



UNIVERSIDADE FEDERAL DE MATO GROSSO

CAMPUS UNIVERSITÁRIO DO ARAGUAIA

Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física

PRODUTO EDUCACIONAL

**VISUALIZAÇÃO DE RADIAÇÃO IONIZANTE ATRAVÉS DA
CÂMARA DE WILSON DIDÁTICA**

Devacir Vaz de Moraes

Produto Educacional da Dissertação de Mestrado apresentada ao programa de pós-graduação do Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física – Polo UFMT *Campus* Araguaia, como um dos requisitos necessários para a obtenção do título de Mestre em Ensino de Física.

Orientador: Prof. Dr. Adellane Araujo Sousa

**Barra do Garças-MT
2020**

APRESENTAÇÃO

Prezado Professor,

Este material contém um guia para a realização da prática pedagógica, usando uma sequência didática como ferramenta de ensino, além de experimentos reais e virtuais, vídeos com o objetivo de facilitar a inserção e compreensão dos estudantes sobre os conceitos de radiações ionizantes e não ionizantes. É importante salientar que o experimento gerador da proposta é Câmara de Nuvens caseira.

O trabalho tem como objetivo estudar Física de partículas usando a Câmara de Nuvens caseira para simplificar a aprendizagem de conceitos importantes como as radiações ionizantes, assunto pouco explorado pelos livros de Física do ensino médio, assim como o surgimento da Física Moderna e Contemporânea e vários conceitos envolvidos,

A sequência didática tem duração de 12 aulas de 50 minutos, tempo este considerado adequado para sua aplicação. Para melhor compreensão da organização da proposta serão apresentados em anexos todos os *slides* exibidos nas aulas, bem como serão disponibilizados os questionários diagnósticos, questionário teste ou avaliativo, questionário do experimento e questionário da proposta, realizados logo após o término das aulas. Esses materiais são de apoio para aplicação da Câmara de Nuvens caseira, podendo o professor fazer as adaptações que julgar necessário, atendendo à sua realidade.

Serão apresentadas sugestões para a construção da Câmara de Nuvens caseira utilizando-se outros materiais, talvez com custo inferior ao realizado nesta proposta, sendo importante levar em consideração a disponibilidade de materiais aos quais o professor tem acesso, pois dependendo da região alguns materiais são encontrados com maior facilidade.

Barra do Garças, abril de 2020.

Devacir Vaz de Moraes

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	4
2. CONCEPÇÃO.....	7
2.1 MOMENTOS PEDAGÓGICOS	7
3. MATERIAIS E CONSTRUÇÃO DO EXPERIMENTO	9
3.1 MONTAGEM DO EXPERIMENTO CÂMARA DE NUVENS	12
4. METODOLOGIA	21
4.1 VISÃO GERAL DA IMPLEMENTAÇÃO DA SEQUÊNCIA DIDÁTICA.....	23
4.2 SUGESTÕES	26
5. APLICAÇÃO EM SALA DE AULA.....	27
6. CONSIDERAÇÕES FINAIS	28
7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	29
APÊNDICE A: QUESTIONÁRIO DIAGNÓSTICO APLICADO.....	30
APÊNDICE B: SUGESTÃO PARA QUESTIONÁRIO DIAGNÓSTICO.....	31
APÊNDICE C: QUESTIONÁRIO DO EXPERIMENTO CÂMARA DE NUVENS....	33
APÊNDICE D: TESTE CONCEITUAL.....	34
APÊNDICE E: QUESTIONÁRIO DO PROJETO “ESTUDO DE RADIAÇÕES IONIZANTES E NÃO IONIZANTES UTILIZANDO COMO FACILITADOR A CÂMARA DE WILSON” E O USO DE EXPERIMENTOS.....	37
APÊNDICE F: APRESENTA TODAS AS AULAS DA SEQUÊNCIA DIDÁTICA.....	37

1. INTRODUÇÃO

O ensino de Física no Brasil vem passando por transformações importantes, nas quais os métodos experimentais surgem como facilitadores na aplicação dos conteúdos. Para Cebaro (2009) entre os recursos didáticos que um professor pode utilizar, a experimentação ocupa uma posição privilegiada, pois permite ao estudante associar a aprendizagem à sua realidade, favorecendo o entendimento de leis e conceitos.

Nesse sentido, a prática experimental permite que o estudante desenvolva uma postura crítica e de questionamentos sobre os resultados e a veracidade dos experimentos, formulando algumas hipóteses e formando ideias sobre determinado conceito além de proporcionar ao estudante associar determinado fenômeno ao seu cotidiano.

A disciplina de Física apresenta grade Curricular extensa e poucas aulas para seu desenvolvimento. Algumas escolas têm 1 (uma) e/ou no máximo 2 (duas) aulas semanais, obrigando os Professores a adequarem os conteúdos com o número de aulas existente, selecionando e trabalhando os que entenderem ser mais “importantes”, deixando de trabalhar outros, dentre eles destaca-se a Física Moderna e Contemporânea (FMC).

Percebe-se a necessidade de trabalhar práticas experimentais que possam contribuir para uma abordagem desses conceitos, principalmente pela abstração com o que os livros didáticos trabalham esses conteúdos, atendendo de forma superficial. Alguns livros de Física trabalham com um ou no máximo dois capítulos, o que é pouco, tendo em vista que os conceitos de FMC em especial as radiações ionizantes e não ionizantes são extensas, outros sequer mencionam essa área da Física tão importante para a sociedade atual.

A Câmara de Nuvens foi o primeiro método criado de visualização de partículas subatômicas. Inventada por Charles T.R. Wilson, no final do século XIX, ela representou uma revolução experimental na área da Física Nuclear e de Partículas, servindo de ferramenta para um grande número de descobertas nessa área (como a descoberta do pósitron, anti-partícula do elétron e do múon, ambas por Anderson em 1932) e para o desenvolvimento de algumas das principais teorias sobre as interações de partículas elementares.

Por meio do experimento Câmara de Nuvens, os estudantes têm a oportunidade de visualizar a interação existente entre as radiações ionizantes e o álcool isopropílico supersaturado, com isso a radiação torna-se visível, algo palpável. Contudo, o experimento traz uma abordagem de FMC utilizando materiais acessíveis, pois os equipamentos para

detectar partículas subatômicas têm custo elevado para a maioria das escolas de educação básica no Brasil.

Há um pensamento comum de grande parte da população associando a radiação com malefícios, provocado por alguns acidentes e armas nucleares ao longo da história da humanidade, tais como as bombas atômicas de Hiroshima e Nagasaki e acidentes nucleares como Chernobyl, Three Mile Island (Pensilvânia), Fukushima e Goiânia com o Cesio-137. Esses eventos citados evidenciam o quanto a radiação é “perigosa” (SOUZA, 2017, p.3).

Através desse procedimento experimental - Câmara de Nuvens - espera-se que os estudantes possam entender conceitos de radiação, percebendo além de seus males, os benefícios da mesma, como seu uso na produção de energia (usinas nucleares), seu papel nos raios cósmicos, com os quais somos bombardeados todos os dias, que são parte das radiações naturais e o uso medicinal das radiações artificiais.

O trabalho traz uma sequência didática, fazendo uma abordagem dos conceitos físicos que podem ser trabalhados, tais como: modelos atômicos, diferenças entre as radiações ionizantes e não ionizantes, medidas de proteção, doses de radiação absorvida, efeitos biológicos provocados e decaimento atômico, destacando a ligação existente entre a radiação e a busca do átomo por sua estabilidade. É justamente nessa busca pela estabilidade, que os átomos de números atômicos grandes, liberam partículas (radiação alfa e beta) ou energia (raios X e radiação gama).

Essa sequência já foi testada em turmas do 3º ano Técnico em Agropecuária, Integrado ao Ensino Médio do Instituto Federal de Ciência e Tecnologia de Mato Grosso- *Campus Confresa*, em doze aulas de cinquenta minutos cada, ou 10 horas.

Sugerimos que aplicação da sequência seja pautada em três princípios pedagógicos abordado por Delizoicov em (1982, 1983) ao promover uma transposição da concepção de educação de Paulo Freire, considerados fundamentais para que os estudantes desenvolvam toda sua potencialidade no âmbito educacional. Nesse sentido, a sequência será pautada pela problematização inicial, em que são apresentadas situações reais que os alunos conhecem ou presenciam e que estão envolvidos com o tema. Ainda dentre os três princípios, podemos destacar a Organização do conhecimento, momento em que sob a orientação do professor são estudados os conceitos físicos necessários para compreensão do tema. Finalmente, nessa concepção educacional temos a Aplicação do conhecimento, destinado a abordagem sistemática do saber incorporado pelo estudante para analisar e interpretar as situações apresentadas na problematização inicial.

Ainda apresentamos dentro da sequência, o uso das aulas em *slides* em *Power Point*, além de vídeos apresentando a radiação emitida por diferentes materiais e as medidas de proteção para as radiações alfa, beta, raio X e gama, além de um vídeo do próprio experimento para que os estudantes identificassem o fenômeno observado.

Para compreensão das inconsistências da Física Clássica em relação a radiação emitida pelo corpo negro e o surgimento da Física Moderna e Contemporânea, utiliza-se um experimento virtual da plataforma PHET, intitulado como Espectro de Corpo Negro. Os experimentos abordam temas importantes, como radiação eletromagnética, radiação do corpo negro e faz uma relação entre o comprimento de onda e temperatura, facilitando assim o entendimento dos estudantes.

Sugerimos também nessa sequência, um trabalho avaliativo com 36 questões e 1 relatório do procedimento experimental, em que os estudantes terão que explicar o experimento e os fenômenos observados associando aos conceitos trabalhados nas aulas. Esse procedimento pode ser aplicado conforme a realidade de cada professor que quiser trabalhar com essa prática. Na última aula foi apresentado uma tabela com o quadro de doses de radiações ionizantes que uma pessoa pode absorver a partir de diversas fontes e os efeitos provocados pelo mesmo.

Por meio da sequência didática espera-se que os estudantes possam compreender os diferentes tipos de radiações e percebendo seus benefícios e malefícios. Espera-se também contribuir com professores e alunos na compreensão de conceitos tão abstratos, cujos efeitos maléficis são tão conhecidos, quebrando paradigma na aplicação de experimentos na FMC e na própria concepção de radiação.

