

OFICINA TEMÁTICA

O USO DA RADIAÇÃO NA MEDICINA:

RAIOS-X E RADIOTERAPIA

Elenice Felimberti Gonzatto

Orientadora: Prof^a. Dr^a. Tania Denise Miskinis Salgado

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
INSTITUTO DE QUÍMICA
PROGRAMA NACIONAL DE MESTRADO PROFISSIONAL EM QUÍMICA EM
REDE NACIONAL – PROFQUI

PRODUTO EDUCACIONAL

OFICINA TEMÁTICA
O USO DA RADIAÇÃO NA MEDICINA:
RAIOS-X E RADIOTERAPIA

AUTORA: ELENICE FELIMBERTI GONZATTO

ORIENTADORA: Prof^a. Dr^a. TANIA DENISE MISKINIS SALGADO

Porto Alegre

2020

SUMÁRIO

APRESENTAÇÃO.....	04
OFICINA TEMÁTICA “O USO DA RADIAÇÃO NA MEDICINA: RAIOS-X E RADIOTERAPIA”.....	07
INTRODUÇÃO.....	08
1º MOMENTO PEDAGÓGICO – PROBLEMATIZAÇÃO INICIAL.....	10
2º MOMENTO PEDAGÓGICO – ORGANIZAÇÃO DO CONHECIMENTO	
PARTE I: RAIOS-X.....	13
2º MOMENTO PEDAGÓGICO – ORGANIZAÇÃO DO CONHECIMENTO	
PARTE II: RADIOATIVIDADE.....	23
3º MOMENTO PEDAGÓGICO – APLICAÇÃO DO CONHECIMENTO.....	29
SUGESTÃO DE MATERIAL DE APOIO.....	34
REFERÊNCIAS.....	37
APÊNDICE A – Texto 1: Aplicações da Radioatividade na Medicina.....	39
APÊNDICE B – Texto 2: Radioatividade.....	40
APÊNDICE C – Texto 3: Histórico da descoberta da Radioatividade.....	43
APÊNDICE D – Texto 4: Tempo de meia-vida dos elementos radioativos.....	46

APRESENTAÇÃO

Um dos grandes desafios da atualidade no ensino de Química constitui-se em proporcionar aos estudantes a construção de um conhecimento químico sólido, de modo que estes consigam aplicar os conceitos científicos estudados em sala de aula no seu cotidiano. Favorecendo, dessa forma, a formação para a cidadania e instrumentalizando os discentes para solucionar os desafios resultantes das constantes transformações científicas e tecnológicas que marcam a sociedade contemporânea.

De acordo com autores que tratam sobre o ensino de Química (CHASSOT, 1990; MALDANER, 2003; MORTIMER; SCOTT, 2014; SANTOS; SCHNETZLER, 2003), o caminho para essa realidade se efetivar aponta para a perspectiva da contextualização do ensino. Contextualizar os conhecimentos químicos consiste em partir de temáticas relacionadas com a vivência dos estudantes, as quais façam parte do seu cotidiano, do seu mundo sociocultural e que emergem do interesse dos mesmos.

A teoria de aprendizagem Histórico-Cultural de Vygotsky (MOREIRA, 1999; REGO, 1995), a qual serviu como referencial para este trabalho, postula que a aprendizagem ocorre nas interações sociais mediadas por pessoas mais experientes da cultura, como o professor, num processo de internalização dos conceitos, por meio dos instrumentos e signos, sendo a linguagem o mais importante deles. Com relação à formação dos conceitos, Vygotsky coloca que há uma interlocução de saberes entre os conceitos cotidianos e os conceitos científicos, onde ambos se influenciam mutuamente. Segundo esta teoria, para que ocorra a construção do conhecimento por parte do estudante, o professor deve partir do nível de desenvolvimento real, ou seja, aquilo que o sujeito já sabe, e chegar ao nível de desenvolvimento proximal, incidindo, assim, na Zona de Desenvolvimento Proximal do educando.

Nesse sentido, a perspectiva curricular de ensino baseada na abordagem temática apresenta-se como uma possibilidade de promover a contextualização no ensino de Química, através da problematização de temas que emergem da vivência dos estudantes. Sendo que uma proposta metodológica que se apresenta viável nesse contexto refere-se ao trabalho com Oficinas Temáticas (OT).

Segundo Marcondes (2008), a Oficina Temática configura-se como uma proposição metodológica que procura tratar os conhecimentos científicos de forma inter-relacionada e contextualizada, envolvendo os estudantes em um processo ativo de construção do seu próprio conhecimento e de reflexão que possa contribuir para a tomada de decisões. As Oficinas Temáticas podem ser estruturadas em três Momentos

Pedagógicos (MP), conforme proposto por Delizoicov e Angotti (1992), os quais são: 1ºMP - Problematização inicial; 2ºMP - Organização do conhecimento e 3ºMP - Aplicação do conhecimento.

Com o intuito de trabalhar os conceitos sobre Radiações e Radioatividade no Ensino Médio, na perspectiva da contextualização e sob o enfoque da abordagem temática, foi elaborada pela autora uma Oficina Temática intitulada "**O uso da radiação na medicina: Raios-X e Radioterapia**" a qual foi organizada com base na metodologia dos três momentos pedagógicos. Nela foram organizadas atividades com o objetivo de trabalhar a temática Radiações/Radioatividade aplicada à medicina, em especial sobre o diagnóstico de doenças por meio de exames de Raios-X e sobre o tratamento do câncer através da Radioterapia.

A dissertação completa que deu origem à Oficina Temática e a este material didático se encontra disponível no Repositório Digital da UFRGS (LUME) e pode ser acessada por uma pesquisa simples buscando pelo nome da autora. Na dissertação encontra-se toda a fundamentação teórica que embasou o trabalho, bem como os resultados da aplicação da OT para uma turma de estudantes do ensino médio de uma escola pública.

No presente material que compõe o Produto Educacional desenvolvido pela autora no Mestrado Profissional em Química em Rede Nacional – PROFQUI, estão sendo disponibilizadas as atividades que fizeram parte da referida OT, bem como todas as informações necessárias sobre os materiais utilizados e suas respectivas fontes de consulta, além de sugestões de material de apoio.

