponível em: <<https://especiais.gazetaonline.com.br/bomba/>>, acesso em 26 de Junho de 2018

TEXTO III - REFLEXÃO AULA 5

Acidente com Césio-137 em Goiânia

No mês de setembro de 1987, provavelmente no dia 13, teve início o que foi considerado o maior acidente radioativo do Brasil e o maior acidente radioativo do mundo fora de usinas nucleares: o acidente com Césio-137 em Goiânia.

O Césio-137 é um isótopo radioativo do elemento químico césio que é usado em equipamentos de radiografia. Ele era usado na forma de um sal — o cloreto de césio (CsCl) — pelo antigo Instituto Goiano de Radioterapia (IGR), que o guardava dentro de uma bomba ou cápsula revestida de uma caixa protetora de aço e chumbo.

Quando esse hospital foi desativado, os rejeitos radioativos não receberam o destino adequado, mas ficaram entre os escombros. Com isso, essa cápsula com césio foi encontrada por dois sucateiros, que a violaram e venderam-na para um ferro-velho, cujo dono era Devair Alves Ferreira

No ferro-velho, Devair abriu a caixa que continha a cápsula a fim de aproveitar o chumbo, mas ao fazer isso ele liberou para o meio ambiente cerca de 19 g de cloreto de césio-137.

Esse acidente mostrou o quanto pode ser perigoso a manipulação sem conhecimento e preparo de materiais radioativos. Esse sal emite um brilho azulado muito bonito, o que encantou o dono do ferro-velho que acabou distribuindo o material a amigos e familiares. Alguns chegaram até mesmo a passar o cloreto de césio-137 na pele.

O irmão de Devair, Ivo Alves, levou um pouco do material radioativo para casa, e sua filha, Leide das Neves Ferreira, brincou com ele e depois foi comer sem ter lavado as mãos, ingerindo pequenas quantidades de césio-137.

Em virtude da falta de conhecimento da população, dezenas de pessoas foram contaminadas, e os primeiros sintomas que apareceram apenas algumas horas depois foram náuseas, vômitos, tontura e diarreia.

A esposa de Devair suspeitou do material e levou partes da bomba para a sede da Vigilância Sanitária. No dia 29 de setembro de 1987 foi dado o alerta de contaminação radioativa. Em 23 de outubro, Leide das Neves morreu, passando a ser considerada a maior fonte humana de radiação. Ela, que teve que ser enterrada em um caixão de chumbo, tornou-se símbolo dessa tragédia que os moradores de Goiânia nunca esqueceram.

A partir de então, teve início uma força-tarefa para remover os objetos contaminados e tratar as vítimas. Os dados apontam que 249 pessoas foram examinadas e, destas, 22 foram isoladas em razão da alta taxa de contaminação. Passaram a receber monitoramento 129 pessoas, e 14 estavam com um quadro clínico muito grave. Houve quatro vítimas fatais poucas semanas depois: a primeira foi Leide das Neves, conforme já dito; a segunda foi sua tia, esposa de Devair, Maria Gabriela Ferreira; e os outros dois foram jovens de 18 e 22 anos que eram funcionários do ferro-velho. Devair foi tratado no Hospital Navarro Marcílio Dias, no Rio de Janeiro, mas morreu sete anos depois.

Para entender como é feito o processo de descontaminação, leia o texto Descontaminação de pessoas que entram em contato com a radioatividade.

Os rejeitos do acidente com césio-137 chegaram a um volume de sete toneladas, que foram colocadas em tambores envoltos por concreto e depositadas em Abadia de Goiás, a 25 km do centro de Goiânia. Esses rejeitos foram colocados em uma espécie de piscina de concreto impermeabilizada que foi coberta por concreto e vegetação. Esse lixo atômico envolve plantas, animais, materiais de construção e objetos provenientes do hospital abandonado, do ferro-velho e de toda a vizinhança.

Nos anos subsequentes, outras pessoas também morreram em razão da exposição à radiação. Uma delas foi Ivo Alves, pai de Leide das Neves, que morreu 16 anos depois. Além disso, muitos carregam traços deixados pela radiação, como ocorreu com o outro irmão de Devair, Odesson Alves Ferreira, que perdeu parte da palma da mão e partes de um dedo.”

Fonte: Reportagem de Jennifer Rocha Vargas Fogaça, retirada e disponível em: <https://mundoeducacao.bol.uol.com.br/quimica/acidente-com-cesio137-goiania.htm>, acesso em 26 de Junho de 2018

Após o debate dos textos, reproduzir uma reportagem presente no link:

<https://globoplay.globo.com/v/6123510/>

Dar continuidade para fixação de conteúdo com o **Quiz Educacional**.

QUIZ EDUCACIONAL

1. Se você for um funcionário da vigilância sanitária ou trabalhar em uma farmácia ou em uma indústria farmacêutica que faz uso de material radioativo de alta intensidade, quais os principais sintomas que fariam despertar a suspeita de pessoas estarem sendo irradiadas?
2. Você vê alguma semelhança entre o acidente com a fonte de Césio-137, ocorrido em Goiânia, o acidente com o Urânio-235, em Chernobyl, e a explosão da bomba atômica de Plutônio-239, em Hiroshima?
3. Descreva algumas sugestões para que acidentes como o de Chernobyl ou o de Goiânia sejam evitados.
4. Utilizando-se da numeração de 1 a 8, ordene, por grau de responsabilidade, as personagens ou instituições abaixo, todas direta ou indiretamente responsáveis pelas consequências desastrosas do acidente de Goiânia:
 - a) Os dois catadores de ferro velho que invadiram uma propriedade particular e roubaram uma fonte radioativa de grande intensidade.
 - b) Os proprietários do instrumento de radioterapia, que podem ter negligenciado o cuidado da desativação do aparelho.
 - c) O responsável pelo serviço de radioproteção do serviço de radioterapia da Santa Casa de Goiânia, pois ele deveria fazer cumprir todas as regras do plano de radioproteção.

- d) O serviço de fiscalização do CNEN ou da Vigilância Sanitária, que se omitiu em realizar fiscalizações, transferindo uma importante atividade para terceiros.
- e) O dono do ferro velho (Devair), que distribuiu a fonte radioativa para várias outras pessoas.
- f) A ignorância das pessoas envolvidas por imaginar que os sintomas de que estavam sendo alvos eram devidos à contaminação alimentar.
- g) Despreparo das equipes médicas dos serviços de pronto socorro, que não diagnosticaram as síndromes de irradiação.
- h) O serviço de Vigilância Sanitária de Goiânia, pois negligenciou o atendimento a tempo dos radio acidentados. Mesmo num feriado, os serviços de Vigilância Sanitária deveriam manter um plantão para essas eventualidades.

Assim que concluir o QUIZ EDUCACIONAL, entregar aos alunos o roteiro de Simulador I e II, para que possa ser estudado os textos presentes no mesmo.