2. CONCEPÇÃO

O produto educacional proposto aqui é uma sequência didática para trabalhar os principais conteúdos de FMC e em especial as radiações ionizantes no 3º ano do Ensino Médio, utilizando. Nesse sentido foi proposto, o experimento intitulado “Câmara de Nuvens Caseira”, que é um experimento de fácil acesso, para detecção e estudo das radiações ionizantes (alfa, beta e gama) usando como fonte radioativa, uma porção de areia monazítica. O experimento câmara de nuvens pode registrar partículas carregadas como materiais radioativos e raios cósmicos.

A sequência didática foi apresentada em aulas usando algumas ferramentas como *slides* de Power Point, vídeo introduzindo o experimento da Câmara de Nuvens Caseira bem como realização do experimento propriamente dito, vídeo da UFPR-Universidade Federal do Paraná, disponível no link: <https://www.youtube.com/watch?v=KsPIFFEiCc8&t=1s>, com tempo aproximado de 4 minutos, apresentando os diferentes tipos de radiação (alfa, beta, gama), bem como as barreiras que impedem a propagação de cada uma delas. Também foi apresentado o experimento virtual da plataforma PHET COLORADO cujo nome é Espectro de Corpo Negro, disponível no link: https://phet.colorado.edu/sims/html/blackbody-spectrum/latest/blackbody-spectrum_pt_BR.html.

A inserção do produto educacional ocorreu através da aplicação de um questionário diagnóstico, que além de identificar o conhecimento prévio dos estudantes, teve como objetivo leva-los a questionar e refletir sobre os conceitos, tanto em seu cotidiano, quanto para o desenvolvimento da ciência e da Física. Nas aulas subsequentes foram inseridos os conteúdos científicos e após isso, foram trabalhados a aplicação da radiação em diversas áreas do cotidiano, seguindo assim, os três momentos pedagógicos propostos por Delizoicov na execução deste trabalho.

2.1 MOMENTOS PEDAGÓGICOS

Para que os estudantes tenham a curiosidade aguçada e principalmente quando a prática usada em sala for o uso de experimentos é importante que professores permitam perpassar as fronteiras impostas, sobretudo pelos livros didáticos, que muitas vezes não estão preocupados com o desenvolvimento pleno do aluno, mas sim com os conteúdos independente de eles conseguirem ou não entender mais profundamente, preparando-os exclusivamente para exames futuros como vestibulares e Enem (MUENCHEN e DELIZOICOV, 2014, p.622-623). Nesse sentido, surge a necessidade da apresentação de experimentos elaborados a partir

de uma organização pedagógica possibilitando que haja, além da compreensão dos conceitos, aplicação no cotidiano dos alunos, levando esse conhecimento para toda sua vida.

Ao trabalhar determinado conceito empregando experimento, os professores devem utilizar alguns princípios fundamentais para que o estudante leve a aula para sua vida. Segundo Muenchen e Delizoicov (2014, p.623), estes princípios devem ser pautados em três momentos pedagógicos, sendo eles, a problematização inicial, organização do conhecimento e aplicação do conhecimento. Segundo Muenchen e Delizoicov (2014, p. 620), os três momentos pedagógicos estão assim estruturados:

Problematização Inicial: apresentam-se questões ou situações reais que os alunos conhecem e presenciam e que estão envolvidas nos temas. Nesse momento pedagógico, os alunos são desafiados a expor o que pensam sobre as situações, a fim de que o professor possa ir conhecendo o que eles pensam. Para os autores, a finalidade desse momento é propiciar um distanciamento crítico do aluno ao se defrontar com as interpretações das situações propostas para discussão, e fazer com que ele sinta a necessidade da aquisição de outros conhecimentos que ainda não detém.

Organização do Conhecimento: momento em que, sob a orientação do professor, os conhecimentos de física necessários para a compreensão dos temas e da problematização inicial são estudados.

Aplicação do Conhecimento: momento que se destina a abordar sistematicamente o conhecimento incorporado pelo aluno, para analisar e interpretar tanto as situações iniciais que determinaram seu estudo quanto outras que, embora não estejam diretamente ligadas ao momento inicial, possam ser compreendidas pelo mesmo conhecimento.

A problematização inicial pode ser abordada em dois sentidos, de um lado estão as concepções que os alunos já têm, obtido por conhecimentos anteriores e de outro lado, problemas a serem resolvidos, quando o estudante sente a necessidade de buscar conhecimento que ainda não possui. Nesse momento, os professores devem ser questionadores, aguçar a curiosidade do aluno, tornando o conteúdo interessante na perspectiva do estudante.

No segundo momento, o conhecimento é sistematizado para que os estudantes compreendam o tema e a problematização inicial. Este é o período em que o professor deve trabalhar diversas atividades como: exposição, formulação de questões, vídeos, trabalhos, revisão e experimento.

Pode-se perceber uma evolução e, no terceiro momento, os estudantes perceberam que os conceitos por ele aprendido poderão ser aplicados em seu cotidiano e estão disponíveis a qualquer pessoa. Os estudantes serão capazes de compreender, analisar e interpretar situações problema inicialmente propostos.

3. MATERIAIS E CONSTRUÇÃO DO EXPERIMENTO

Para a construção do experimento Câmara de Nuvens foram os usados os materiais apresentados na figura abaixo.

Figura 1- Materiais usados para construção do experimento Câmara de Nuvens



(a) Caixa de vidro



(b) Botijão contendo nitrogênio líquido



(c) Álcool isopropílico



(d) Feltro



(e) Porção de areia monazítica



(f) Tampa de caixa de isopor



(g) Secador de cabelo



(h) Silicone



(i) Seringa



(j) Lanterna



Placa de alumínio



(l) Pistola de cola quente

(k)



(m) Encaixe de PVC e chapa de alumínio



(n) Tinta Spray



o) Cola instantânea

Autor: Devacir V. de Moraes. UFMT. Campus Barra do Garças.MT. Out. 2019.

Na figura acima, tem uma caixa de vidro com dimensões 0,30m x 0,40m x 0,30m. No entanto, pode ser usado um aquário com mesmas características. Um recipiente para armazenamento do nitrogênio líquido, nesse caso o recipiente utilizado no experimento armazenava somente três litros. Mostra o álcool isopropílico com concentração de 99%. O feltro (podendo também ser um algodão), que é embebido com o álcool isopropílico para ser

usado no experimento. Tem-se uma placa de isopor de dimensões 0,40m x 0,50m para armazenar o nitrogênio líquido. Foi usada uma tampa de uma caixa de isopor de 60 litros, que pode armazenar aproximadamente três litros de nitrogênio.

Um secador de cabelo com potência de 1500 Watts, necessário para o aquecimento da parte superior da caixa de vidro, pois para que o álcool isopropílico supersature, a diferença de temperatura entre a parte superior e inferior da caixa deve ser de aproximadamente 100°C, para que o vapor do álcool seja ionizado pelas radiações ionizantes, deixando assim os seus rastros.

É mostrado também a areia monazítica (dentro de um recipiente), sendo usada como fonte radioativa. A areia monazítica é produto facilmente encontrado para compra, pois é muito comum em algumas praias de todo Brasil. Um tubo de silicone usado para fixação do encaixe de PVC, sendo este fixado na placa de alumínio. Uma placa de alumínio e o encaixe de PVC, que servem como suporte para a caixa de vidro, além de não permitir o contato dos fluidos internos com o ambiente, pois dentro dos encaixes de PVC é colocado álcool ou água. Uma seringa usada para embeber o feltro com álcool. Uma lanterna utilizada para iluminar dentro da caixa e visualizar os rastros deixados pela radiação. Um tubo de cola instantânea para colar o feltro no fundo da caixa de vidro.

Uma placa de metal com dimensões de 0,33m x 0,43m, essas dimensões podem ser mudadas dependendo das dimensões da caixa de vidro. Nesse experimento foi utilizado uma placa de alumínio por ter maior condutividade, no entanto pode ser usado outros metais.

3. 1 MONTAGEM DO EXPERIMENTO CÂMARA DE NUVENS

Será apresentado a seguir os passos para a montagem do experimento da “Câmara de Nuvens Caseira”. Para isso, é importante que seja feita a aquisição da caixa de vidro ou acrílico, pois como o vidro é um material sensível não vale a pena correr o risco de quebrá-lo na montagem da caixa. No entanto, a caixa de vidro é de fácil acesso sendo encontrado em qualquer vidraçaria. Feita a aquisição de todos os materiais, o primeiro passo é o recorte do encaixe do PVC, como mostra a figura abaixo. A fixação do mesmo à placa de alumínio usando silicone, entre a placa metálica e o encaixe de PVC. Espere por dez horas, até que o silicone tenha secado.



Autor: Devacir V. de Moraes. UFMT. Campus Barra do Garças.MT. Out. 2019.

Logo após é necessário que a placa e o encaixe de forro de PVC sejam pintados como apresentado na figura a seguir, com tinta *spray* preta fosca, pois é importante para a visualização dos rastros deixados pela interação entre as radiações ionizantes e o vapor de álcool isopropílico supersaturado.



Autor: Devacir V. de Moraes. UFMT. Campus Barra do Garças.MT. Out. 2019.

A próxima figura, mostra a placa de alumínio com o encaixe de PVC após a colagem. Ambos estão pintados, facilitando, assim, a visualização na prática experimental. É importante salientar que o uso do encaixe de PVC é para melhorar o sistema de vedação, pois dentro do encaixe pode ser colocado água ou até mesmo álcool, impedindo trocas de vapor de álcool com os gases da atmosfera.



Autor: Devacir V. de Moraes. UFMT. Campus Barra do Garças.MT. Out. 2019.

Para a realização do experimento poderá ser usada uma tampa da caixa de isopor (nesse caso, caixa de 40 litros). A tampa de isopor deverá ter a parte de armazenamento do nitrogênio líquido com aproximadamente as mesmas dimensões da caixa de vidro, facilitando o resfriamento homogêneo dentro da caixa. A tampa deve ser fixada em uma placa de madeira ou mesa como mostrado na figura a seguir, caso não seja realizada a colagem, o isopor pode deformar ao entrar em contato com o nitrogênio líquido devido a sua temperatura. Uma certa quantidade de gelo seco pode ser usada em substituição ao nitrogênio líquido, porém, caso o professor utilize gelo seco, ao invés de nitrogênio líquido, deverá dispor de outro recipiente, como caixa de madeira e formas de plástico. É importante observar que a placa de alumínio deve entrar em contato com o material usado para resfriamento.



Autor: Devacir V. de Moraes. UFMT. Campus Barra do Garças.MT. Out. 2019.