Este material destina-se aos professores que desejam trabalhar com a relevante temática Radiações e Radioatividade em sala de aula, tanto no ensino fundamental quanto no ensino médio, em consonância com o que vem sendo preconizado nos documentos legais, como a BNCC (BRASIL, 2017), por exemplo. Cabe ressaltar, ainda, que esta OT pode apresentar-se como uma opção de atividade para fazer parte dos itinerários formativos, previstos pela Lei nº 13.415/2017, mais conhecida como Lei da Reforma do Ensino Médio (BRASIL, 2017). Em especial, para os estudantes que desejam seguir uma profissão na área da saúde, como medicina, enfermagem ou mesmo um curso técnico em Radiologia, visto que contempla aspectos relacionados com a realização de exames de Raios-X para o diagnóstico de doenças e sobre o tratamento para o câncer, por meio da Radioterapia. Além disso, pode também contribuir com conhecimentos para os estudantes que se interessam pela área da Química, com um

enfoque voltado para as aplicações tecnológicas das Radiações e da Radioatividade, estudos sobre energia nuclear, entre outros que estejam relacionados com a referida temática.

A Oficina Temática apresenta a duração de 12 períodos de aula e se encontra estruturada da seguinte forma:

- **1º MP – Problematização Inicial (02 períodos)** - questionário inicial com o objetivo de conhecer as concepções iniciais dos estudantes a respeito do uso da radiação para diagnóstico e tratamento de doenças e realização de uma Simulação do Laboratório Virtual da USP sobre Raios-X;

- **2º MP – Organização do Conhecimento (08 períodos)** - dividido em duas partes:

Parte I (04 períodos) - conhecimentos relacionados à radiação do tipo Raios-X e como são realizados os exames para o diagnóstico de doenças que utilizam este tipo de radiação;

Parte II (04 períodos) - conhecimentos relacionados à Radioatividade e como as radiações alfa, beta e gama podem ser utilizadas no tratamento do câncer através da Radioterapia;

- **3º MP – Aplicação do Conhecimento (02 períodos)** - os estudantes são orientados a se organizar em grupos e escolher um subtema dentro da temática geral “Radiações e Radioatividade”. Sobre o assunto escolhido, deve ser organizada uma pequena oficina ou minicurso a ser ministrado para estudantes de outras turmas da escola, os quais podem ser realizados no contraturno das aulas. Estes minicursos podem, inclusive, ser apresentados pelos discentes em Feiras de Ciências, caso estas sejam realizadas na escola.

A Oficina Temática "**O uso da radiação na medicina: Raios-X e Radioterapia**" emerge como uma proposta de abordagem diferenciada, na perspectiva da contextualização, com temas ligados à realidade dos estudantes e que rompe com a metodologia tradicional de ensino. Trata-se de um material didático alternativo com atividades instigantes e informações confiáveis, visto que, para além dos livros didáticos, há muito pouco material disponível que aborde a referida temática para ser utilizado pelo professor em sala de aula.

Esperamos que esta OT forneça subsídios que auxiliem os professores na nobre missão de ensinar Química!

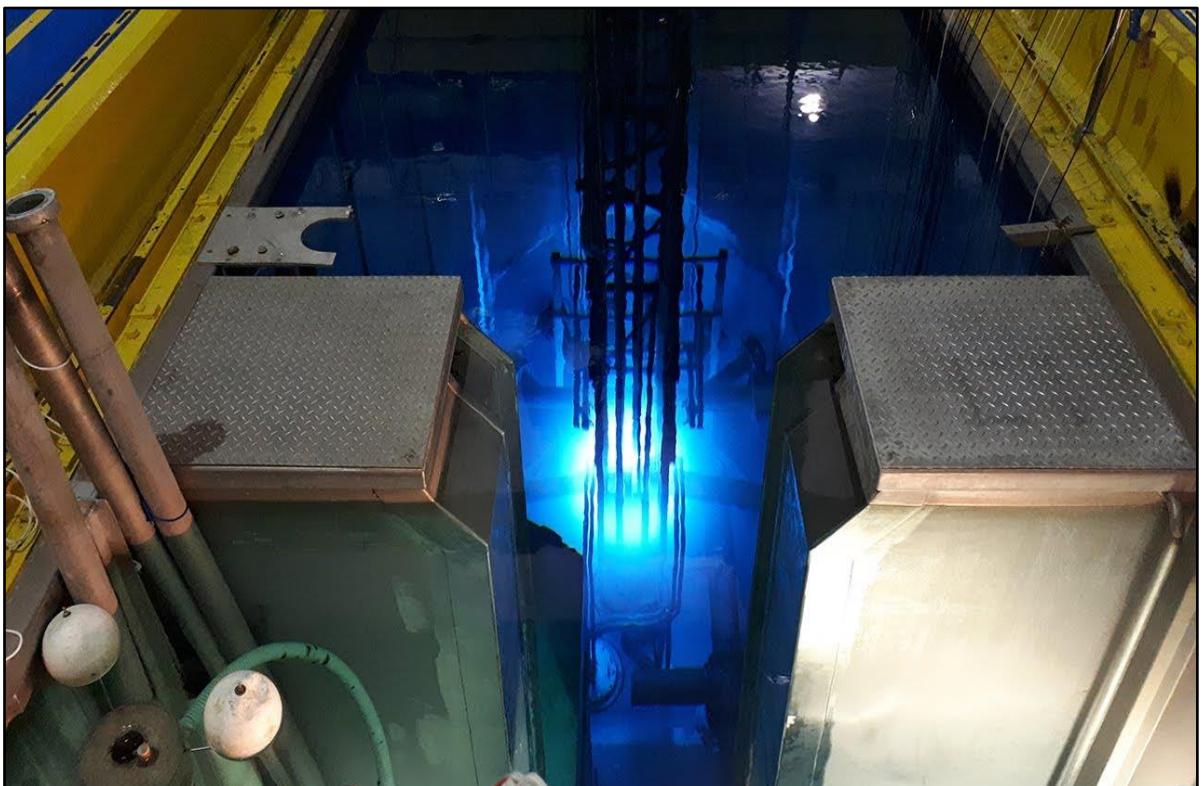
Elenice Felimberti Gonzatto

Autora

OFICINA TEMÁTICA

O uso da Radiação na Medicina: Raios-X e Radioterapia

Figura 1: Saguão da Piscina onde se localiza o Reator Nuclear da USP¹



Fonte: IPEN

¹ Figura 1. Disponível em <<https://www.youtube.com/watch?v=Px-wrOBfDMs->>. Acesso em: 25 jun. 2019.