AULA 6 - Decaimento Alfa e Fissão Nuclear

Iniciar recolhendo os relatórios do **Relatório de Pesquisa I** com as devidas Correções, sendo essa a versão final dos relatórios. Devolver aos alunos o **Relatório de Pesquisa II** com os devidos comentário e observações para serem reelaborados corrigindo os possíveis erros.

Deve ser apresentado e entregue os relatórios e experimentos como prescrito no **Roteiro de Desafio**, entregue na aula III. Será efetuado uma breve discussão sobre os mesmos apresentando os conceitos vistos pelos alunos durante a realização da montagem do experimento e da pesquisa, assim dando continuidade à aula aplicar a turma **Roteiro Simulador**, de forma a demonstrar a funcionalidade das usinas nucleares e dos decaimento, como eles ocorrem e quais as variações são possíveis para os mesmos.

ROTEIRO SIMULADOR- REAÇÕES NUCLEARES

Objetivo: Demonstrar aos alunos o funcionamento de uma usina nuclear, abordando também o uso desse método na produção de bombas nucleares. Apresentando benefícios, assim como também os riscos e malefícios para a natureza e principalmente ao ser humano.

FISSÃO NUCLEAR

Fissão nuclear é um processo da Física que consiste na divisão do núcleo de um átomo considerado instável em dois núcleos menores, através do bombardeamento de partículas como nêutrons.

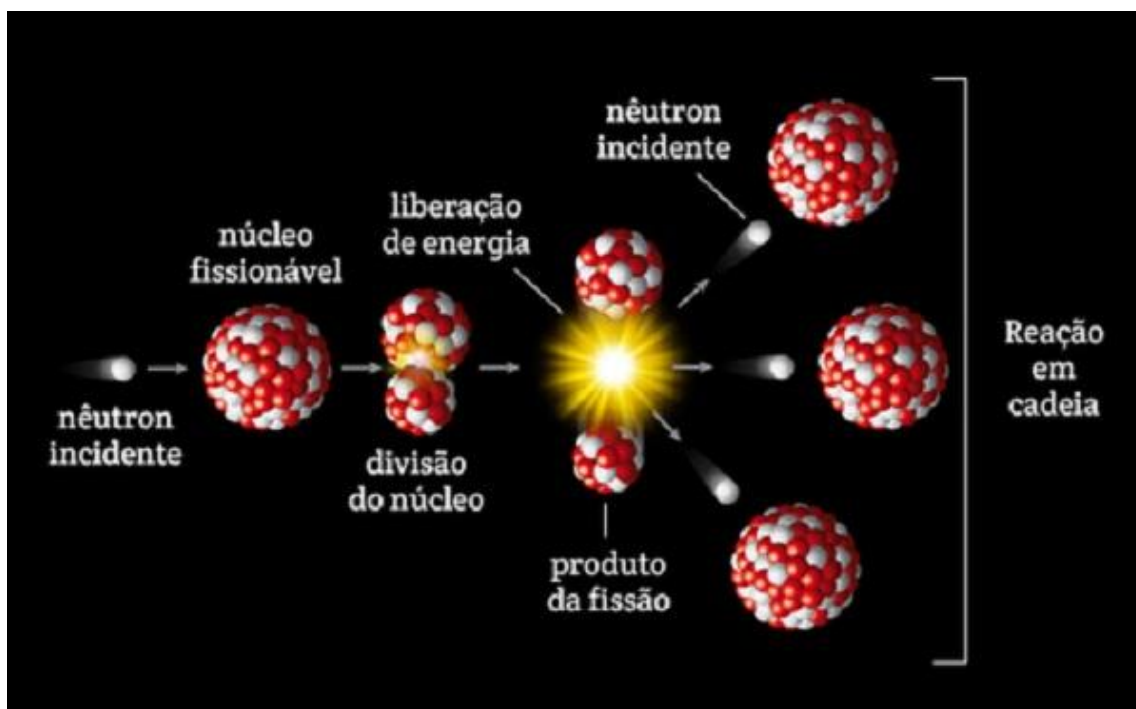
Este processo é uma reação química exotérmica e ocorre quando há grande liberação de energia. Ele é considerado uma forma de transmutação nuclear, pois os fragmentos gerados não são do mesmo elemento que o isótopo que os gerou.

Os primeiros estudos sobre o processo de fissão nuclear foram descobertos em 1939, por Otto Hahn (1879-1968) e Fritz Strassmann (1902-1980).

Este processo tem origem quando o núcleo pesado é atingido por um nêutron e após a colisão, ele libera uma imensa quantidade de energia.

Durante a colisão, são liberados novos nêutrons que irão colidir com novos núcleos, provocando sucessivas fissões de núcleos, estabelecendo assim uma reação que é denominada reação em cadeia, conforme o esquema abaixo:

Figura 4.18: Reação em cadeia



Fonte: Site < www.significados.com.br > (2018)

O processo de fissão nuclear também é importante para a produção de energia nuclear. Os reatores nucleares conseguem controlar a violência do processo de fissão, desacelerando a ação dos nêutrons para que não ocorra uma explosão. E desta forma é gerada a energia nuclear, que é considerada limpa, eficiente e não emite gases.

Um fator importante para determinar o processo de fissão nuclear é a análise da estabilidade do núcleo. Para realizá-la, é preciso calcular a razão entre o número de prótons e o número de nêutrons.

A falta de nêutrons pode tornar a distância entre prótons muito curta, que a repulsão se torna inevitável, causando a fissão do núcleo. Entretanto, a força nuclear é de curto alcance e o excesso de nêutrons pode causar uma superfície de repulsão eletromagnética insustentável, que também pode causar a fissão do núcleo.

Fissão Nuclear e Fusão Nuclear

Muitas vezes, os processos de fissão e fusão nuclear são realizados em conjunto, o que pode ocasionar alguma confusão nos seus reais objetivos.

Enquanto a fissão nuclear consiste na divisão de um átomo em dois ou mais fragmentos, por meio do bombardeamento de nêutrons, liberando uma grande quantidade de energia, a fusão nuclear consegue liberar também grandes quantidades de energia, só que pelo processo de união ou de colisão de dois átomos. Esta união é feita propositalmente.