É necessário fazer a colagem do feltro no fundo da caixa de vidro. Para a fixação pode ser usado cola instantânea, pois quando o feltro for embebido com o álcool, ele não soltará,

além disso o feltro no fundo da caixa facilita o processo de vaporização, favorecendo a condensação do álcool em torno dos rastros deixados pelas partículas da radiação. As próximas figuras mostram o feltro sendo colado no fundo da caixa de vidro e o feltro já colado no fundo da caixa de vidro, respectivamente.



Autor: Devacir V. de Moraes. UFMT. Campus Barra do Garças.MT. Out. 2019.



Autor: Devacir V. de Moraes. UFMT. Campus Barra do Garças.MT. Out. 2019.

Coloque o nitrogênio líquido dentro da placa de isopor, como apresentado na figura abaixo. A tampa deve ser preenchida completamente, pois é importante para que atinja a diferença de temperatura de 100°C , e assim alcance com êxito a realização do experimento. Nesse momento é necessário o uso de luvas, pois caso entre em contato com o nitrogênio líquido, o mesmo pode causar queimaduras.



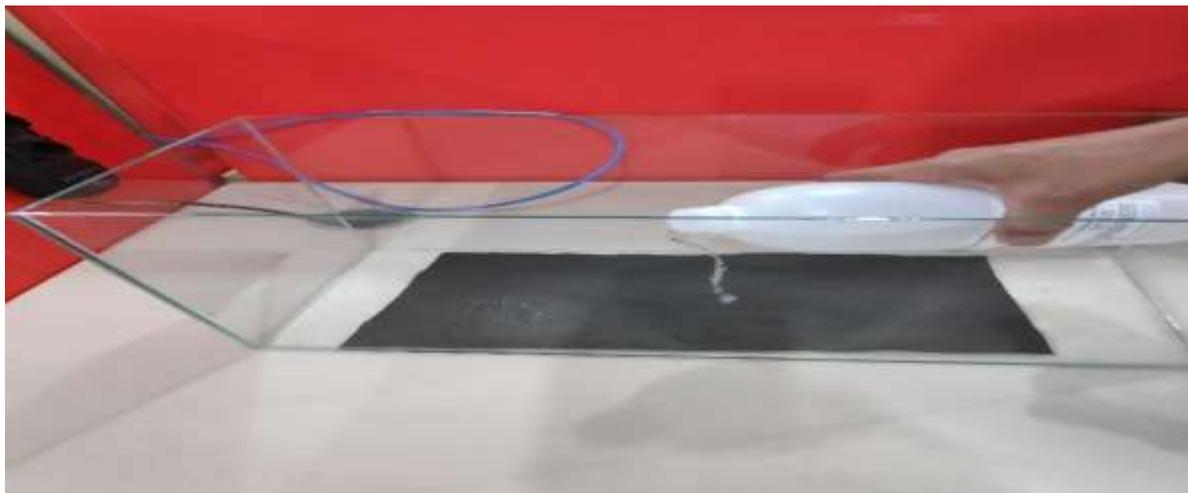
Autor: Devacir V. de Moraes. UFMT. Campus Barra do Garças.MT. Out. 2019.

Ao colocar a placa metálica sobre o recipiente com o nitrogênio líquido, percebe-se que a mesma fica com um aspecto esbranquiçado, com isso pode-se observar que a temperatura da placa está adequada. Pode-se colocar as fontes radioativas, nesse caso a areia monazítica, pois sem as fontes radioativas as radiações observadas serão oriundas dos raios cósmicos, porém são bem poucas dessas partículas que chegam a superfície da Terra e assim a quantidade de rastros observados serão menores.



Autor: Devacir V. de Moraes. UFMT. Campus Barra do Garças.MT. Out. 2019.

Agora borrife álcool isopropílico no feltro que foi colado no fundo da caixa. O ideal é que o feltro fique bem úmido com o álcool e não “pingando”, ou vai atrapalhar no processo de formação das nuvens (supersaturação do álcool) e no desenvolvimento do experimento.



Autor: Devacir V. de Moraes. UFMT. Campus Barra do Garças.MT. Out. 2019.

Coloca-se água ou álcool dentro dos encaixes de PVC para não haver trocas de vapor de álcool e os gases do meio externo, este processo é muito importante, pois caso não seja feito esse procedimento, pode haver entrada de correntes de ar dentro da caixa, o que atrapalharia a visualização dos rastros ou poderia confundir o professor.



Autor: Devacir V. de Moraes. UFMT. Campus Barra do Garças.MT. Out. 2019.

Coloque a caixa de vidro sobre o encaixe de forro e o experimento estará montado pronto para ser usado na observação dos rastros deixados pela radiação ionizante.



Autor: Devacir V. de Moraes. UFMT. Campus Barra do Garças.MT. Out. 2019.

Para o bom funcionamento do experimento é necessário o uso de um secador de cabelo com 1500 Watts de potência, pois através desse aquecimento é possível obter a diferença de temperatura ideal para a supersaturação do álcool possibilitando a condensação da nuvem em torno dos rastros deixados pelas partículas.

Depois de montado o produto, ligue o secador de cabelos na potência máxima na parte superior do caixa de vidro, ligue a lanterna.



Autor: Devacir V. de Moraes. UFMT. Campus Barra do Garças.MT. Out. 2019.

Observe se começou a aparecer névoas dentro da caixa, como mostra a figura abaixo. É importante que o experimento seja realizado em ambiente escuro ou com pouca luminosidade, pois favorecerá a visualização dos rastros ao ligar a lanterna.



Autor: Devacir V. de Moraes. UFMT. Campus Barra do Garças.MT. Out. 2019.

Passados alguns minutos, poderá desligar o secador de cabelo e vai perceber algumas correntes de convecção, como mostra a figura abaixo. Essas correntes são formadas devido a energia fornecida pelo secador de cabelo.



Autor: Devacir V. de Moraes. UFMT. Campus Barra do Garças.MT. Out. 2019.

Deixe parar as correntes de convecção. Ligue a lanterna novamente e procure rastros semelhantes ao apresentado na figura a seguir, ou de acordo com os rastros marcados no vídeo do link: <https://www.youtube.com/watch?v=TwRnkb2RnG8&t=27s>. Para auxiliar, tente fazer um vídeo para facilitar a identificação dos rastros. No vídeo anote o tempo onde os rastros são observados, ou faça marcações no mesmo usando editor de vídeo, não é um processo difícil.



Fonte: Devacir V. de Moraes. UFMT. Campus Barra do Garças.MT. Jul. 2019

Observe as imagens de rastros catalogadas na literatura como alfa, beta, elétron, pósitron, múon, próton e pion, tente identificar qual partícula deixou o rastro observado por você. Se preciso, coloque mais álcool, nitrogênio líquido e ligue novamente o secador de cabelo.

Mostre num projetor multimídia as imagens de rastros deixadas por algumas partículas e peça aos estudantes que formem grupos de dois ou três. Faça com que se aproxime do kit e tentem, ao vivo, identificar algum rastro e informar que tipo de partícula causou esse rastro. Ao final, mostre o vídeo e peça novamente que identifiquem os rastros baseados no arquivo de imagens que você possui.

4. METODOLOGIA

A Câmara de Nuvens caseira foi construída para que os estudantes tenham a oportunidade de conhecer e explorar conceitos importantes de Física das Partículas. Também possam, através da didática implementada, aprender sobre o espectro do corpo negro, bem como os diferentes tipos de radiação, discutindo os danos e os benefícios causados pela mesma em nosso dia a dia. Para Pereira (2014), o estudo da FMC, em especial a radiação, torna-se cada vez mais importante tendo em vista a superficialidade com que o assunto é tratado nos meios de comunicação

O método abordado nessa sequência didática prioriza os conhecimentos prévios dos estudantes, através de aulas dialogadas e expositivas empregando como elemento facilitador a aplicação de experimentos, pois os mesmos são seres em construção e poderão contribuir transpondo os conceitos aprendidos em sala para sua vida social¹. Assim, a sequência didática será fundamentada pelos três momentos pedagógicos concebidos por Paulo Freire e adaptados para o ensino de Física por Delizoicov.

Neste trabalho, utiliza-se *slides*, vídeos, experimento virtual intitulado como Espectro de Radiação da plataforma virtual Phet Colorado, roda de diálogos, questionário, trabalho extraclasse e a realização de experimentos reais, intitulado como “Câmara de Nuvens Caseira”.

Pretende-se, através dessa metodologia que os estudantes possam ir além do entendimento do conteúdo, passando para o campo da compreensão do mesmo, percebendo suas aplicações e relacionando ao seu cotidiano.

No uso dessa sequência didática, são recomendadas duas aulas para apresentação do projeto, aplicação do questionário diagnóstico (APÊNDICE A e B) e apresentação do vídeo com o funcionamento do experimento “Câmara de Nuvens Caseira” tendo como fonte de radiação a areia Monazítica, cuja atividade de radiação é demonstrada (ver TABELA 3 da dissertação). Ainda nessas aulas, é apresentada através de Slides a história e a importância da câmara de Nuvens para o desenvolvimento do estudo da Física de partículas.

Serão utilizadas duas aulas para introdução ao conteúdo através de *slides*, apresentando aos estudantes a constituição atômica e sua instabilidade provocando a liberação de partículas por meio das radiações alfas e betas e a liberação de energia por meio de ondas eletromagnéticas (radiação gama). Com isso, os estudantes puderam compreender as

¹ Associação estabelecida entre o indivíduo e a sociedade.

características principais das radiações ionizantes e não ionizantes (e suas diferenças), reatores nucleares, radiação natural e não natural e radiações de fundo (ambiente).

Será apresentada aos estudantes mediante essas aulas uma descrição básica de como funcionam os medidores e contadores de radiação, as doses de radiação e as diferenças entre dose absorvida, dose equivalente e dose efetiva. Por meio do experimento virtual da Plataforma Phet intitulado “Espectro de Corpo Negro” foram discutidas algumas limitações dos conceitos de Física Clássica ao tentar explicar o processo de emissão de radiação deste corpo negro e como isso levou ao surgimento da Física Moderna e Contemporânea.

Três aulas expositivas e dialogadas com a exposição de *slides* serão usadas para apresentar os conceitos sobre raios cósmicos e a radiação emitida por elas através de caimentos radioativos e interações com a atmosfera. Será apresentado um gráfico sobre o espectro eletromagnético (com ênfase nos comprimentos de ondas de cada faixa). Também será apresentado, como facilitador para a aprendizagem das características das radiações ionizantes, um vídeo descrevendo as radiações alfa, beta, raio-x e gama e os contadores de radiação.