INTRODUÇÃO

A descoberta da Radioatividade no final do século XIX representou um avanço importantíssimo para a Ciência e possibilitou ao ser humano fazer uso dessa nova descoberta científica e tecnológica em vários campos da sociedade.

Os estudos sobre o intrigante fenômeno da radiação ganharam espaço com a descoberta dos Raios-X por Wilhelm Conrad Röntgen em 1895. No próximo ano, em 1896, Antoine-Henri Becquerel trabalhando com sais de Urânio descobriu que esses emitiam um tipo de radiação capaz de impressionar chapas fotográficas. Pouco tempo depois, por volta de 1898, o Casal Curie (Marie e Pierre Curie), pesquisando os “raios de Becquerel”, descobriram os elementos radioativos Polônio e Rádio, modificando completamente a nova Ciência, a qual foi chamada de Radioatividade por Marie Curie. (CHASSOT, 1995).

O surgimento da Física Quântica com Max Planck em 1900, a explicação do efeito fotoelétrico por Albert Einstein em 1905, juntamente com a elucidação da estrutura do átomo por Ernest Rutherford em 1911, modelo este aprimorado por Niels Böhr em 1913, foram fatos que possibilitaram um conhecimento mais aprofundado sobre a natureza das Radiações.

A Radioatividade é um fenômeno em que um núcleo atômico instável emite espontaneamente determinadas entidades (partículas ou ondas), genericamente chamadas de **Radiações**, transformando-se em outro núcleo mais estável. Esse fenômeno deve-se unicamente ao núcleo do átomo. (ATKINS; JONES, 2006).

Infelizmente a maioria das pessoas costuma relacionar a Radioatividade com situações ruins, tais como: acidentes, catástrofes, doenças, etc. Estes fatos se devem, em parte, ao uso dos elementos químicos radioativos na produção de bombas atômicas, como as lançadas sobre o Japão durante a Segunda Guerra Mundial. E também pelos acidentes nucleares, como os ocorridos em Chernobyl (Ucrânia, 1986), Fukushima (Japão, 2011) e aqui no Brasil, em Goiânia no ano de 1987, com a cápsula de Césio-137.

No entanto, o que muitas pessoas desconhecem é que a radiação possui inúmeras aplicações em benefício da sociedade, especialmente na área da medicina, onde é utilizada para fins diagnósticos e terapêuticos.

Nesta Oficina Temática conheceremos algumas dessas aplicações, como a radiação do tipo Raios-X e a Radioterapia.

A Radiologia é uma área da medicina que faz uso da radiação eletromagnética na forma de Raios-X em exames para o diagnóstico de doenças como fratura nos ossos e doenças pulmonares.

A Radioterapia consiste no uso da radiação ionizante para tratamento de tumores malignos. Ela pode ser feita de duas formas: a Teleterapia (com o uso da radiação gama, por exemplo) e a Braquiterapia, a qual faz uso de substâncias radioativas como os Radioisótopos Samário-153 e Irídio-192 (emissores de radiação alfa e beta), entre outros.

No Brasil, alguns radioisótopos utilizados para o tratamento de tumores são produzidos no reator nuclear da USP, localizado no IPEN- Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares, em São Paulo.

1º MOMENTO PEDAGÓGICO: PROBLEMATIZAÇÃO INICIAL



Tempo estimado: 01 período

Objetivo Geral:

- Analisar as concepções iniciais dos estudantes acerca dos conceitos a serem trabalhados na Oficina Temática.

Objetivos Específicos:

- Conhecer as concepções iniciais dos estudantes sobre Radiação e Radioatividade e seus usos na área da medicina;
- Incentivar a pesquisa sobre o conteúdo de Radiação e Radioatividade e a utilização das mesmas na área da medicina.

Questionário Inicial:

1. Para você o que é radiação?
2. Em quais situações do cotidiano você percebe a presença da radiação?
3. Qual o teu posicionamento acerca da presença da radiação na vida das pessoas?
 São boas Trazem malefícios As duas situações são possíveis

Explique:

4. A radiação pode ser usada para o diagnóstico e tratamento de doenças?

Sim Não

5. Já ouviu falar em Radioatividade?

Sim Não

Em caso afirmativo, em quais situações a Radioatividade está presente em nossa sociedade?

6. Você já realizou exame utilizando a técnica de Raios-X?

Sim Não

7. Sabe como esse exame é feito? Sim Não

8. Você conhece alguém que já tenha feito um tratamento com Radioterapia?

Sim Não

9. Tem informações sobre como o tratamento com Radioterapia funciona?

Sim Não

2ª ATIVIDADE

Tempo estimado: 01 período

Objetivo Geral:

- Introduzir o estudo sobre radiação, em especial a radiação do tipo Raios-X.

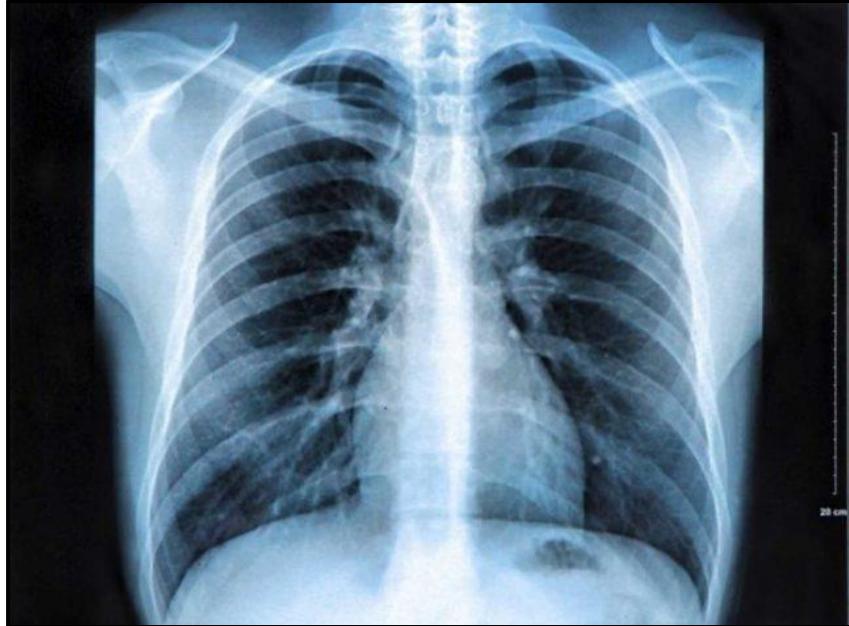
Objetivos Específicos:

- Problematizar o tema a ser trabalhado com os estudantes por meio da observação de imagens de radiografias e questionamentos;
- Realizar uma Simulação sobre Raios-X do Laboratório Virtual da USP.