Exemplos de fissão nuclear

O exemplo de fissão nuclear mais conhecido é a reação que ocorre com o urânio. Quando um nêutron com energia suficiente atinge o núcleo do urânio, ele libera nêutrons que poderão provocar a cisão de outros núcleos, conforme a imagem abaixo:

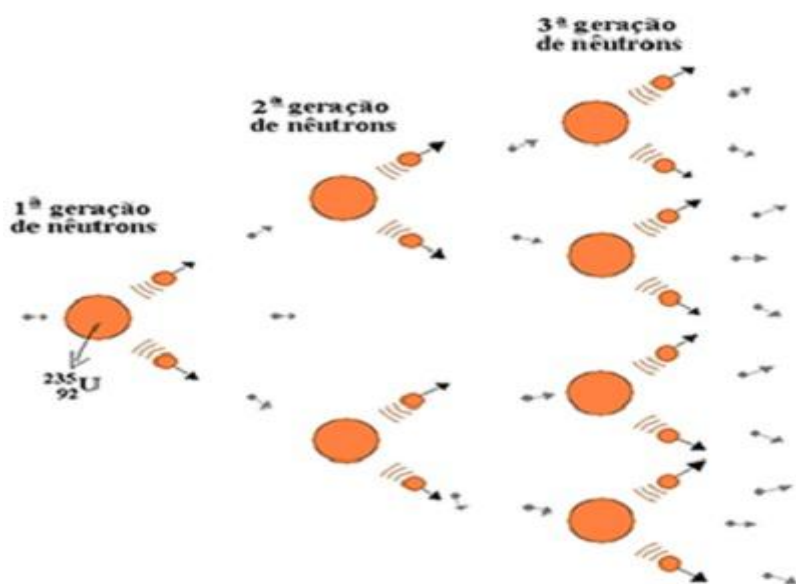


Figura 4.19: Exemplo de reação em cadeia do Urânio

Fonte: Site < www.significados.com.br > (2018)

Esta reação também é conhecida por liberar grande quantidade de energia.

Entretanto, a fissão nuclear também é utilizada em outros processos, como a radioatividade, que resulta do processo de fissão e é utilizada na medicina para tratamento de tumores e outras doenças, por exemplo.

Porém, sua maior utilização está na produção de bombas atômicas, que são originadas do processo de fusão e de fissão nucleares. Elas tem um alto poder de destruição.

Desenvolvimento

Efetuar Download através do link:

<https://phet.colorado.edu/pt/simulation/legacy/nuclear-fission>

Figura 4.20. Página inicial para download do Applet



Fonte: PhET

Através do Applet visualizar o fenômeno apresentado acima, para termos uma apresentação do que ocorre na produção das usinas nucleares e também o princípio da Bomba Atômica.

Este Applet traz para nós três opções de experimentos, são eles:

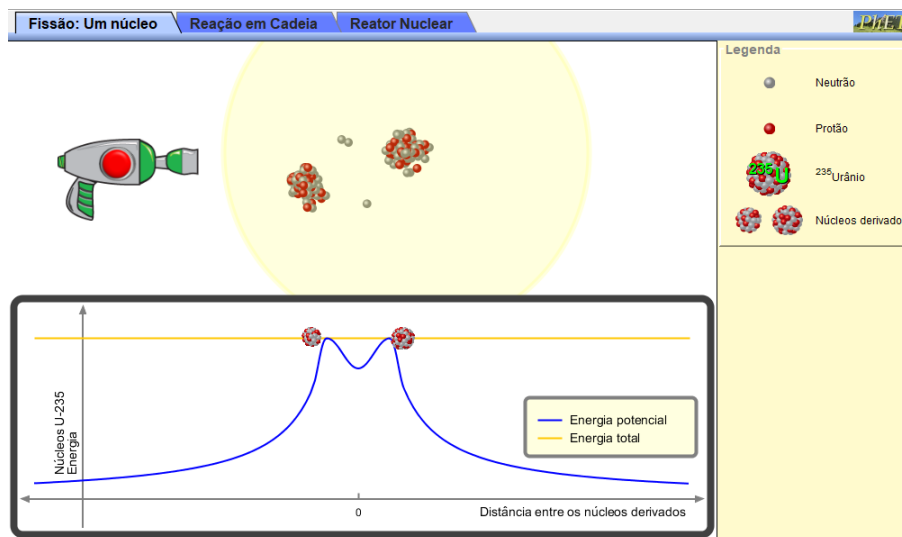
Fissão do núcleo:¹ Que demonstra a divisão do núcleo dos átomos quando bombardeados por nêutrons gerando assim novos nêutrons incidentes, assim como novos núcleos com menos potencial energético.

- Com o núcleo de urânio enriquecido, efetue o disparo de um nêutron.

¹ Nessa primeira etapa o objetivo do simulador, é de representar a Fissão do núcleo de urânio, e demonstrar aos alunos a relação da produção energética de cada núcleo e a absorção do nêutron.

- Observe a tabela que co-relaciona Energia potencial e a distancia dos nucleos filhos.

Figura 4.21. Simulador Fissão Nuclear



Fonte: PhET

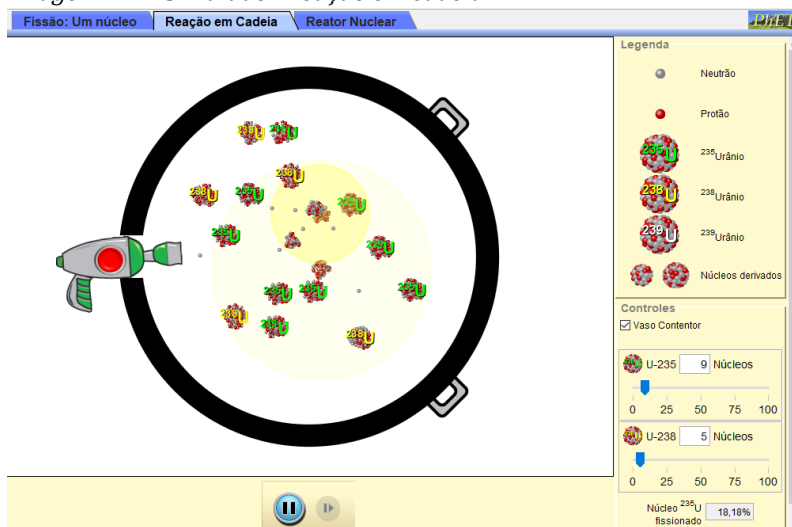
Reação e cadeia:² Assim como na fissão nuclear, há a divisão entre os átomos, porém tem a interação com outros átomos produzindo assim novos neutros incidentes e criando novamente outros núcleos filhos.

- Adicione 50 núcleos de uranio enriquecido (U-235) e efetue o disparo de um nêutron
- Após isso adicione 10 núcleos de Uranio estável (U-238), juntamente com os mesmos.

Após efetuar o experimento refaça os mesmos novamente porém agora deve-se adicionar a câmara de contenção.

² Visto a produção individual energética aqui temos a reação em cadeia, que nada mais é a fissão de vários núcleos.