Dois aulas são propostas para realização do experimento e discussão com os estudantes sobre os conceitos aprendidos anteriormente, além de abordar os benefícios e malefícios causados pela radiação, por meio de aulas expositivas dialogadas e apresentação de *slides*. O professor pode aplicar um questionário com 36 questões discursivas, objetivas e de múltiplas escolhas, como um dos processos avaliativos. Esse questionário teve o prazo de entrega fixado em 5 dias.

Três aulas podem ser usadas para correção do questionário avaliativo e apresentação do Quadro de Doses de Radiações ionizantes que uma pessoa pode absorver a partir de diversas fontes, desde “dormir ao lado de alguém”, passando por raio-x de tórax, até a radiação extrema recebida por uma pessoa após ter ficado dez minutos ao lado do núcleo do reator de Chernobyl depois de sua explosão e derretimento. Os estudantes responderão dois questionários, sendo um sobre as práticas apresentadas no experimento e outro que avaliou suas opiniões sobre a sequência didática.

Para melhor compreensão da organização das aulas e os conteúdos abordados em cada momento pedagógico será apresentado nas tabelas abaixo, com a visão geral da sequência didática, bem como os slides trabalhados nas aulas disponíveis no final do trabalho (APENDICE F).

4.1 VISÃO GERAL DA IMPLEMENTAÇÃO DA SEQUÊNCIA DIDÁTICA

Problematização Inicial

Data	Nº de horas aula	Tópico	Recurso
XX	Uma (1)	Explicação do projeto e Questionário diagnóstico.	Aula expositiva e dialogada, com apresentação da proposta a ser desenvolvida. Em seguida, aplicação de um questionário diagnóstico individual em material impresso para verificar os conhecimentos prévios dos alunos sobre o tema que a ser abordado.
XX	Uma (1)	Importância e história da Câmara de Wilson. Apresentação do vídeo (Câmara de Nuvens detectando partículas Cósmicas) da UFGRS.	Slides apresentando a história e a importância da Câmara de Wilson para o desenvolvimento da Física de partículas.

Autor: Devacir V. de Moraes. UFMT. Campus Barra do Garças.MT. Jul. 2019.

Organização do Conhecimento

Data	N° de horas-aula	Tópico	Recurso
		Medidores de radiação, unidades de medidas para radiação, contadores e medidores.	Apresentar para os estudantes os principais medidores de radiação e os contadores.
XX	Duas(2)	Espectro do corpo negro.	Apresentar o experimento virtual Radiação do Corpo Negro (Phet) contextualizando com os estudantes, além de apresentar o surgimento da Física Moderna e Contemporânea (FMC) através dessa problemática.
		Radiação dos Raios Cósmitas	Apresentação de Slides sobre partículas Cósmitas e as interações provocadas com a atmosfera terrestre.
XX	Três (3)	Espectro Eletromagnético, partículas alfa, beta, raio-x e gama. Contadores de radiação.	Apresentar e discutir o Espectro Eletromagnético usando <i>Slides</i> . Usar o vídeo ² , para discutir as radiações alfa, beta e gama, além de seu poder de penetração e as barreiras.

Autor: Devacir V. de Moraes. UFMT. Campus Barra do Garças.MT. Jul. 2019.

² Vídeo apresenta a diferença entre as radiações alfa, beta e gama e sua barreira de proteção, <https://www.youtube.com/watch?v=h9QEfHqTNE>, (vídeo de 4min. Aproximadamente)

Aplicação do Conhecimento

Data	Nº de horas-aula	Tópico	Recurso
		Apresentação do experimento real. Acidentes envolvendo radiação e aplicação na saúde.	Aula expositiva e dialogada com apresentação de <i>Slides</i> .
XX	Duas (2)	Benefícios e malefícios da radiação.	Dialogar e discutir com os estudantes os benefícios, malefícios da radiação e aplicações no cotidiano das radiações.
		Questionário avaliativo	Apresentar o questionário (20 questões discursivas, múltipla escolha e objetiva) abordando todo o conteúdo trabalhado anteriormente. Essas atividades serão para casa com prazo de 5 dias para a entrega.
		Correção do questionário avaliativo e apresentação.	Momento de avaliação, discussão e reflexão das respostas do Questionário.
XX	Duas (3)	Discussão do Quadro de Doses de Radiação suportada por uma pessoa em “sievert”(Sv). Discutir os benefícios e malefícios da radiação.	Apresentação de Slides com o Quadro de Doses de Radiação suportada por uma pessoa elaborado por Randall Munroe (http://xkcd.com/radiation/), Operador Sênio de Reator no Reed Research Reactor, EUA. Aplicação do questionário sobre o experimento Câmara de Nuvens e do questionário de opinião da sequência didática.

4.2 SUGESTÕES

Alguns materiais apresentados na sequência didática para construção do experimento poderão ser substituídos e não terão prejuízo na qualidade.

O nitrogênio líquido poderá ser substituído pelo gelo seco, nesse caso o recipiente usado deve ter uma maior área de contato para conseguir resfriar uniforme a placa de alumínio.

No experimento foi usado uma fonte radioativas, a areia monazítica. No entanto, caso o professor queira minimizar custos, o experimento poderá ser realizado sem nenhum material radioativo dentro da caixa, pois somos bombardeados a todo instante pelos raios cósmicos, sendo que algumas partículas provenientes dos raios cósmicos como o múon, pión, próton, elétron e próton, conseguem atingir nível do mar e acabam sendo detectados pela câmara de nuvens, no entanto com menor frequência.

O experimento pode sofrer adaptações em sua realização, como ao invés de usar uma canaleta de PVC, pode ser colado o recipiente de vidro na placa de alumínio com cola quente. Toda vez que for realizar o experimento terá que colar novamente, nesse processo deve-se tomar cuidado com a vedação, pois é importante que o interior do vidro não tenha interação com o ambiente, atrapalhando a visualização dos rastros provocados pela radiação ionizante. E muito importante é a diferença de temperatura, considerada ideal para a supersaturação do álcool isopropílico que é de 100° C.

5. APLICAÇÃO EM SALA DE AULA

O produto educacional desenvolvido é uma sequência didática objetivando trabalhar os principais conteúdos de FMC e em especial as radiações ionizantes e não ionizantes no 3º ano do Ensino Médio, utilizando, como facilitador, o experimento virtual da plataforma phet colorado, experimento real intitulado como “Câmara de Nuvens” caseira, vídeos e slides facilitando o estudo dos diferentes tipos de radiações (alfa, beta, raio X e radiação gama), além dos raios cósmicos.

Através deste produto educacional, pretende-se que os estudantes conheçam os diferentes tipos de modelos atômicos e a estrutura dos átomos, além dos benefícios da radiação desde sua aplicação na medicina (raio X e tratamento de radioterapia) à sua aplicação na indústria. Também irão conhecer os malefícios já provocados pela radiação por meio de acidente nuclear, como o acidente com o Césio- 137, ocorrido em Goiânia em 1986 e na usina nuclear de Chernobyl.

Os estudantes também discutirão a importância do espectro de radiação do corpo negro através de uma simulação computacional “Espectro de Corpo Negro” via “applet” em “html5”. Esse experimento virtual os ajudarão a compreender as falhas da Física Clássica em explicar a radiação do corpo negro e a temperatura do mesmo culminando no surgimento de um novo ramo de pesquisa, nesse caso a FMC, já que conseguiu explicar de forma satisfatória essa problemática.

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A aplicação do produto tem como principal objetivo trabalhar os conceitos de radiações ionizantes e não ionizantes, além de apresentar para os estudantes o surgimento da Física Moderna e Contemporânea, sendo esta pouca difundida no ensino médio. Alguns fenômenos observados, como a radiação do corpo negro e a temperatura do mesmo não eram explicados pela Física Clássica. Nesse sentido, surge a FMC, que além de explicar esse fenômeno, mostrou-se extremamente importante para o desenvolvimento tecnológico da humanidade, dando infinitas possibilidades para estudos.

Contudo, quando falamos de FMC, imagina-se equipamentos caros e laboratórios sofisticados para que sejam estudados ou detectados. No entanto, através da sequência didática proposta e em especial da Câmara de Nuvens caseira e acessível (com custo de aproximadamente 200 reais) é possível observar, detectar e estudar os fenômenos radioativos, mostrando que é necessário somente disponibilizar tempo e vontade para tornar conceitos tão abstratos, em palpáveis para os estudantes.

Espera-se que o produto seja capaz de despertar a curiosidade e o interesse dos estudantes em FMC, mostrando para eles novas possibilidades e perspectivas de conhecimento, pois ficou evidente através da quantidade de questionamentos propostos. Espera-se também quebrar algumas barreiras existente entre estudantes e conceitos relacionados a radiação, pois a maioria imagina que radiação seja algo maléfico, não imaginando os benefícios que ela traz para a sociedade, desde sua aplicação na conservação de alimentos, usando radiação gama, seu uso na medicina, até o motivo de ter vida na Terra devido a radiação térmica que vem do Sol por meio de ondas eletromagnéticas.

Nessa perspectiva é importante salientar que pretende-se que o produto promova a quebra de paradigma, proporcionado aos estudantes irem além do entendimento e conhecimento de conceitos físicos, pois a maioria conseguiu associar os malefícios e benefícios ao seu cotidiano, favorecendo não só os mesmos, mas todos que estão a sua volta.

Um ensino eficaz depende do professor e dos estudantes e da metodologia aplicada, pois com esse tripé, alunos motivados, professor preparado e metodologia adequada o aprendizado tornará mais prazeroso e assim atingira seu objetivo fim “o aprendizado”. Nesse sentido acredito que o produto educacional alcançará os objetivos propostos com a maioria dos envolvidos.

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

CERBARO, Bianca de Quadros. **Experimentos Para Ensino Médio de Física: Compilando e Testando Experimentos Didáticos no Contexto Curricular**. X Salão de Iniciação Científica-PUCRS, 2009. Disponível em: http://www.pucrs.br/edipucrs/XSalaoIC/Ciencias_Exatas_e_da_Terra/Fisica/70756-BIANCADEQUADROSCERBARO.pdf. Acesso em: 01 nov. 2018.

DELIZOICOV, D; MUENCHEN, C. **Os três momentos pedagógicos e o contexto de produção do livro “física”**. São Paulo: Cortez, 2014.