Questões:

1. Você já viu a figura abaixo?

Figura 2: Imagem de uma radiografia de tórax.²



Fonte: YouTube

2. O que ela representa para você?
3. Você já realizou um exame do tipo Raios-X?
4. Sabe como é feito um exame que utiliza radiação do tipo Raios-X?

² Figura 2: Disponível em: <<https://diagrad.com.br/noticias/raio-x-da-coluna-vertebral/>>. Acesso em: 25 jun. 2019.

O uso da Radiação do tipo Raios-X na Medicina.

Provavelmente você já realizou um exame de Raios-X. Ou, pelo menos, conhece alguém que já fez. Então, nesta aula vamos aprofundar o nosso conhecimento sobre a radiação do tipo Raios-X, a qual é utilizada por uma especialidade médica chamada Radiologia para a realização de exames para o diagnóstico de doenças, entre elas, fraturas nos ossos e doenças pulmonares.

Para iniciarmos o nosso trabalho vamos acompanhar uma Simulação sobre os Raios-X, produzida pelo LabVirt da USP.

Disponível em: <http://www.labvirtq.fe.usp.br/simulacoes/quimica/sim_qui_raiox.htm>. Acesso em: 02 ago. 2019.

Figura 3: Simulação sobre Raios-X³.



Fonte: Labvirt - USP

Sugestão: Leitura da Reportagem “Radiografia: Como é feita? Para que serve? Quais são suas vantagens? E as desvantagens?” Disponível em:<<https://www.abc.med.br/p/exames-e-procedimentos/347409/radiografia+como+e+feita+para+que+serve+quais+sao+as+vantagens+e+as+desvantagens+medicas.htm>>. Acesso em: 02 jul. 2019.

³ Figura 3: Disponível em: <http://www.labvirtq.fe.usp.br/simulacoes/quimica/sim_qui_raiox.htm>. Acesso em: 02 ago. 2019.

2º MOMENTO PEDAGÓGICO: ORGANIZAÇÃO DO CONHECIMENTO

PARTE I: RAIOS-X

1ª ATIVIDADE

Tempo estimado: 02 períodos

Objetivo Geral:

- Aprofundar os conhecimentos sobre radiação, em especial do tipo Raios-X.

Objetivos Específicos:

- Conhecer o histórico da descoberta dos Raios-X;
- Conceituar a radiação do tipo Raios-X;
- Entender a origem da radiação do tipo Raios-X, através do estudo do modelo atômico de Rutherford/Böhr.

UM POUCO DA HISTÓRIA!!!



Figura 4: Wilhelm Conrad Röntgen⁴

- 1895 - Wilhelm Conrad Röntgen: descobriu os Raios-X.

⁴ Figura 4: Disponível em: <<http://scih.org/wilhelm-conrad-roentgen-diagnostic-radiology/>>.

Acesso em: 02 ago. 2019.

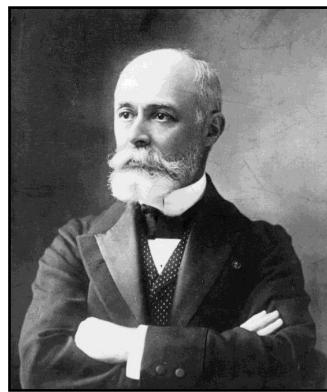


Figura 5: Antoine Henri Becquerel⁵

- 1896- Antoine Henri Becquerel: descobriu que os sais de Urânio emitiam um tipo de radiação, o qual mais tarde receberia o nome de Radioatividade.

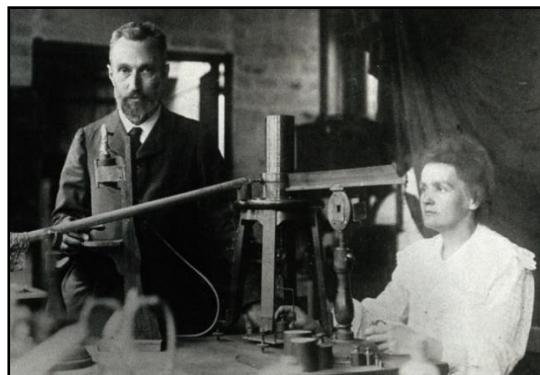


Figura 6: Marie e Pierre Curie⁶

- 1898 – O casal de cientistas Curie (Marie e Pierre Curie), descobrem os elementos radioativos Polônio e Rádio, modificando completamente a nova Ciência da Radioatividade, a qual foi batizada por Marie Curie.

⁵ Figura 5: Disponível em: <<https://pt.sodiummedia.com/3936336-henri-becquerel-french-physicist-biography-discoveries>>. Acesso em: 02 ago. 2019.

⁶ Figura 6: Disponível em: <<https://super.abril.com.br/historia/o-casal-curie/>>. Acesso em: 02 ago. 2019.

COMO FORAM DESCOBERTOS OS RAIOS-X?

Os Raios-X foram descobertos por Wilhelm Conrad Röntgen, no final de 1895, ao realizar experimentos com um tubo de raios catódicos (feixe de elétrons), chamado Ampola de Crookes. Röntgen espantou o mundo ao anunciar a descoberta de “um novo tipo de raio” e demonstrar que com esses raios se podia “ver dentro do corpo humano, sem precisar abri-lo”. Por serem desconhecidos, o cientista batizou os novos raios de Raios-X. Poucos meses após sua descoberta, os Raios-X já eram utilizados por médicos de várias partes do mundo para visualização dos ossos do corpo humano. Por isso, Röntgen ficou conhecido como o “Pai da Radiologia Médica”.