Imagem 4.22. Simulador Reação em cadeia



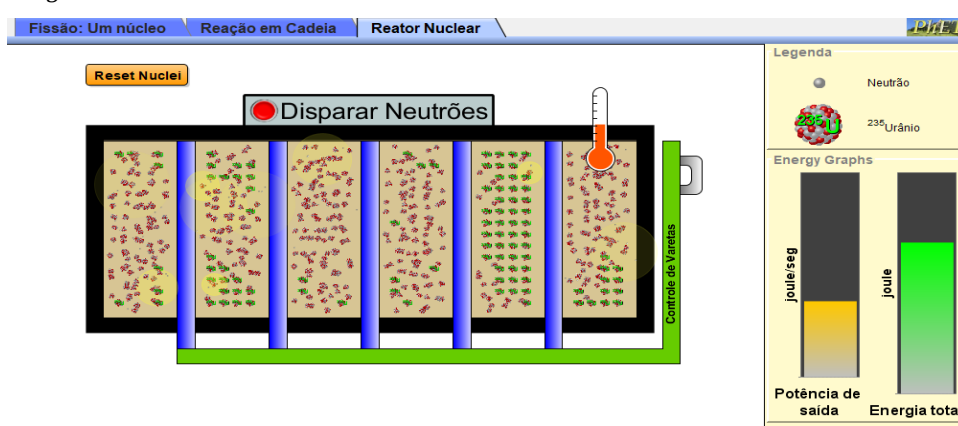
Fonte: PhET

Reator Nuclear:³ Que simula o que ocorre dentro de uma usina Nuclear, gerando assim eletricidade.

Após refazer os passos anteriores, observe agora a ação que ocorre no interior do núcleo de uma usina nuclear.

- Efetue múltiplos disparos e observe a quantidade de fissões decorrentes e a energia liberada equivalente.

Figura 4.23. Simulador Reator



Fonte: PhET

Utilizando o Applet apresentado acima e as devidas definições sobre o mesmo desenvolva um texto abordando:

³ Nesta terceira etapa, vamos efetuar uma observação direta da produção de vários núcleos e a sua devida produção energética

- Quais procedimentos são realizado por um reator nuclear de uma Usina Nuclear.
- Efetue uma pesquisa e discorra sobre o uranio, contendo as diferenciações entre núcleos enriquecidos, núcleos estáveis e a devida presença na natureza de ambos.
- Diferencie as ações ocorridas nos reatores nucleares e nas bombas nucleares.
- Quais os procedimentos que são utilizados nas usinas nucleares que impedem a explosão da mesma.
- Essa forma de energia é prejudicial a natureza?

Debate e reflexão sobre o **TEXTO** que segue, de modo a refletir sobre os Raios Alfa, Raios X e Raios Gama.

TEXTO BASE AULA 6

Características e origem das radiações

As radiações têm origem nos ajustes que ocorrem no núcleo atômico ou nas camadas eletrônicas do átomo, ou através da interação de outras radiações ou partículas com o núcleo ou átomo. As radiações alfa, beta e gama são originadas a partir de “ajustes” que ocorrem no núcleo. Os raios X de freamento são originados pela interação de partículas carregadas com o núcleo e os raios X característicos a partir da interação de partículas carregadas com elétrons das camadas eletrônicas.

Radiação alfa (α)

É uma radiação constituída por partículas subatômicas formadas por dois prótons e dois nêutrons, com carga $2+$ e com bastante energia cinética. As partículas alfa (núcleos de He) são emitidas por núcleos instáveis de elevada massa atômica, como por exemplo, urânio, tório e radônio. Estas partículas têm velocidades da ordem de um décimo da velocidade da luz. As intensidades e as energias das radiações alfa emitidas por um nuclídeo servem para identificá-lo numa amostra.

As radiações alfa são as que têm o menor poder de penetração e uma alta taxa de ionização. Para exposições externas, são inofensivas, pois não conseguem

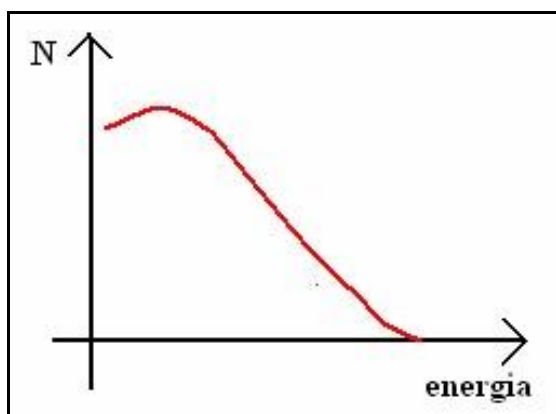
atravessar as primeiras camadas epiteliais. Porém, quando os radionuclídeos são ingeridos ou inalados, por mecanismos de contaminação natural ou acidental, as radiações alfa, quando em grande quantidade, podem causar danos significativos na mucosa que protege os sistemas respiratório e gastrointestinal e nas células dos tecidos adjacentes. Nesse caso, o corpo da pessoa contaminada passa a ser uma fonte radioativa.

Radiação beta (β)

Consiste de um elétron (β^-) ou pósitron (β^+) emitido pelo núcleo na busca de sua estabilidade, quando um nêutron se transforma em próton ou um próton se transforma em nêutron, respectivamente, acompanhado de uma partícula neutra de massa desprezível, denominada de neutrino.

A figura 1 representa o espectro contínuo de energia do decaimento beta para N elétrons detectados. Este espectro apresenta valores de energia variáveis desde zero até um valor máximo, pois ela é compartilhada aleatoriamente entre o elétron ou pósitron emitido e o neutrino. O valor máximo de energia está relacionado ao núcleo radioativo onde ocorreu a transição.

Figura 4.23. Espectro de energia do decaimento beta



BUSHONG, S. C (1993)

O poder de penetração destas partículas é pequeno e depende de sua energia. Para o tecido humano, consegue atravessar espessuras de alguns milímetros, podendo ser usada em procedimentos médicos na superfície da pele, mas pode ser detida com uma folha de alumínio com 1 mm de espessura.

Radiação gama (γ)

É uma radiação emitida pelo núcleo atômico com excesso de energia (em um estado excitado) após transição de próton ou nêutron para nível de energia com valor menor, gerando uma estrutura mais estável. Por depender da estrutura nuclear, a intensidade e a energia com que é emitida permite caracterizar o radioisótopo. É uma radiação bastante penetrante e, conforme sua energia, capaz de atravessar grandes espessuras. Assim, a radiação gama é bastante utilizada em aplicações médicas de radioterapia e aplicações industriais, como medidores de nível e gamagrafia. A energia emitida na radiação gama tem valores bem definidos e está relacionada aos valores de energia inicial (estado excitado) e do nível final a ser alcançado na transição (estado fundamental).

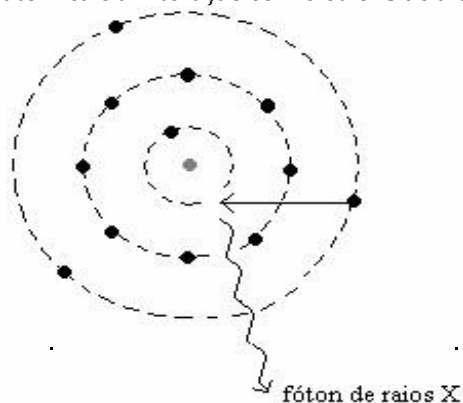
Raios X

Os raios X utilizados nas aplicações técnicas são produzidos nos tubos de raios X, os quais consistem, basicamente, em um filamento que produz elétrons por emissão termiônica (catodo), que são acelerados fortemente por uma diferença de potencial elétrica (kilovoltagem) até um alvo metálico (anodo), onde colidem. A maioria dos elétrons acelerados são absorvidos ou espalhados, produzindo aquecimento no alvo. Cerca de 5% dos elétrons sofrem reduções bruscas de velocidade, e a energia dissipada se converte em ondas eletromagnéticas, denominadas de raios X.