LAGANÁ, Caio. Estudo de raios cósmicos utilizando uma câmara de nuvens de baixo custo. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, [s.l.], v. 33, n. 3, p.1-5, set. 2011. FapUNIFESP (SciELO). <http://dx.doi.org/10.1590/s1806-11172011000300002>.

SOUZA, Marilaine dos Santos. **Abordando os raios cósmicos no ensino médio: uma proposta de sequência de ensino**. 2017. 92 f. Tese (Doutorado) - Curso de Mestrado Profissional em Ensino de Física, Universidade Federal da Grande Dourados, Dourados, 2017. Disponível em: http://www1.fisica.org.br/mnpef/sites/default/files/dissertacao_Marilaine.pdf. Acesso em: 05 nov. 2018.

APÊNDICE A: QUESTIONÁRIO DIAGNÓSTICO APLICADO



Instituto Federal de Educação Ciência, e Tecnologia de Mato Grosso *Campus*
– Confresa

1) O átomo constitui toda a matéria do Universo, mas o que constitui os átomos?

2) O que é radiação?

3) Qual a diferença entre radiação ionizante e radiação não ionizante?

4) Descreva os malefícios que podem ser causados pelas partículas radioativas alfa, beta e gama?

5) Você já ouviu falar em acidentes envolvendo algum tipo de material radioativo? Quais?

6) A radiação pode ser usada para tratamento de doenças? Caso a resposta seja afirmativa descreva-as.

7) Qual a relação entre radiação e partículas cósmicas?

8) Descreva situações do nosso cotidiano que podemos identificar radiação?

APÊNDICE B: SUGESTÃO PARA QUESTIONÁRIO DIAGNÓSTICO



Instituto Federal de Educação Ciência, e Tecnologia de Mato Grosso *Campus*
– Confresa

1) O átomo constitui toda a matéria do Universo, mas quais partículas constitui os átomos? Marque as alternativas que julgar corretas.

- Prótons
- Núcleo
- Nêutrons
- Força
- Elétrons

2) Você já ouviu falar em radiação? Tente descreve-la em uma única frase:

3) As radiações podem ser: ionizante ou não ionizante. Nesse sentido, classifique as alternativas abaixo, sendo: (I) PARA IONIZANTE e (NI) PARA NÃO IONIZANTE.

- | | |
|-------------------|----------------------------|
| () Micro-ondas | () Ultra Som |
| () Radiação Alfa | () Ondas de Radio |
| () Radiação Beta | () Radiação Infravermelho |
| () Radiação Gama | () Raios X |

4) Ao falar em radiação, você conclui que traz para a humanidade: malefícios, benefícios ou ambos. Justifique sua resposta.

5) Você já ouviu falar em acidentes envolvendo algum tipo de material radioativo? Quais?

6) A radiação ionizante pode ser usada para diagnóstico e tratamento de doenças. Marque as alternativas em que ocorre o uso de radiação das radiações ionizantes.

- Radiografia
- Tomografia Computadorizada

- Ressonância Magnética
- Radioterapia
- Diagnóstico de Diabetes
- Exame de Gravidez
- Dermatite Seborreica
- Mamografia
- Diagnóstico de Tireoide
- Ultrassonografia

7) Ao afirmar que: “Partículas bombardeiam a Terra a todo instante” (NETO, 2008, p.1)

. Marque a alternativa correta para que radiação o autor está falando:

- Raios Cósmicos
- Radiação Eletromagnética
- Radiação Artificial
- Micro-ondas
- N. D.A.

8) Descreva situações do nosso cotidiano que podemos identificar radiação?

APÊNDICE C: QUESTIONÁRIO DO EXPERIMENTO CÂMARA DE NUVENS



Instituto Federal de Educação, Ciência, e Tecnologia de Mato Grosso *Campus*
– Confresa

1) O que pode ser observado com o experimento Câmara de Nuvens? Descreva as observações realizadas?

2) Você conseguiu observar a ionização do vapor de álcool isopropílico? Descreva-os.

3) Marque a alternativa que melhor descreva a relação proposta pelo experimento ao estudo realizado sobre radiações.

- Não conseguiu relacionar;
 Relacionou parcialmente;
 Relacionou totalmente.

4) As situações apresentadas e estudadas através do experimento se assemelham ao cotidiano? Quais?

5) Numa escala de 0 a 10 qual nota você daria para a seguinte situação: O experimento Câmara de Nuvens facilitou o estudo das radiações ionizantes, tornando-a visível.

- 0 2 4 6 8 10

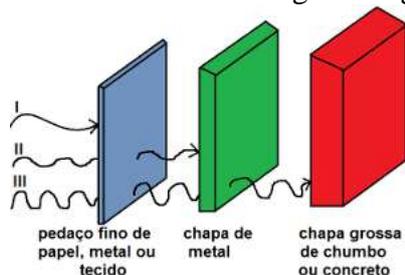
APÊNDICE D: TESTE CONCEITUAL



Instituto Federal de Educação Ciência, e Tecnologia de Mato Grosso *Campus*
– Confresa

Data: _____ Turma: _____
Professor: _____
Estudante: _____

1. Escreva os quatro modelos atômico proposto
2. Explique o sentido da frase “A matéria é feita em grande parte de espaços vazios”.
3. Descreva o que é uma radiação ionizante e uma radiação não-ionizante.
4. Usando a equação postulada por Broglie, calcule o comprimento de onda de um elétron de massa $9,0 \times 10^{-31}$ Kg que se move com velocidade de 100 m/s. Considere a constante de Planck: $h = 6,6 \times 10^{-34}$ J . s.
5. Sabemos que existem dois tipos de radioatividade, a natural e a artificial. Como é chamado os elementos naturais radioativos? Cite um exemplo. Como a radiação artificial é produzida?
6. Descreva os processos de fissão e fusão nuclear.
7. O que é uma Radiação de Fundo?
8. Qual é o equipamento mais usado hoje para medir a radiação de um corpo? Qual a unidade de medida?
9. Como um corpo negro reage a radiação?
10. Porque não somos bombardeados por partículas cósmicas? Cite os dois principais motivos de acordo com o método científico.
11. De acordo com o espectro eletromagnético a frequência é proporcional ao comprimento de onda ou inversamente proporcional? Justifique sua resposta.
12. Ao acessar um site na internet à procura de informações sobre radiações, um aluno encontrou a seguinte figura:



Exercício sobre radiações Título: Radiações

Descreva cada radiação apresentada acima? Qual das radiações é a menos e mais energética e como ela é chamada?

13. O Raio-X é uma faixa do espectro eletromagnético e é de grande utilidade na medicina. Como ele foi descoberto?
14. Porque uma mulher grávida não pode ser submetida ao Raio-X?
15. O contador Geiger é usado para qual finalidade? Explique seu funcionamento.
16. Cite ao menos dois acidentes radioativos que aconteceu no século XX.
17. Qual o maior desastre causado por reações nucleares no mundo?
18. A partícula alfa é constituída por:
19. Quais os benefícios que a energia nuclear pode trazer a sociedade hoje? Cite ao menos cinco exemplos.
20. Quais os malefícios que a energia nuclear pode trazer para a sociedade.
21. Uma determinada fonte gera 3600 ondas por minuto com comprimento de onda igual a 10 m. Determine a velocidade de propagação dessas ondas.
22. O som mais grave que o ouvido humano é capaz de ouvir possui comprimento de onda igual a 17 m. Sendo assim, determine a mínima frequência capaz de ser percebida pelo ouvido humano. Dados: Velocidade do som no ar = 340 m/s.
23. Sabemos que a Física clássica não foi capaz de resolver alguns problemas sobre o corpo negro. Em específico, o que faltava que era essencial para resolver o problema. Qual nome do físico responsável pela descoberta?
24. Qual faixa do espectro eletromagnético é a principal para a vida na terra?
25. Essa afirmação está correta ou incorreta, “O fenômeno no qual determinadas substâncias liberam elétrons quando atingidas por radiação eletromagnética é chamado de **efeito fotoelétrico**”?
26. A constante de Planck é igual a $6,6 \times 10^{-34}$ J.s. Calcule a energia do fóton correspondente a um comprimento de onda de 700 nm e a energia do fóton de comprimento de onda 400 nm. Considere $n = 1$.
27. (UFPR 2015 - C. Gerais)
 No final do século XIX e início do século XX, a Física se defrontou com vários problemas que não podiam ser explicados com as teorias e modelos aceitos até esse período. Um desses problemas consistia em explicar corretamente o fenômeno do Efeito Fotoelétrico. Sobre esse efeito, considere as seguintes afirmativas:
 1. Esse efeito foi observado primeiramente por Henrich Hertz e sua explicação correta foi publicada em 1905 por Niels Bohr.
 2. A explicação correta desse efeito utilizou uma ideia de Max Planck, de que a luz incidente não poderia ter energia com um valor qualquer, mas sim uma energia dada

por múltiplos inteiros de uma porção elementar.

3. Segundo o modelo proposto, cada fóton, ao colidir com um elétron, transfere-lhe uma quantidade de energia proporcional a sua velocidade.

Assinale a alternativa correta.

28. Calcule a frequência de um fóton que possui uma energia de $5,25 \times 10^{12}$ J. Constante de Planck $6,6 \times 10^{-34}$ J.s. $n = 1$.
29. O efeito fotoelétrico é caracterizado por arrancar prótons, elétrons ou nêutrons de uma placa metálica? Justifique sua resposta.
30. Por que o tungstênio é o filamento usado na máquina de Raio-X? Cite outro exemplo de onde esse filamento é encontrado.
31. Para o experimento da câmera de Wilson, o que é usado para ter uma variação de temperatura suficiente para acontecer a reação?
32. O que foi usado na câmera de Wilson que gerou a nuvem ou fumaça observada. Por que?
33. O Brasil possui quantas usinas nuclear ativas? Quais? Qual porcentagem de energia elétrica essas usinas produzem?
34. Como é descartado o lixo nuclear gerado por usinas nucleares?
35. Qual país que mais produz energia nuclear hoje?
36. Qual sua opinião sobre energia nuclear?

APÊNDICE E: Questionário do Projeto “Estudo de Radiações Ionizantes e Não Ionizantes Utilizando como Facilitador a Câmara de Wilson” e o uso de experimentos.