Figura 7: Primeira Radiografia realizada no mundo.⁷



Fonte: QNEsc.

SUGESTÃO:

Textos Complementares:

- 1) Artigo “Raios-X e a Radioatividade” de Attico Chassot - Revista Química Nova na Escola, n. 02 de Novembro de 1995 (p. 19-22);
- 1) Texto: Histórico da descoberta da Radioatividade (Apêndice C).

Vídeo Complementar:

- **Documentário:** “A Saga do Prêmio Nobel - Gênios da Radiologia” (*You Tube*).

⁷ Figura 7: Disponível em: Revista Química Nova na Escola, n. 02, p. 19, novembro de 1995.

O QUE SÃO OS RAIOS-X?

- » Raios-X são um tipo de radiação, semelhantes à luz visível, porém com maior energia;
- » São ondas eletromagnéticas (com comprimento de onda na ordem de 10^{-10} m e frequência de 10^{18} Hz);
- » São emitidos pela coroa eletrônica dos átomos e não por seu núcleo;
- » Raios-X, têm, portanto, origem extranuclear.

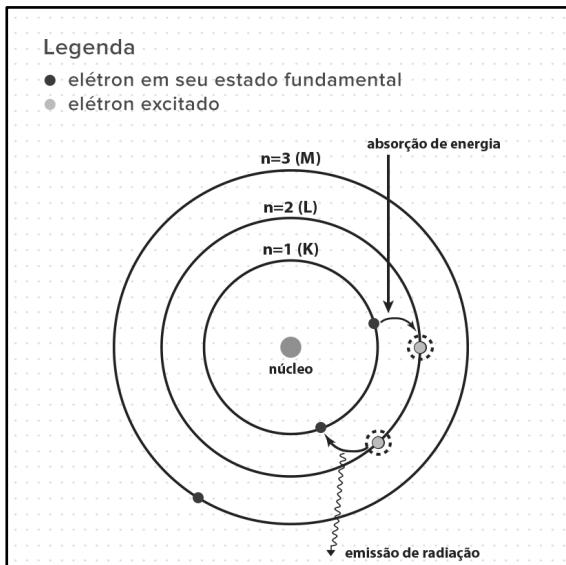
ORIGEM DA RADIAÇÃO DO TIPO RAIOS-X

Para explicarmos a origem da radiação na forma de Raios-X precisamos revisitar os pressupostos do Modelo Atômico de Niels Böhr (1913). Em seu modelo, baseado no espectro do átomo de Hidrogênio, Böhr consegue explicar o fenômeno da emissão de luz pelos átomos e também de outros tipos de radiação (como os Raios-X).

De acordo com os postulados de Böhr, a emissão de radiação luminosa (luz) e outras formas de radiação são explicadas pelos saltos quânticos dos elétrons entre diferentes órbitas que constituem a coroa eletrônica do átomo.

Segundo ele, ao receber energia, os elétrons saltam para os níveis mais energéticos e ao retornar aos níveis energéticos de origem, há liberação de energia, na forma de radiação luminosa ou outro tipo de radiação. (CHOPPIN *et. al.*, 2013).

Figura 8: Modelo atômico de Böhr⁸.



Fonte: TodoEstudo

⁸ Figura 8: Disponível em: <<https://www.todoestudo.com.br/quimica/modelo-atomico-de-bohr>>.

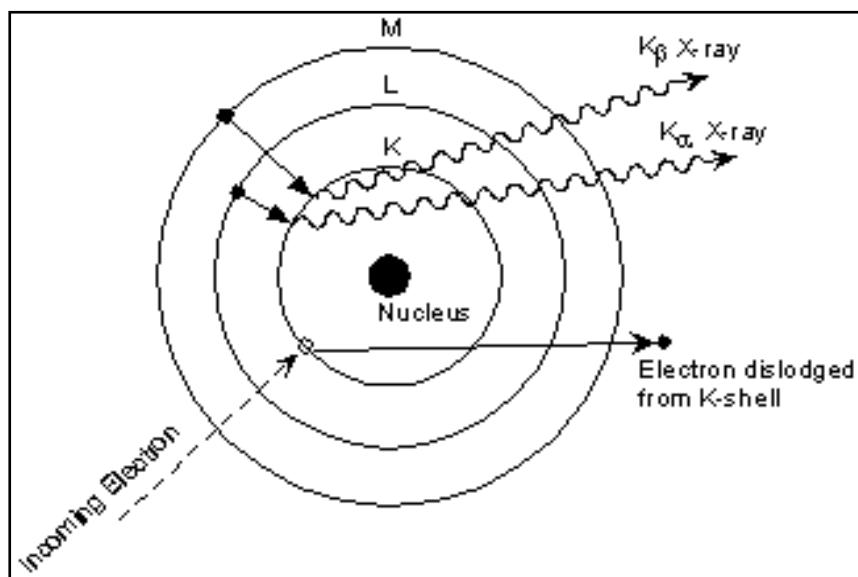
Acesso em: 03 ago. 2019.

Com relação especificamente à origem da radiação do tipo Raios-X, pode-se explicar o processo da seguinte forma: o aparelho de radiografia possui em seu interior uma fonte primária de elétrons, constituída por um metal que se ioniza facilmente pela aplicação de uma diferença de potencial. Quando o aparelho começa a funcionar, ele aplica certa energia nesse metal, o qual libera elétrons com uma determinada energia, que são acelerados em direção a um alvo (preferencialmente de Molibdênio ou Tungstênio).

Os elétrons acelerados, provenientes do metal, ao se chocarem contra o alvo, deslocam elétrons internos dos átomos desse alvo (elétrons que estão nos níveis de energia mais baixos, camada K, por exemplo). Esses elétrons são arrancados, e elétrons de níveis mais altos (camada L ou M) deslocam-se para ocupar o lugar dos elétrons arrancados. A diferença entre os níveis de energia inicial e final é então emitida na forma de radiação eletromagnética de alta energia, os chamados Raios-X. Esta radiação, que tem valor de energia bem definido para cada material do alvo, é denominada Raios-X característico deste material.

A Figura 9 mostra o mecanismo de emissão dos Raios-X por um alvo de Molibdênio.

Figura 9: Emissão de Raios-X por um alvo de Molibdênio.⁹



Fonte: Carvalho e Oliveira (2017, p. 24).