Ao se desligar um aparelho de raios X, ele não produz mais radiação e, portanto, não constitui um equipamento radioativo, mas um gerador de radiação. Qualquer material irradiado por raios X, para as aplicações mais conhecidas, não fica e nem pode ficar radioativo, muito menos os locais onde são implementadas as técnicas de raios X, como consultórios dentários, salas de radiodiagnóstico ou radioterapia.

A figura 4.24 representa a incidência de elétrons de alta energia sobre um átomo, onde a interação com elétrons orbitais dos átomos do alvo causa ionização, através da remoção dos elétrons orbitais. O modelo de átomo aqui representado é o modelo de Bohr, que é um modelo ainda semiclássico, mas que descreve bem as transições eletrônicas entre níveis de energia.

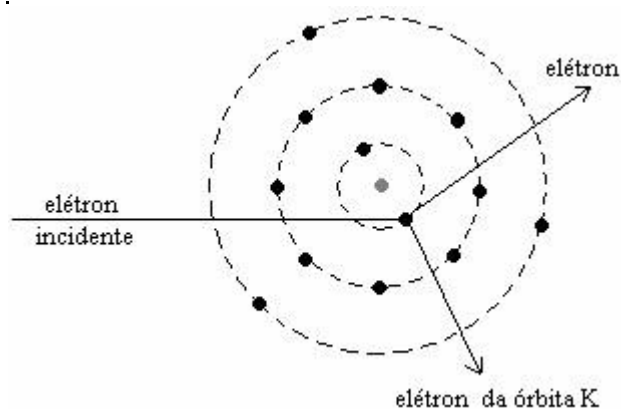
Figura 4.24. Representação artística da estrutura atômica e a interação com elétrons de alta energia



FONTE: BUSHONG, S. C (1993)

Conforme podemos ver na figura 4,25, os elétrons das camadas mais externas “descem” para estas órbitas mais internas, ocupando o espaço vazio das camadas inferiores e emitindo fótons de energia característica (radiação característica).

Imagem 4.25. Representação artística da estrutura atômica e a emissão de fótons de raios X característicos



BUSHONG, S. C (1993)

AULA 7 - Fixação de Aprendizados

Esta é a penúltima aula de nosso Plano de Ensino, então além de realizar as atividades propostas temos também que fazer um breve levantamento dos dados vistos nas aulas anteriores, para isso utilizaremos o recurso do Teste conceitual, presente logo a baixo.

Porém antes de iniciarmos de fato nossa aula devemos efetuar a coleta do relatório do simulador conforme fora desenvolvido nas aulas anteriores e entrado em debate na aula anterior. Esse debate será de suma importância para poder compreender as dificuldades e as etapas que os alunos realizaram para a confecção do mesmo, ele vem com o intuito também de realizar uma análise dos conceitos vistos em sala ou em nosso ano letivo que foram aplicados durante o experimento que puderam ter passado despercebido.

TESTE CONCEITUAL

1. (UFSM-RS) Relacione as radiações naturais alfa, beta e gama com suas respectivas características:

1. Alfa (α); 2. Beta (β); 3. Gama (γ).

- Possuem alto poder de penetração, podendo causar danos irreparáveis ao ser humano;
- São partículas leves, com carga elétrica negativa e massa desprezível;
- São radiações eletromagnéticas semelhantes aos raios X, não possuem carga elétrica nem massa;
- São partículas pesadas de carga elétrica positiva que, ao incidirem sobre o corpo humano, causam apenas queimaduras leves.

A sequência correta, de cima para baixo, é:

- a) 1, 2, 3, 2.
- b) 2, 1, 2, 3.
- c) 1, 3, 1, 2.

d) 3, 2, 3, 1.

e) 3, 1, 2, 1.

2. (Cesgranrio-RJ) Analise os itens a seguir que fornecem informações a respeito das radiações nucleares.

I - As radiações gama são ondas eletromagnéticas de elevado poder de penetração.

II - O número atômico de um radionuclídeo que emite radiações alfa aumenta em duas unidades.

III - As radiações beta são idênticas aos elétrons e possuem carga elétrica negativa.

IV - O número de massa de um radionuclídeo que emite radiações beta não se altera.

V - As radiações gama possuem carga nuclear +2 e número de massa 4.

Estão corretas as afirmativas:

a) I, II, e III, apenas.

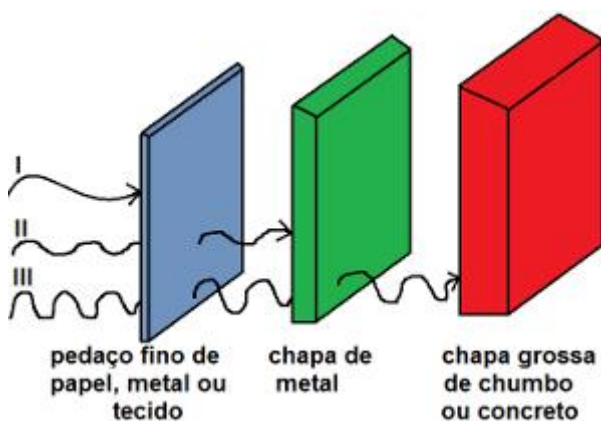
b) I, III e IV, apenas.

c) I, III e V, apenas.

d) II, III e IV, apenas.

e) II, IV e V, apenas.

3. Ao acessar um site na internet à procura de informações sobre radiações, um aluno encontrou a seguinte figura:



Qual das radiações é a mais energética e como ela é chamada?

a) É a representada em III. Radiação alfa.

- b) É a representada em I. Radiação gama.
 - c) É a representada em II. Radiação beta.
 - d) É a representada em III. Radiação beta.
 - e) É a representada em III. Radiação gama.
4. (UDESC 2009) Em 1908, Ernest Rutherford recebeu o Prêmio Nobel de Química pelo seu trabalho para determinar a massa e a carga elétrica das partículas alfa, beta e gama, que são emitidas pelos núcleos dos átomos de certos elementos radioativos.

Análise as afirmativas abaixo, considerando que e e m_e sejam, respectivamente, a carga e a massa de repouso do elétron.

I - A partícula alfa tem carga elétrica $+4e$, e sua massa de repouso é aproximadamente $7340m_e$.