**Instituto Federal de Educação Ciência, e Tecnologia de Mato Grosso *Campus*
– Confresa**

1) Já tiveram aulas experimentais na disciplina de Física. Marque a alternativa que melhor adapta a questão:

Nunca As vezes Sempre Todas as aulas

2) As associações dos experimentos reais e virtuais ao vídeo ajudaram na compreensão dos conteúdos apresentados? Justifique.

3) Numa escala de 0 a 10 qual nota você daria para a seguinte situação: As aulas contribuíram para compreender conceitos de radiações ionizantes e não ionizantes.

0 2 4 6 8 10

4) Através das aulas foi possível compreender o surgimento da Física Moderna e Contemporânea e associar ao desenvolvimento tecnológico da humanidade?

5) Após a realização das aulas, você compreende quais os benefícios e malefícios causados pelas radiações?

6) Numa escala de 0 a 10 qual nota você daria para a seguinte situação: O quadro de doses de radiação ionizante possibilitou compreender as situações reais e as radiações que estamos submetidos em nosso dia-a-dia e compara-las.

0 2 4 6 8 10

APÊNDICE F: APRESENTA TODAS AS AULAS DA SEQUÊNCIA DIDÁTICA

CÂMARA DE NUVENS

Professor : Devacir Vaz de Moraes

Índice

- Importância e história da Câmara de Wilson
- Constituição atômica
- Radiações ionizantes e não ionizantes
- Radiação Natural e artificial
- Reatores nucleares

Barra do Graças
2019

- Radiação de fundo
- Medidores de radiação
- Unidades de medidas para radiação
- Contadores e medidores
- Espectro do corpo negro
- Radiação das partículas Cósmicas
- Espectro Eletromagnético
- Partículas alfa, beta, raio-x e gama
- Aplicação da radiação na saúde.
- Benefícios e malefícios da radiação.

OBJETO DE ESTUDO:

Física Moderna e Contemporânea (FMC) e em especial o estudo dos diferentes tipos de radiações ionizantes (alfa, beta, raio-x e gama) e não ionizantes e partículas cósmicas.

A HISTÓRIA E A IMPORTÂNCIA DA CÂMARA DE NUVENS

Figura1: Esquema representa a câmara construído por Wilson

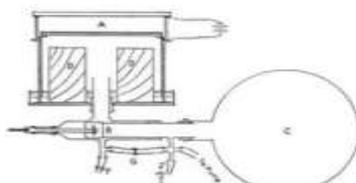
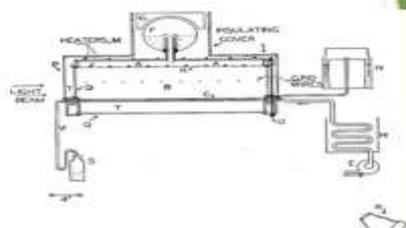


Figura 2: Esquema da Câmara de Nuvens por Difusão



RADIAÇÃO NATURAL - SÉRIES RADIOATIVAS NATURAIS

Na natureza existem elementos radioativos que realizam transmutações ou “desintegrações” sucessivas, até que o núcleo atinja uma configuração estável. Isso significa que, após um decaimento radioativo, o núcleo não possui, ainda, uma organização interna estável e, assim, ele executa outra transmutação para melhorá-la e, ainda não conseguindo, prossegue, até atingir a configuração de equilíbrio.

SÉRIES RADIOATIVAS NATURAIS

Figura 6. Decaimento radioativo da série Urânio, actínio e tório

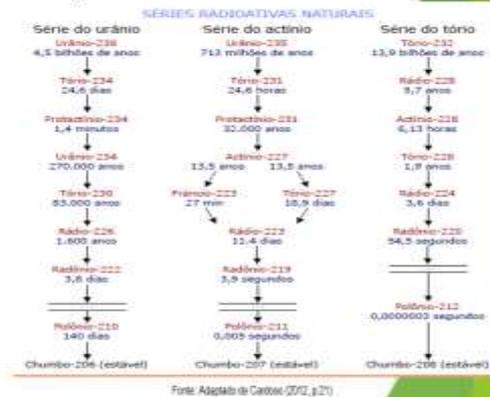


Figura 7. Decaimento radioativo da série Urânio, actínio e tório

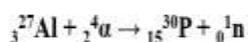


Determinados núcleos que têm um excesso de nêutrons podem tentar alcançar a estabilidade convertendo um nêutron em um próton com a emissão de um elétron.

Todos os elementos radioativos existentes originaram-se de um dos três isótopos: Urânio-238, Urânio-235 ou Tório-234

RADIAÇÃO ARTIFICIAL

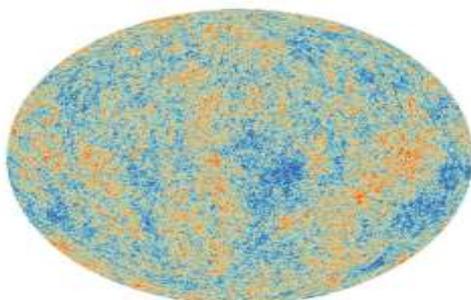
A radiação artificial está ligada ao bombardeamento de partículas aceleradas (partículas alfa, beta, próton, nêutron, pósitron e deuteron). O primeiro isótopo radioativo artificial foi produzido pelo casal de pesquisadores franceses **Jean Frédéric Joliot-Curie (1900-1958)** e **Irène-Curie (1897-1956)** – filha de Marie Curie.



RADIAÇÃO DE FUNDO

A radiação do fundo do universo é o sinal eletromagnético proveniente das regiões mais distantes do Universo (a 10 bilhões de anos-luz), é radiação remanescente do estado quente que o Universo se encontrava quando se formou (na verdade quando ele ficou transparente, há 10 bilhões de anos). Foi descoberta por Arno Allan Penzias (1933-) e Robert Woodrow Wilson (1936-), Wilson recebeu o Nobel de Física em 1978.

Figura 8: Anisotropias na radiação de fundo



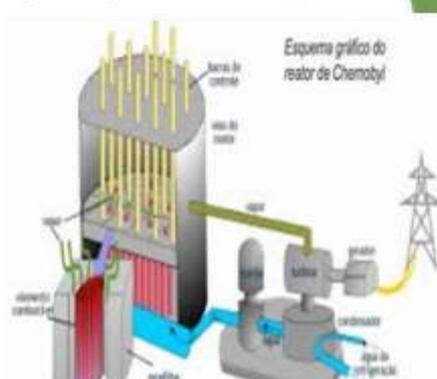
Fonte: Adaptado de Fitos (2014, p.11)

REATORES NUCLEARES

O reator nuclear é o “equipamento” ou sistema onde se realizam as reações nucleares de forma controlada. Os nêutrons comandam o funcionamento do reator e as principais reações nucleares com nêutrons são:

- Reação de absorção: aplicações (medicina, indústria, meio ambiente, etc.)
- Reação de espalhamento: nêutron transfere parte de sua energia cinética para o núcleo alvo.
- Reação de fissão: nêutron desestabiliza o núcleo alvo.

Figura 9: Ilustração dos reator nuclear de Chernobyl



Fonte: Adaptado de Cardoso (2012, p.48)

MEDIDORES DE RADIAÇÃO

São dispositivos (aparelhos) capazes de indicar a presença de radiação, convertendo a energia da radiação em um sinal elétrico, luz ou reação química.

Detector/Contador Geiger-Muller (GM)



Fonte: Cardoso (2012, p.33)

Desenvolvido por Geiger e Muller em 1928 e muito usado ainda atualmente por sua simplicidade

DOSE ABSORVIDA

No SI (Sistema Internacional) a sua unidade é J/kg a que foi dado o nome de gray (Gy).

Um gray é a absorção de 1 J de radiação por 1 kg de matéria.

O gray foi nomeado em homenagem ao físico britânico Louis Harold Gray, um pioneiro no campo da medição de radiação na faixa das radiofrequências e raios-X.

DOSE EQUIVALENTE

Sievert (Sv). O nome foi dado em homenagem ao médico sueco Rolf Maximilian Sievert (1896-1966) que estudou os efeitos biológicos da radiação. Essa unidade permite relacionar os vários efeitos biológicos de vários tipos de radiação.

$$1 \text{ Sv} = 1 \text{ J/kg} = 1 \text{ m}^2 \cdot \text{s}^{-2}$$

ATIVIDADE DE UM RADIONUCLÍDEO

- Atividade: Número de desintegrações nucleares de seus átomos/unidade de tempo.
- Curie (Ci) : Atividade de 1 g de Rádio:1
 $Ci = 3.7 \times 10^{10} Bq$
 - Múltiplos: mCi & uCi
- Becquerel (Bq): Unidade do SI
 - 1 Bq = 1 desintegração por segundo.
 - Múltiplos kBq & MBq

Exposição

O Röntgen ou Roentgen (R) é uma unidade de exposição a radiações ionizantes. O nome foi dado como homenagem ao físico alemão Wilhelm Conrad Röntgen (ou Roentgen) (1845-1923) que descobriu os raios X.

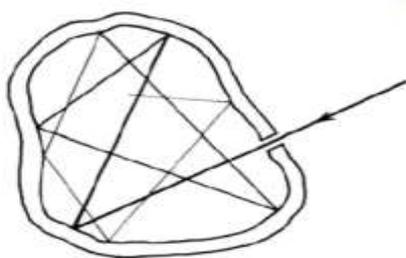
Especificamente, o röntgen é a quantidade de radiação necessária para produzir $1,610 \times 10^{12}$ pares de ions num centímetro cúbico de ar seco a $0^{\circ}C$.

O rem foi substituído pelo Sievert. $1 Sv = 100$ rem.

RADIAÇÃO DO CORPO NEGRO

A primeira menção a corpos negros deve-se a Gustav Kirchhoff em 1860.

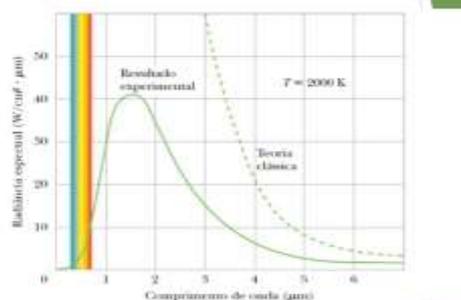
Figura 10- Objeto com uma cavidade e um orifício representando o que seria aproximado um corpo negro



Fonte: Adaptado de Strogatz (2019, p.21)

ESPECTRO DO CORPO NEGRO

Figura 11- Curva experimental (linha tracejada) e teórica (linha contínua) da radiação espectral

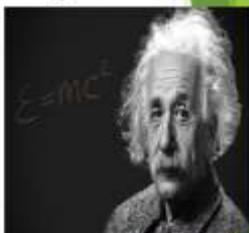


Fonte: Adaptado de Halliday, Resnick e Walker (2009, p. 452)

Max Planck em 1900 supôs que a energia nas paredes dos osciladores eram quantizadas



Em 1917 Albert Einstein conseguiu demonstrar que os átomos podem emitir e absorver fótons e manter-se em equilíbrio com a radiação.