⁹ Figura 9: Disponível em: <<http://portal.spcnet.org.br/livro/energianuclearnasaude.pdf>>. Acesso em: 19 ago. 2019.



2º ATIVIDADE

Tempo estimado: 01 período

Objetivo Geral:

- Compreender o que é radiação e conhecer os tipos de radiações existentes.

Objetivos Específicos:

- Conceituar radiação;
- Conhecer os tipos de radiações existentes;
- Identificar as radiações eletromagnéticas que compõe o Espectro Eletromagnético, em especial os Raios-X;
- Diferenciar radiações ionizantes e radiações não ionizantes.

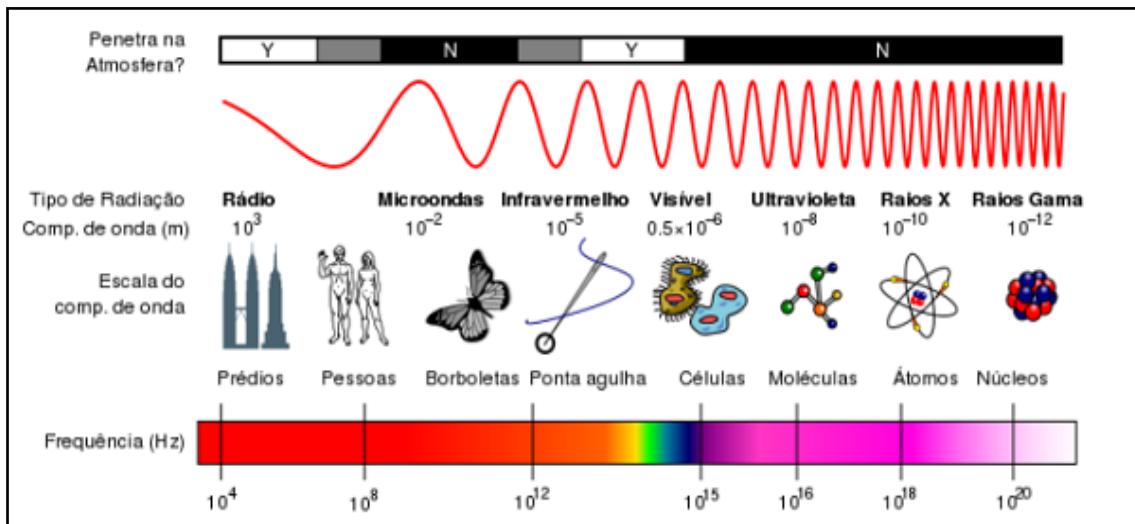
PARA ENTENDERMOS MELHOR A NATUREZA DOS RAIOS-X PRECISAMOS SABER O QUE É RADIAÇÃO E OS TIPOS DE RADIAÇÃO EXISTENTES

» **RADIAÇÃO:** são ondas eletromagnéticas ou partículas que se propagam com uma determinada velocidade. Contém energia, carga elétrica e possuem campo magnético. Podem ser geradas por fontes naturais ou por dispositivos construídos pelo homem. Possuem energia variável desde valores pequenos até muito elevados.

Nossa maior fonte de radiação natural é o SOL. Estamos em contato diariamente com vários tipos de radiação, como as radiações eletromagnéticas e as radiações particuladas.

As **Radiações eletromagnéticas** mais conhecidas são: luz, micro-ondas, ondas de rádio, radar, laser, Raios-X e radiação gama. As **Radiações sob a forma de partículas**, com massa, carga elétrica e carga magnética mais comuns são: radiação alfa, radiação beta, feixes de elétrons e feixes de prótons.

Figura 10: O Espectro Eletromagnético ¹⁰



Fonte: Khan Academy

Como podemos ver na figura acima, o espectro visível – ou seja, a luz que podemos enxergar com nossos olhos – compõe apenas uma pequena fração dos diferentes tipos de radiação que existem. À esquerda do espectro visível, encontramos os tipos de energia de frequência mais baixa (e, portanto, de maior comprimento de onda) que a luz visível. Esses tipos de energia incluem a radiação infravermelha (IV), que são ondas de calor emitidas por corpos térmicos, as micro-ondas e as ondas de rádio. Esses tipos de radiação estão constantemente ao nosso redor e não são prejudiciais, pois suas frequências são muito baixas.

À direita do espectro visível, temos os raios ultravioletas (UV), os Raios-X e os raios gama. Esses tipos de radiação são prejudiciais para os organismos vivos, devido às suas frequências extremamente altas (e, consequentemente, altas energias). É por isso que passamos protetor solar na praia (para bloquear os raios UV do sol). E é por isso também que o radiologista coloca protetores de chumbo em nós quando vamos realizar um exame, para evitar que os Raios-X penetrem em qualquer lugar diferente da área do nosso corpo que está sendo examinada. Os raios gama, de maior frequência e energia, são os mais prejudiciais. Mas seu uso pode ser benéfico, como por exemplo, na medicina, onde é utilizado para o tratamento de tumores malignos através da Radioterapia.

Figura 10: Disponível em:
https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Espectro_Eletromagn%C3%A9tico.png.
Acesso em: 29 jul. 2019.

RADIAÇÕES IONIZANTES: possuem energia suficiente para ionizar átomos e moléculas. São aquelas que se localizam à direita do espectro visível.

RADIAÇÕES NÃO IONIZANTES: não provocam ionização, apenas fornecem energia para os átomos e moléculas. Como resultado da incidência de radiação não ionizante em materiais, temos a produção de átomos em estados excitados. São aquelas que se localizam a esquerda do espectro visível.

OBS.: Utilizar uma figura do Espectro Eletromagnético que traga identificadas as radiações ionizantes e não ionizantes para mostrar para os estudantes.

3ª ATIVIDADE

Tempo estimado: 01 período

Objetivo Geral:

- Compreender a utilização da radiação do tipo Raios-X em exames de Radiologia.

Objetivos Específicos:

- Conhecer o princípio de funcionamento dos Aparelhos de Raios-X;
- Compreender como os Raios-X são utilizados em exames de Radiologia;
- Interagir com um profissional da área de Radiologia com a finalidade de conhecer melhor essa profissão.

QUAL O PRINCÍPIO DE FUNCIONAMENTO DOS APARELHOS DE RAIOS-X?