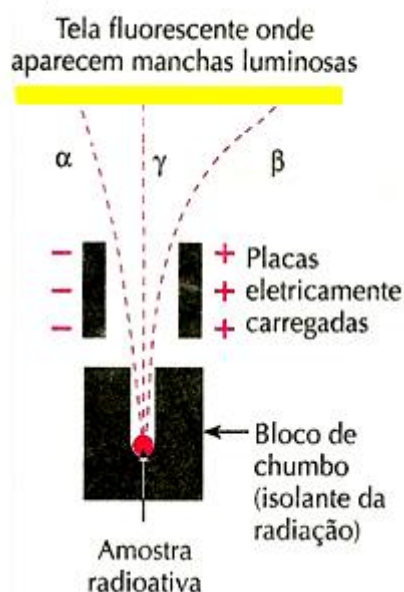
II - A partícula beta pode ter carga elétrica $+e$ ou $-e$, e sua massa de repouso é igual à do próton, ou seja, aproximadamente $1840m_e$.

III - A partícula gama é um fóton de radiação eletromagnética, não possui carga elétrica e sua massa é nula.

Assinale a alternativa correta.

- A) Somente as afirmativas I e II são verdadeiras.
 - B) Somente a afirmativa III é verdadeira.
 - C) Somente as afirmativas II e III são verdadeiras.
 - D) Somente a afirmativa II é verdadeira.
 - E) Somente a afirmativa I é verdadeira.
5. A ilustração a seguir representa o experimento proposto por Rutherford, o qual culminou na descoberta dos tipos de radiações:

Experimento de Rutherford



Experimento de Rutherford para determinar os tipos de radiações

Na imagem, podemos observar as trajetórias descritas pelas partículas α e β e pelos raios γ ao serem emitidos sobre uma superfície a partir da influência de um campo eletromagnético (região positiva e uma região negativa).

Assim, com base nessas informações, qual das alternativas a seguir está correta?

- De todas as radiações, aquela que apresenta o menor poder de penetração, em uma certa matéria, é a radiação beta.
- A radiação gama é uma onda eletromagnética, logo, não possui carga elétrica positiva nem negativa.
- A radiação alfa, por ter duas partículas positivas (dois prótons), torna-se uma radiação de elevada massa.
- A radiação beta é uma radiação de massa praticamente nula por se assemelhar a um próton em sua composição.

6. (UEL-PR) Os elementos radiativos são muito usados em medicina, tanto para diagnósticos como para procedimentos terapêuticos. São também usados para determinar os mecanismos das reações químicas e determinar a idade de objetos antigos. As reações nucleares são aproveitadas em geradores de eletricidade e em

armas de destruição maciça. Com relação à emissão de partículas e/ou radiações por átomos radiativos, é correto afirmar:

- a) Radioatividade é a emissão espontânea de partículas e/ou radiações de núcleos estáveis de átomos, originando outros núcleos que serão sempre instáveis.
- b) A partícula α é um núcleo do átomo de hélio, portanto, é formada por 2 prótons, dois elétrons e dois nêutrons.
- c) A partícula β forma-se a partir da desintegração do nêutron, que resulta em um próton, um elétron (partícula β) e um neutrino, partícula sem carga elétrica e de massa desprezível.
- d) As emissões gama (γ) são partículas que apresentam menor poder de penetração e maior poder ionizante sobre os gases.
- e) As emissões alfa (α) são as principais responsáveis pelos efeitos biológicos das radiações. Podem produzir mutações nas células do nosso organismo com gravíssimas consequências genéticas.

7. (ENEM-2005) Um problema ainda não resolvido da geração nuclear de eletricidade é a destinação dos rejeitos radiativos, o chamado —lixo atômico—. Os rejeitos mais ativos ficam por um período em piscinas de aço inoxidável nas próprias usinas antes de ser, como os demais rejeitos, acondicionados em tambores que são dispostos em áreas cercadas ou encerrados em depósitos subterrâneos secos, como antigas minas de sal. A complexidade do problema do lixo atômico, comparativamente a outros lixos com substâncias tóxicas, se deve ao fato de

- A) emitir radiações nocivas, por milhares de anos, em um processo que não tem como ser interrompido artificialmente.
- B) acumular-se em quantidades bem maiores do que o lixo industrial convencional, faltando assim locais para reunir tanto material.
- C) ser constituído de materiais orgânicos que podem contaminar muitas espécies vivas, incluindo os próprios seres humanos.

D) exalar continuamente gases venenosos, que tornariam o ar irrespirável por milhares de anos.

E) emitir radiações e gases que podem destruir a camada de ozônio e agravar o efeito estufa.

8. (UFSCar-2004) Uma das aplicações nobres da energia nuclear é a síntese de radioisótopos que são aplicados na medicina, no diagnóstico e tratamento de doenças. O Brasil é um país que se destaca na pesquisa e fabricação de radioisótopos. O fósforo-32 é utilizado na medicina nuclear para tratamento de problemas vasculares. No decaimento deste radioisótopo, é formado enxofre-32, ocorrendo emissão de

A) partículas alfa.

B) partículas beta

C) raios gama

D) nêutrons.

E) raios X.

9. (Vunesp-2005) Em 1896, o cientista francês Henri Becquerel guardou uma amostra de óxido de urânio em uma gaveta que continha placas fotográficas. Ele ficou surpreso ao constatar que o composto de urânio havia escurecido as placas fotográficas. Becquerel percebeu que algum tipo de radiação havia sido emitida pelo composto de urânio e chamou esses raios de radiatividade. Os núcleos radiativos comumente emitem três tipos de radiação: partículas α , partículas β e raios γ . Essas três radiações são, respectivamente,

A) elétrons, fótons e nêutrons.

B) nêutrons, elétrons e fótons.

C) núcleos de hélio, elétrons e fótons.

D) núcleos de hélio, fótons e elétrons.

E) fótons, núcleos de hélio e elétrons.

10. (UPE-2001) Entre as alternativas abaixo, relacionadas à Radioatividade, todas estão corretas, exceto

- A) o poder de ionização das partículas alfa é maior que o das partículas beta.
- B) quando um núcleo radioativo emite uma partícula beta, seu número de massa aumenta de uma unidade e o seu número atômico não se altera.
- C) a radioatividade é a propriedade que os núcleos atômicos instáveis possuem de emitirem partículas e radiações eletromagnéticas para se transformarem em outros núcleos mais estáveis.
- D) a velocidade de desintegração radioativa é proporcional ao número de átomos radioativos presentes na amostra.
- E) a constante radioativa explicita a fração de átomos de um determinado elemento radioativo que se desintegram na unidade de tempo.

AULA 8 - Avaliação

Com o desenvolvimento de nosso plano de ensino, vamos agora realizar a avaliação como previsto pela Lei de Diretrizes e Bases da Educação (LDB), de 1996, temos que efetuar a avaliação dos alunos para verificar o aprendizado dos mesmos. Porém em forma de abordagem diferenciada, teremos uma melhor distribuição do peso da nota diferenciado do rotineiro aqui, os relatórios entregues terão peso de aproximadamente 60% da nota aplicada e a avaliação abaixo terá peso de 40% da nota final estipulada a esta etapa do ensino.