ATIVIDADE EXPERIMENTAL

https://phet.colorado.edu/sims/html/blackbody-spectrum/latest/blackbody-spectrum_pt_BR.html

RADIAÇÃO DAS PARTÍCULAS CÔSMICAS

Elétrons, prótons e núcleos de alta energia e podem ser produzidos em uma diversidade de ambientes astronômicos. Essas partículas viajam através do Universo e muitas delas acabam alcançando nosso planeta. Para os casos mais comuns essa interação resulta basicamente em três componentes: hadrônica, eletromagnética e muônica.

Figura 12: Ilustração da Radiação Cômica atingindo Terra



Figura 13: Criação de um par de elétron-pósitron

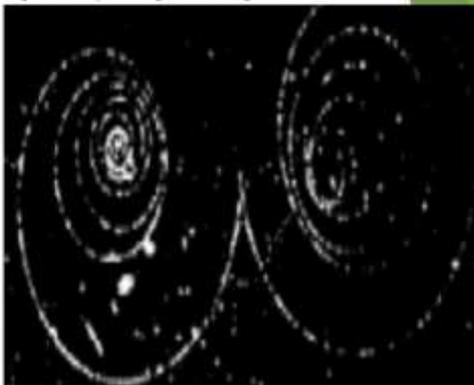
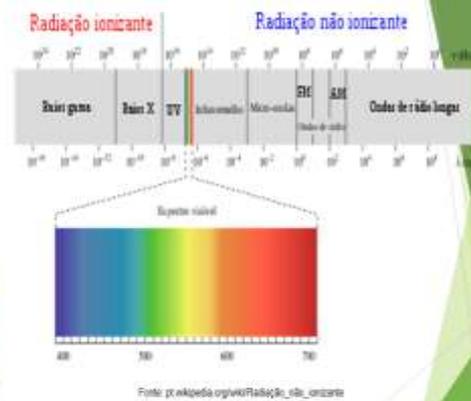


Figura 17: Espectro eletromagnético caracterizando radiações não ionizantes e ionizantes



ESPECTRO ELETROMAGNÉTICO, PARTÍCULAS ALFA, BETA, RAIOS-X E GAMA.

Figura 14: Núcleo radioativo emite radiação alfa

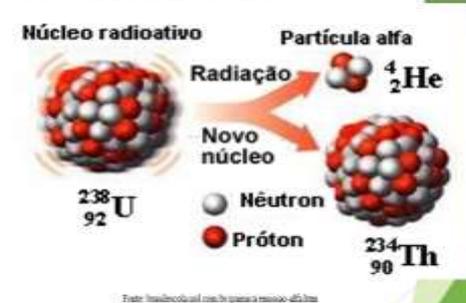


Figura 15: Núcleo radioativo emite radiação beta

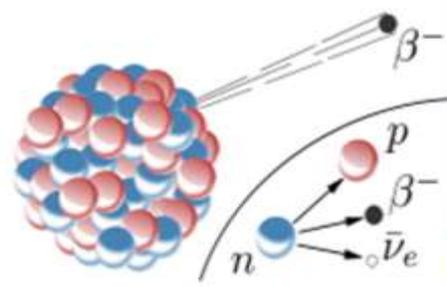
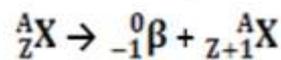
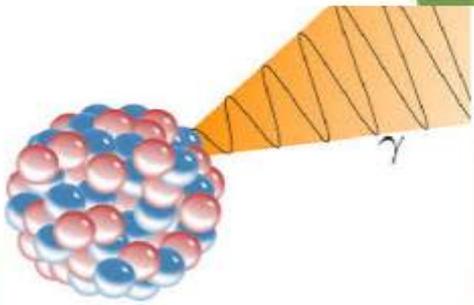
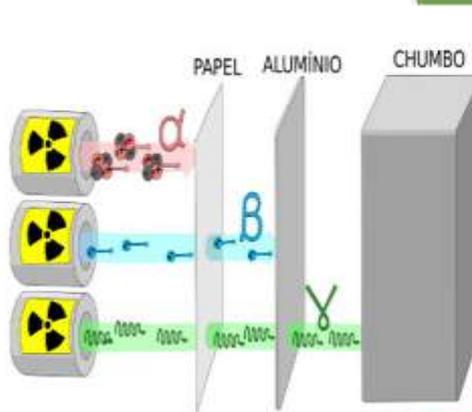


Figura 16: Núcleo radioativo emite radiação gama



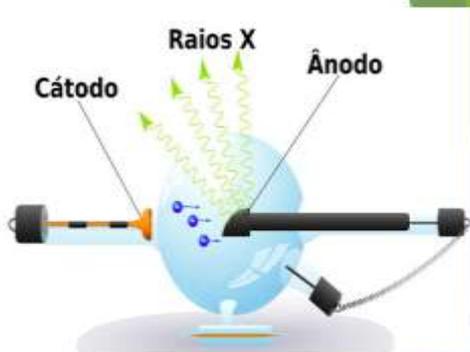
Fonte: Adaptado do google imagens

Figura 17: Barreiras para as radiações alfa, beta e gama



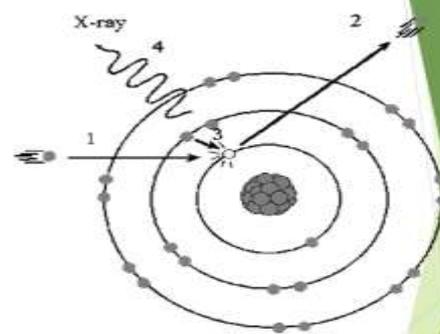
Fonte: braselecola.uol.com.br/turma-cienciaeao-alfa.htm

Figura 18: Diagrama de um tubo Raio X



Fonte: braselecola.uol.com.br/raio-x.htm

Figura 19: Diagrama de um tubo Raio X



Fonte: blogportal3.blogspot.com/2010/08/tercio-de-fisica.html

APRESENTAÇÃO DO EXPERIMENTO FÍSICO

BENEFÍCIOS DA RADIAÇÃO

A MEDICINA NUCLEAR

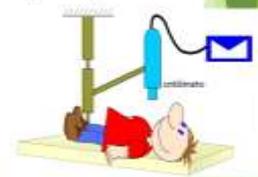
É a área da medicina onde são utilizados os radioisótopos, tanto em diagnósticos como em terapias.

Figura 20: Tomografia Computadorizada



Fonte: <http://www.radiacao-medica.com.br/raios-sobre-radiacao/beneficios-e-risco-de-radiacao/radiacao-na-medica/>

Figura 21: Diagnóstico de Tireoide



Fonte: Cardoso (2012, p.37)

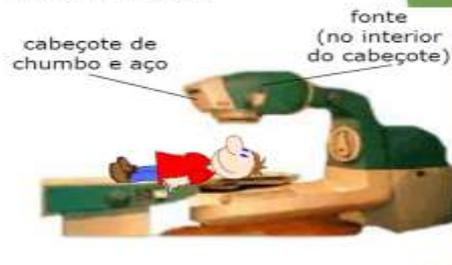
Figura 22: Mapeamento do Fígado e Pulmão



Fonte: Cardoso (2012, p.37)

O iodo radioativo é ideal para aplicação em medicina, tanto em diagnóstico como em terapia: tem meia-vida curta; é absorvido preferencialmente por um órgão (a tireóide); é eliminado rapidamente do organismo; a energia da radiação gama é baixa.

Figura 23: Aparelho de radioterapia

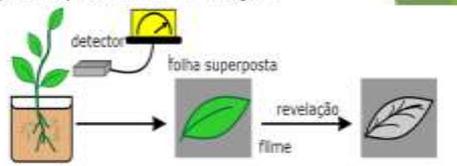


Fonte: Cardoso (2012, p.37)

Um dos aparelhos de radioterapia mais conhecidos é a Bomba de Cobalto (Co-60), usada no tratamento contra o câncer

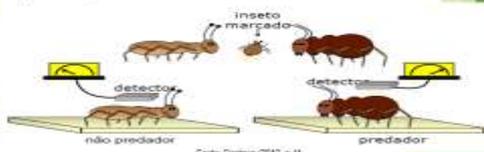
APLICAÇÕES NA AGRICULTURA

Figura 24: Traçadores radioativos usados em planta



Fonte: Cardoso (2012, p.41)

Figura 25: Traçadores radioativos

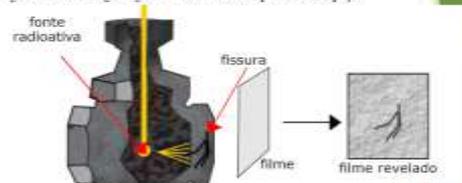


Fonte: Cardoso (2012, p.41)

APLICAÇÕES NA INDÚSTRIA

A aplicação de radioisótopos mais conhecida na indústria é a radiografia de peças metálicas ou gamagrafia industrial.

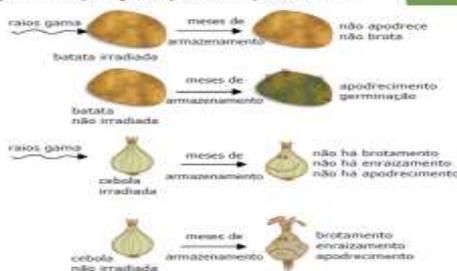
Figura 26: Uso de gamagrafia no controle de qualidade de peças



Fonte: Cardoso (2012, p.42)

A PRESERVAÇÃO DE ALIMENTOS POR IRRADIAÇÃO

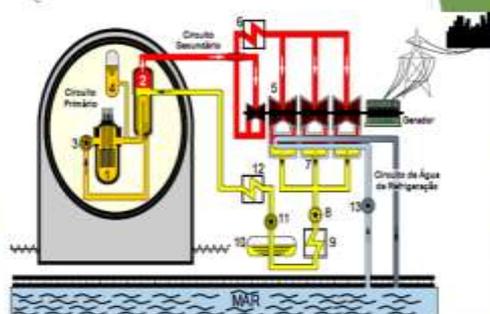
Figura 27: Radiação na preservação e conservação dos alimentos



Fonte: Cardoso (2012, p.43)

PRODUÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA USANDO FISSÃO NUCLEAR

Figura 28: Usina Nuclear



Fonte: Cardoso (2012, p.42)

MALEFÍCIOS PROVOCADOS PELA RADIAÇÃO

Grandes Doses de radiações ionizantes podem provocar:

- Doença aguda reduzindo a produção de células sanguíneas e danificando o trato digestivo.
- Danificar o coração e os vasos sanguíneos (sistema cardiovascular), o cérebro e a pele.
- Lesão visível do tecido varia com o tipo de tecido.
- Provocar câncer.
- A exposição de espermatozoides e óvulos à radiação traz um pequeno aumento do risco de defeitos genéticos nos descendentes.