Os Raios-X são emitidos na frenagem brusca de elétrons colocados em movimento em uma máquina aceleradora, no caso o aparelho de radiografia. Para realizar o exame a pessoa é posicionada em uma maca ou fica de pé, com a região a ser analisada na mira da máquina. Esse aparelho de radiografia emite um feixe de elétrons que atravessa o corpo com maior ou menor dificuldade, dependendo da densidade da área. Eles atravessam facilmente materiais constituídos de elementos mais leves, tais como o Carbono, o Hidrogênio e o Oxigênio, principais constituintes da pele, dos músculos e da carne. Por outro lado, são barrados por elementos mais pesados, como o Cálcio, presente nos ossos.

Os ossos, por serem mais densos, absorverão a maior parte da radiação. Com isso, eles ficarão marcados no filme como uma “sombra” branca. Quanto mais branco, mais denso. Já, os tecidos que são menos densos irão absorver menos a radiação.

IMPORTANTE SABER!!!

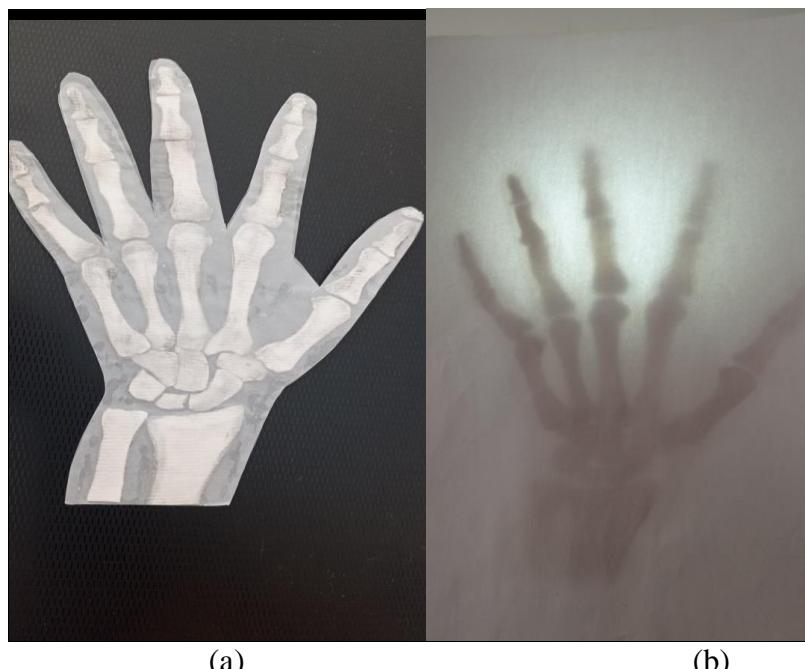
- Os aparelhos de Raios-X não emitem radiação quando não estão em uso;
- Os Raios-X não são capazes de contaminar;
- As pessoas ficam expostas aos Raios-X apenas durante a sua realização, mas não “guardam” radiação consigo quando o processo termina. Seu comportamento, neste aspecto, é como o da luz visível;
- Não há geração de resíduos radioativos neste processo.

ATIVIDADES:

- Trabalhar com os estudantes sobre o experimento da Analogia dos Raios-X adaptado do Programa PIBID (COUSSIRAT; SALGADO, 2018), mostrando como um exemplo a imagem de uma mão.

OBS: Para esta atividade o professor deve confeccionar em papelão ou outro material firme uma imagem que represente o esqueleto da mão e colocá-la entre duas folhas de papel A4 regular, projetando um feixe de luz intenso, como o do Datashow, por exemplo, sobre uma das faces das folhas e observando o papel pela outra face. Ao fazer esse feixe de luz visível atravessar o “sanduíche” de folhas de papel, tem-se uma simulação da incidência da radiação do tipo Raios-X pelo aparelho de radiografia, conforme mostra a figura 11.

Figura 11- a) Imagem do esqueleto da mão, confeccionado em material firme. b) Analogia de uma radiografia da mão.



Fonte: A Autora

- Pedir para os estudantes levarem na aula (quem tiver) uma radiografia para ser observada;
- Realizar uma palestra (conversa) com um profissional da área da Radiologia, enfocando aspectos como: para que serve o exame de Raios-X, como ele é feito, quais os cuidados a serem tomados pelo paciente e pelo profissional, como é o mercado de trabalho nesta área, etc.

AVALIAÇÃO:

- Solicitar aos estudantes um resumo contendo as principais informações trabalhadas sobre os Raios-X;
- Solicitar aos estudantes um relatório sobre a palestra ministrada pelo profissional em Radiologia.

2º MOMENTO PEDAGÓGICO: ORGANIZAÇÃO DO CONHECIMENTO

PARTE II: RADIOATIVIDADE



Tempo estimado: 02 períodos

Objetivo Geral:

- Compreender de que forma a Radioatividade pode ser empregada na medicina, em especial para o tratamento do câncer através da Radioterapia.

Objetivos Específicos:

- Conhecer de que forma a Radioatividade pode ser utilizada na área da medicina;
- Entender como a Radioterapia é empregada no tratamento de tumores;
- Diferenciar os tipos de Radioterapia: Braquiterapia e Teleterapia;
- Identificar as principais diferenças entre a Radioterapia e a Quimioterapia.

ATIVIDADES A SEREM DESENVOLVIDAS:

1º Atividade: Leitura e discussão do Texto “*Aplicações da Radioatividade na Medicina*” (Apêndice A) com a turma de estudantes.

OBS.: Este texto foi adaptado pela autora do Texto original “A Medicina Nuclear” publicado na Apostila Educativa Aplicações da Energia Nuclear (CARDOSO, 2012), da Comissão Nacional de Energia Nuclear - CNEN. p. 36-40.

Disponível em: <<http://www.cnen.gov.br/images/cnen/documentos/educativo/apostila-educativa-aplicacoes.pdf>> .

Acesso em: 02 ago. 2019.

2º Atividade: Organizar os estudantes em cinco grupos (ou a critério do professor) e solicitar a leitura dos artigos informativos disponibilizados de acordo com o tema escolhido por cada grupo.

Grupo 1 – Tema: “O que é Radioterapia?”