Abaixo está inserido a avaliação a ser aplicada em nossa aula, de forma a analisar o aproveitamento das aulas teóricas e o efetivo desenvolvimento do processo de ensino/aprendizado.

AVALIAÇÃO

1. O que é Energia? Qual o tipo de Energia utilizada em Radiodiagnóstico?

2. As radiações constituem uma forma de energia que, de acordo com a sua capacidade de interagir com a matéria podem se subdividir em dois tipos, as ionizantes e as não ionizantes. Marque Verdadeiro ou Falso para cada proposição que segue:

() As radiações ionizantes são aquelas que não possuem energia suficiente para ionizar os átomos e as moléculas com as quais interagem.

() Dentre as radiações ionizantes as mais conhecidas são raios X, raios gama, radiações alfa e beta.

() Dentre as radiações não-ionizantes as mais conhecidas são ultravioletas, corrente elétrica, nêutrons e prótons, e infravermelhos.

() As radiações ionizantes, as quais pertencem ao espectro eletromagnético, ocupam diferentes posições de acordo com a sua energia e comprimento de onda.

3. A _____ pode ser definida como um conjunto de medidas a serem tomadas que tem por objetivo a proteção do homem e do ecossistema de efeitos indesejáveis cujas causas são radiações ionizantes. Completa-se a lacuna com:

- a) Otimização
- b) Limitação da dose individual
- c) Radioproteção
- d) Dose Acumulada

4. As radiações eletromagnéticas de interesse radiológico são:

- a) Radiação Alfa e Raios X
- b) Radiação Alfa e Gama
- c) Radiação Gama e Raios X
- d) Radiação Beta e Raios X

5. Conhecendo o processo de interação das radiações com a matéria das radiações ionizantes com a matéria, explique de que forma acontece o processo de ionização.

R.: A radiação ao interagir com a matéria, caso sua energia seja maior que a energia de ligação do elétron ao átomo, o elétron é ejetado. Quando ele é ejetado o átomo torna-se um íon positivo e o elétron vai para o meio com uma energia cinética bem definida. Esse processo se chama ionização, e é nesse momento que ocorrem as alterações genéticas e reações no organismo.

6. Sabemos que devido aos efeitos nocivos das radiações ionizantes existem dois tipos de interações biológicas, as reações teciduais e os efeitos estocásticos. Explique-os e exemplifique.

R.: Reações teciduais acontecem nos tecidos corporais superficiais como a pele e são as queimaduras, as bolhas, catarata. Efeitos estocásticos, como o nome já diz, vem de estoque. São alterações que acontecem no DNA, causando mutações genéticas, câncer.

7. Marque Verdadeiro ou Falso a respeito dos Raios X:

- () Por causa do seu grande comprimento de onda, eles são capazes de penetrar materiais que absorvem ou refletem luz visível.
- () Fazem fluorescer algumas substâncias.
- () Assim como a luz, podem produzir uma imagem em um filme fotográfico.
- () Não produzem mudanças biológicas significativas.
- () Podem ionizar gases.
- () Eles não conseguem remover elétrons dos átomos para formar íons.
- () São incapazes de penetrar materiais que absorvem ou refletem luz visível.

8. O que é átomo? Qual a sua constituição básica?

R.: Átomo é a menor partícula da matéria, constituída de prótons, nêutrons e elétrons.

9. Analise as seguintes afirmativas sobre os tipos de emissões radioativas e marque V para Verdadeiro e F para Falso:

- () Um dos processos de estabilização de um núcleo com excesso de energia é o da emissão de um grupo de partículas positivas, constituídas por dois prótons e dois nêutrons, e da energia a elas associada. São as radiações Beta ou partículas Beta.
- () As radiações alfa são partículas pesadas, porém com um pequeno poder de penetração, sendo assim ela não representa perigo ao ser humano, visto que as próprias células mortas da pele conseguem detê-la.
- () A emissão de radiação beta ocorre quando um nêutron se converte em um próton. No processo de transformação, são emitidos um elétron, um próton e um neutrino.
- () As partículas beta são capazes de penetrar cerca de 1 cm nos tecidos, ocasionando danos à pele, mas não aos órgãos internos, a menos que sejam ingeridas ou aspiradas.
- () Após a emissão de uma partícula alfa ou beta, o núcleo ainda instável emite seu excesso em forma de partículas Gama.
- () A Radiação Gama é de natureza eletromagnética e por possuir um comprimento de onda muito baixo, seu poder de penetração é alto. Devido a sua alta taxa de

energia, apresenta efeito ionizante, podendo causar danos irreparáveis ao núcleo celular.

() A radiação Alfa pode ser usada para esterilizar equipamentos médicos, alimentos e sementes.

5 - Conclusão

Com o intuito de uma abordagem e uma proposta diferenciada e, em certos pontos, inovadora, trazemos para a sala de aula alguns tópicos e conceitos transpondo os conhecimentos vistos apenas de forma teórica para uma abordagem prática, quando possível e também visual, tentando manter o máximo possível das suas características e fundamentos.

Através dessa abordagem, acreditamos poder realizar um envolvimento diferenciado e com maior profundidade na relação com os alunos em uma futura prática docente. cremos também que, diante dos resultados obtidos, seja pelas atividades e avaliações, seja pelos feedbacks presente no questionário de opinião, efetuar a criação de um novo cenário em sala de aula, onde esse é fortemente promissor a práticas de novas propostas de ensino/aprendizado e intervenções. Isso permite a transposição da barreira e limitações estabelecidas pelo ensino convencional, causando assim uma dinamização e participação dos alunos nas aulas, ampliando assim seus horizontes no estudo da física.

Contudo o grande objetivo final, e que esperamos alcançar, é permitir aos alunos a execução de uma didática de aula interativa e dinâmica, deixando de lado a postura observada na maior parte de nossas turmas de ensino médio, que é de passividade, além de romper os conceitos paradigmáticos preestabelecidos pelos alunos, visto na frequente “matematização” da física, permitindo assim a demonstração da real profundidade que podemos alcançar no estudo da física, possibilitando a formação de um espírito de caráter investigativo e curioso, deixando os alunos mais motivados e conscientes do mundo no qual estão inseridos.