- Material radioativo externo e interno (material que foi inalado ou ingerido) e tratam os sintomas e as complicações da lesão por radiação.

Figura 29: Mutação gerada pelo contato com radiações.



Fonte: mundoeducacao.bol.uol.com.br/quimica/foto-radicao-no-corpo-humano.htm

LIXO NUCLEAR

Figura 30: Representa a dificuldade em encontrar depósito definitivo para lixo nuclear.

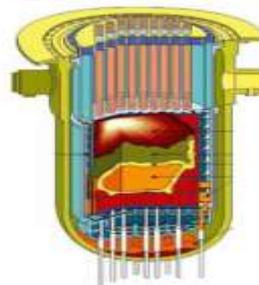


Fonte: g1.globo.com/natureza/noticia/dificil-busca-pelo-deposito-definitivo-de-lixo-nuclear.g1.html

ACIDENTES ENVOLVENDO RADIAÇÃO

Acidente Nuclear em Three Miles Island

Figura 31: Vaso de Pressão de Three Miles Island após o acidente

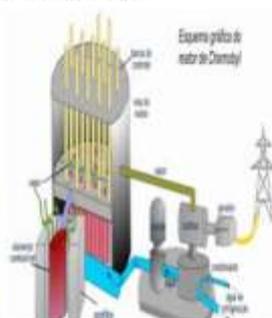


Fonte: [Cartões \(2012, p.42\)](http://Cartões (2012, p.42))

O acidente ocorreu no estado da Pensilvânia nos EUA, começou às 4 da manhã da quarta-feira, dia 28 de Março de 1979.

ACIDENTE NUCLEAR DE CHERNOBYL

Figura 32: Ilustração dos reator nuclear de Chernobyl



Fonte: [Adaptado de Cartões \(2012, p.49\)](http://Adaptado de Cartões (2012, p.49))

Foi um acidente nuclear catastrófico ocorrido entre 25 e 26 de abril de 1986 no reator nuclear nº 4 da Usina Nuclear de Chernobil, perto da cidade de Pripyat, antiga União Soviética.

ACIDENTE NUCLEAR DE FUKUSHIMA

Figura 32: Ilustração da usina de Fukushima



Fonte: [Adaptado de Cartões \(2012, p.48\)](http://Adaptado de Cartões (2012, p.48))

Ocorrido em 11 de março de 2011 no Japão, causado pelo Tsunami provocando maremoto, derretendo de três dos seis reatores nucleares da usina.

DANOS CAUSADAS PELOS ACIDENTES NUCLEARES

MAYAK 29 de Setembro de 1957, o segundo maior acidente nuclear da história da ex-União Soviética na central nuclear de Mayak, província de Chelyabinsk, sul dos Urais, provocando pelo menos 200 mortes imediatamente e muitas mais por doenças provocadas pela radiação

WINDSCALE 10 de Outubro de 1957, ocorrido em Windscale, Grã-Bretanha, provocou uma nuvem de radiação que afectou uma área de cerca de 500 quilómetros quadrados, provocando 32 mortes directas

O acidente nuclear em **Three Miles Island** provocou a evacuação de 663.500 pessoas num raio de 32km.

O acidente nuclear de **Chernobil** provocou a evacuação de cerca 200 mil pessoas num raio de 30km. Um relatório da ONU de 2005 fala em 56 mortes directas e cerca de 9 mil mortes causadas por doenças provocadas pela radiação.

O acidente nuclear em **Fukushima**, provocou a evacuação de 170 mil pessoas num raio de 50km e uma morte no ano de 2018.

Acidente com céσιο-137

Um dos maiores **acidentes** com o isótopo Césio-137 iniciou no dia 13 de setembro de 1987, em **Goiânia**, Goiás.

Figura 33: Aparelho de radioterapia



Fonte: super.abril.com.br/mundo-estranho/o-que-foi-o-acidente-com-o-cesio-137

O dono do estabelecimento era Devair Alves Ferreira, que, ao desmontar a máquina, expôs ao ambiente 19,26 g de cloreto de céσιο-137 (CsCl).

Vítimas apareceram com os primeiros sintomas da contaminação (vômitos, náuseas, diarreia e tonturas).

Somente no dia 29 de setembro a esposa do dono do ferro velho levou o aparelho de radioterapia até a vigilância sanitária.

Figura 34: Área do ferro velho



Fonte: pt.wikipedia.org/wiki/Acidente_radiol%C3%B3gico_de_Goi%C3%A2nia

O físico Valter Mendes, de Goiânia

A retirada de todo o material contaminado com o céσιο-137 rendeu cerca de 6000 toneladas de lixo (roupas, utensílios, materiais de construção etc.). Tal lixo radioativo encontra-se confinado em 1.200 caixas, 2.900 tambores e 14 contêineres (revestidos com concreto e aço) em um depósito construído na cidade de Abadia de Goiás, onde deve ficar por aproximadamente 600 anos.

Figura 34: Capas de alguns jornais



Fonte: google imagens

VÍTIMAS

Entre as vítimas fatais, podemos citar a menina **Leide das Neves**, seu pai Ivo, Devair e sua esposa, Maria Gabriela, e dois funcionários do ferro-velho. No entanto, cerca de 104 pessoas morreram nos anos seguintes e 1 600 foram afetadas diretamente

Quadro de Doses de Radiação

Este é um quadro de referência de radiação que serve para uma primeira avaliação e para estimar doses. É válido para a maioria dos casos, mas não deve ser usado para fins de diagnóstico ou tratamento. Para obter informações mais detalhadas, consulte o site do CNEN.

Exemplos de fontes e doses:

- Radiação natural (radônio, urânio, tório): 2-3 mSv/ano
- Exames médicos:
 - Radiografia simples: 0,01-0,1 mSv
 - Tomografia computadorizada: 1-10 mSv
 - Exame de ultrassom: 0,01-0,1 mSv
 - Exame de ressonância magnética: 0,01-0,1 mSv
- Fontes artificiais:
 - Radiação de Chernobyl (1986): 0,01-0,1 mSv
 - Radiação de Fukushima (2011): 0,01-0,1 mSv

Limites de dose:

- Limite anual para trabalhadores: 20 mSv
- Limite anual para o público: 1 mSv
- Limite para gestantes: 5 mSv

Quadro de Doses de Radiação (Continuação)

Exemplos de fontes e doses:

- Radiação natural (radônio, urânio, tório): 2-3 mSv/ano
- Exames médicos:
 - Radiografia simples: 0,01-0,1 mSv
 - Tomografia computadorizada: 1-10 mSv
 - Exame de ultrassom: 0,01-0,1 mSv
 - Exame de ressonância magnética: 0,01-0,1 mSv
- Fontes artificiais:
 - Radiação de Chernobyl (1986): 0,01-0,1 mSv
 - Radiação de Fukushima (2011): 0,01-0,1 mSv

Limites de dose:

- Limite anual para trabalhadores: 20 mSv
- Limite anual para o público: 1 mSv
- Limite para gestantes: 5 mSv

Fonte: CNEN, IAEA, OIEA.

REFERENCIAL BIBLIOGRÁFICO

GARCIA, Eduardo A.c. **BIÓFISICA**. São Paulo: Servier, 2002.

HALLIDAY, D.; RESNICK; WALKER, J. **FUNDAMENTOS DE FÍSICA, VOLUME 4: ÓPTICA E FÍSICA MODERNA**. 8. Ed. Rio de Janeiro: LTC, 2009.

CARDOSO, Eliezer de Monra. **A ENERGIA NUCLEAR**. - 3. ed. - Rio de Janeiro: CNEN, 2012. (Apostila educativa), 52 p.

STRINGASCI, Miriam Denise. **A RADIAÇÃO DO CORPO NEGRO E SUA INFLUÊNCIA SOBRE OS ESTADOS DOS ÁTOMOS**. Disponível em: <www.ific.usp.br/Teaching/Seminário-Miriam-Radiao-do-corpo-negro>. Acesso em: 20 set. 2019.

NOUAILHETAS, Yamiel. **RADIAÇÕES IONIZANTES E A VIDA**- 3 ed.- Rio de Janeiro: CNEN, 2012. (Apostila educativa).

OKUNO, Emico. **EFEITOS BIOLÓGICOS DAS RADIAÇÕES IONIZANTES. ACIDENTE RADIOLÓGICO DE GOIÂNIA**. São Paulo: Estudos Avançados, v. 27, n. 77, 2013. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0103-40142013000100014>. Acesso em: 23 set. 2019.

MELLO NETO, João Torres de. **ASTRONOMIA DE RAIOS CÓSMICOS: Mistério revelado abre uma nova janela para o Universo**. 2008. Disponível em: <https://www.ifufjf.br/~fmm/extension/ArtigoRaiosCosmicos.pdf>. Acesso em: 20 jun. 2019.

SOUZA, Líria Alves de. **EFEITOS DA RADIAÇÃO NO CORPO HUMANO**. Disponível em: <https://mundoeducacao.bol.uol.com.br/quimica/efeitos-radiacao-no-corpo-humano.htm>. Acesso em: 29 out. 2019.

WELLE, Deutsche. **A DIFÍCIL BUSCA PELO DEPÓSITO DEFINITIVO DO LIXO NUCLEAR**. Disponível em: <https://g1.globo.com/natureza/noticia/a-dificil-busca-pelo-deposito-definitivo-de-lixo-nuclear-ghml>. Acesso em: 29 out. 2019.

Os slides (APENCE F) estão disponíveis no link:

<https://drive.google.com/file/d/1p23QIsWiCmwxShf4CrGVkHC682NL-slW/view?usp=sharing>