6 - Referências Bibliográficas

- ARAUJO, Ives Solano; MAZUR, Eric. **Instrução pelos colegas e ensino sob medida: Uma proposta para o engajamento dos alunos no processo de ensino-aprendizagem de física**. Instituto de Física, UFRGS, Porto Alegre – RS; Harvard University, Cabridge – Massachussets, 2013.
- AUSUBEL, D.P. **Aquisição e retenção de conhecimentos**. Lisboa: Plátano Edições Técnicas, 2003. Tradução do original **The acquisition and retention of knowledge** (2000).
- BRASIL, Ministério de Educação e Cultura. LDB - Lei nº 9394/96, de 20 de dezembro de 1996. Estabelece as diretrizes e bases da Educação Nacional. Brasília: MEC, 1996.
- BRASIL, Ministério da Educação e Cultura – Secretaria de Educação Básica. Parâmetros Curriculares Nacionais do Ensino Médio, 2000. Disponível em: <http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/ciencian.pdf>. Acesso em: 28/02/2018.
- BRASIL, Ministério da Educação e Cultura – Secretaria de Educação Básica. Orientações Educacionais Complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais do Ensino Médio, 2002. PCN+. Disponível em: <http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/CienciasNatureza.pdf>. Acesso em: 28/02/2018. (b).
- Brait, L. F. R., Macedo, K. M. F., Silva, F. B., Silva, M. R., & Souza, A. L. R. **A relação professor/aluno no processo de ensino e aprendizagem**. Itinerarius Reflectionis, 8(1), 1-15, 2010.

- BUCASSI, Alexandre A. **Introdução ao conceito de energia:** Textos de Apoio ao Professor de Física. Porto Alegre, UFRGS, Instituto de Física, Programa de Pós-Graduação em Ensino de Física, 2007.
- BUSHONG, S. C. Manual de radiologia para técnicos – Física, biologia e proteção radiológica. Tradução de Diorki Serviços Integrados de Edição. 1. ed. Madri: Mosby/Doyma Libros, 1993. 710p. Título original: Radiologic Science for Technologists, 5th edition.
- BUSHONG, S. C. **Proteção radiológica:** Ciência radiológica para tecnólogos: física, biologia e proteção. 9. ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2010.
- BZUNECK, J. A. **A motivação do aluno: aspectos introdutórios.** Em E. Boruchovith, & J. A. Bzuneck (Orgs.). *A motivação do aluno: contribuições da psicologia contemporânea* (pp. 13). Petrópolis, RJ: Vozes, 2009.
- BZUNECK, J. A. **Como motivar os alunos: sugestões e práticas.** Em E. Boruchovitch, J.A. Bzuneck & S.É.R. Guimarães, (Orgs.). *Motivação para aprender: aplicações no contexto educativo* (pp.13- 42). Petrópolis, RJ: Vozes, 2010.
- BZUNECK, J. A.; BORUCHOVITCH, E. **Estilos motivacionais de professores: propriedades psicométricas de um instrumento de avaliação.** Psicologia: Teoria e Pesquisa, 2003.
- CAÑETE, L. S. C. **O diário de bordo como instrumento de reflexão crítica da prática do professor.** 151 f., Faculdade de Educação, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo horizonte, 2010.

CARMO, Enedina Silva do; BOER, Noemi. **Aprendizagem e desenvolvimento na perspectiva interacionista de Piaget, Vygotsky e Wallon.** Centro Universitário Franciscano (UNIFRA).

FARIA, Jose Ângelo de. **Como gerar energia elétrica usando calor de combustão.** VICOSA - MG COL DE APLICACAO DA UFV – COLUNI, 2012.

FIUZA, Graciela Sasso. **SEQUÊNCIA DIDÁTICA Radiações Ionizantes e Não Ionizantes:** Uma Abordagem Multidisciplinar Nas Aulas De Seminário Integrado De Ciências Da Natureza. Tese (mestrado). Mestrado Nacional Profissional de Ensino de Física – Universidade Federal do Rio Grande, 2016.

GONÇALVES, Giuliana; FARIAS, Josué; GONÇALVES, Tatiana. **Radioatividade x Radiação.** 41 f. Dissertação. Licenciatura em Física – Universidade Federal de São Paulo, 2008.

GUIMARÃES, S. É. R., BZUNECK, J. A., & BORUCHOVITCH, E. **Estilos motivacionais de professores:** propriedades psicométricas de um instrumento de avaliação. Psicologia: Teoria e Pesquisa – Universidade Federal de Londrina (UEL), Paraná, 2003.

KUHN, T. **A estrutura das revoluções científicas.** Perspectiva, 8ª ed. São Paulo: 1977.

MOREIRA, M.A. **Atualização do currículo de física na escola de nível Médio:** um estudo desta problemática na perspectiva de uma experiência em sala de aula e da formação inicial de professores. Trabalho apresentado no VII Encontro de Pesquisa em Ensino de Física, Florianópolis, 1999.

MOREIRA, M.A. e MASINI, E.A.F. **Aprendizagem significativa: a teoria de David Ausubel**. 2ª ed. São Paulo: Centauro Editora, 2005.

MOREIRA, M.A. **Aprendizagem significativa**. Brasília: Editora da UnB, 2002.

PELICHIO, Alécio Fachim. **Irradiando Conhecimento: uma abordagem da radioatividade para o Ensino Médio**. 1º CPEQUI (CONGRESSO PARANAENSE DE EDUCAÇÃO EM QUÍMICA), Paraná, 2009.

PELIZZARI, A. et al. **Teoria da Aprendizagem Significativa Segundo Ausubel**. Revista PEC, Curitiba, 2(1), 37-42, 2002.

PEREIRA, Alexandre Marcelo. **A Física das Radiações em Sala de Aula: Do Projeto a Prática**. 94 f. Dissertação (Mestrado) – Programa de pós-graduação em ensino de física, Universidade Federal do Rio de Janeiro, 2014.

SILVA, Domiciano Correa Marques da. **"Fissão Nuclear"**; Brasil Escola. Disponível em <<https://brasilecola.uol.com.br/fisica/fissao-nuclear.htm>> acesso em: 12 Jan. 2018.

SOUZA, Wellington Batista de. **Física das Radiações: uma proposta para o Ensino Médio**. 248 f. Dissertação (Mestrado) – Mestre em Ensino de Ciências, Universidade Federal de São Paulo, 2009.

TORRES, Carlos Magno A.; FERRARO, Nicolau Gilberto; SOARES, Paulo A. de Toledo; PENTEADO, Paulo Cesar Martins. **Física Ciência e Tecnologia volume 3**. Editora Moderna, 2016.

WILSON, M. **A energia**. Rio de Janeiro: José Olympio, 1968.

APÊNDICES

MODELO QUESTIONÁRIO DE OPINIÃO

Caro aluno, estou interessado em saber sua **opinião** sincera sobre as questões abaixo. Por isso, não existem respostas certas ou erradas.

1. Com relação às aulas sobre o assunto de **Introdução à Radiação**, gostaria de saber do que você **MAIS gostou** e porquê?

O que eu mais gostei foi...

Devido a ...

2. Com relação às aulas sobre o assunto de **Introdução à Radiação**, gostaria de saber agora do que você **MENOS gostou** e porquê?

O que eu menos gostei foi...

Devido a ...

3. Você viu algum tipo de utilidade em estudar este assunto de **Introdução à Radiação**?

Caso tenha respondido SIM, você poderia me ☐ Sim ☐ Não citar algumas? Use o espaço abaixo.

Caso tenha respondido NÃO, você poderia dizer porquê? Use o espaço abaixo.

Agradeço pelas suas respostas.