Artigos para leitura:

» **Artigo 1: Radioterapia – Entrevista.**

Disponível em: <<https://drauziovarella.uol.com.br/entrevistas-2/radioterapia-entrevista/>>. Acesso em: 02 ago. 2019.

» **Artigo 2: Radioterapia.**

Disponível em: <<https://www.infoescola.com/medicina/radioterapia/>>.

Acesso em: 02 ago. 2019.

Grupo 2 – Tema: “Tipos de Radioterapia: Braquiterapia”

Artigos para leitura:

» **Artigo 1: Radioterapia.**

Disponível em: <<https://www.inca.gov.br/tratamento/radioterapia>>.

Acesso em: 02 ago. 2019.

» **Artigo 2: Braquiterapia.**

Disponível em:

<<https://siteantigo.portaleducacao.com.br/conteudo/artigos/fisioterapia/braquiterapia/6875>>.

Acesso em: 02 ago. 2019.

Grupo 3 – Tema: “Tipos de Radioterapia: Teleterapia”

Artigos para leitura:

» **Artigo 1: Radioterapia.**

Disponível em: <<https://www.inca.gov.br/tratamento/radioterapia>>.

Acesso em: 02 ago. 2019.

» **Artigo 2: Radioterapia – Teleterapia**

Disponível em: <<https://www.infoescola.com/medicina/radioterapia>>.

Acesso em: 03 ago. 2019.

Grupo 4 – Tema: “Efeitos colaterais da Radioterapia”

Artigos para leitura:

» **Artigo 1: Radioterapia**

Disponível em: <<https://www.einstein.br/especialidades/oncologia/exames-tratamentos/radioterapia>>.

Acesso em: 03 ago. 2019.

» **Artigo 2: Radioterapia**

Disponível em:

<<https://mundoeducacao.bol.uol.com.br/doencas/radioterapia.htm>>.

Acesso em: 03 ago. 2019.

Grupo 5 – Tema: “Quimioterapia”

Artigo para leitura:

» **Artigo 1: Quimioterapia**

Disponívelem:

<<https://mundoeducacao.bol.uol.com.br/doencas/quimioterapia.htm>>.

Acesso em: 03 ago. 2019.

3º Atividade: Apresentação de Seminários pelos grupos com a sistematização sobre as informações encontradas nos artigos e exposição dos principais pontos relacionados com o tema pesquisado por cada grupo.

OBS.: Para a apresentação dos Seminários os estudantes podem fazer uso dos programas computacionais *Power Point* ou *Prezi* ou outra forma de apresentação que preferirem.

Sugestão: Assistir com os estudantes o Vídeo “A importância da Medicina Nuclear” – Dr. Drauzio Varella visita o centro do reator nuclear da USP. (Duração: 9:00 min.).

Disponível em: <<https://www.youtube.com/watch?v=WFq1fL6s-rs>>.

Acesso em: 20 jul. 2019.



Tempo estimado: 01 período

Objetivo Geral:

- Compreender o fenômeno da Radioatividade.

Objetivos Específicos:

- Conceituar o fenômeno da Radioatividade;
- Identificar os três principais tipos de Radiações emitidas pelos elementos radioativos: alfa, beta e gama.

ATIVIDADES A SEREM DESENVOLVIDAS:

1º Atividade: Assistir ao Vídeo: “*Tudo se Transforma: Energia Nuclear e impacto ambiental – Episódio: Radioatividade*”. (Duração: 8:43 min.).

Disponível em: <<http://research.ccead.puc-rio.br/sites/reas/video/tudo-se-transforma-energia-nuclear-e-impacto-ambiental-radioatividade/>>.

Acesso em: 03 ago. 2019.

OBS.: Assuntos que este vídeo aborda:

- Histórico da descoberta da Radioatividade;
- Conceito de Radioatividade;
- Caracterização das Radiações alfa, beta e gama;
- Conceitos de decaimento radioativo e tempo de meia-vida.

* Realizar a leitura com os estudantes do **Texto “Radioatividade”** (Apêndice B), o qual traz o conceito de radioatividade, apresenta as principais características das radiações alfa, beta e gama, bem como as unidades de medida do Sistema Internacional de Unidades (SI) para a radiação.

* Encaminhar uma pesquisa para os estudantes sobre a biografia de Marie Curie e seus trabalhos sobre a Radioatividade.

* Sugestão de Leitura: Texto “Histórico da descoberta da Radioatividade” (Apêndice C).

2ª Atividade: Trabalhar com os estudantes a Simulação: “***Houve vazamento de material Radioativo. E Agora?***”?

Disponível em:

<http://www.labvirtq.fe.usp.br/simulacoes/quimica/sim_qui_radioatividade.htm>.

Acesso em: 02 ago. 2019.

OBS.: Nesta Simulação de Química do LabVirt da USP, os estudantes podem interagir e compreender melhor os conceitos trabalhados no vídeo e no texto anteriores, além de desenvolver exercícios a respeito do conteúdo.

Figura 12: Simulação sobre Radioatividade ¹².



Fonte: LabVirt - USP

¹² Figura12 Disponível em: <http://www.labvirtq.fe.usp.br/simulacoes/quimica/sim_qui_radioatividade.htm>. Acesso em: 02 ago. 2019

3ª ATIVIDADE

Tempo estimado: 01 período

Objetivo Geral:

- Compreender o conceito de tempo de meia-vida ($t_{1/2}$) ou período de semidesintegração.

Objetivos Específicos:

- Conceituar tempo de meia-vida ($t_{1/2}$) ou período de semidesintegração;
- Construir gráficos de decaimento radioativo;
- Relacionar o tempo de meia-vida dos elementos radioativos com o período de permanência destes no organismo/ambiente.

Atividade:

- Ler a reportagem “**Iodo Radioativo**” com os estudantes para introduzir a discussão sobre o conceito de tempo de meia-vida ($t_{1/2}$) ou período de semidesintegração.

Disponível em: <<https://www.infoescola.com/elementos-quimicos/iodo-radioativo>>

Acesso em: 03 ago. 2019.

- Realizar a leitura e discussão do Texto “**Tempo de meia-vida dos elementos radioativos**” (Apêndice D), o qual traz o conceito de tempo de meia-vida, um exemplo de gráfico de decaimento radioativo e exercícios sobre o tempo de meia-vida de alguns radioisótopos utilizados em procedimentos de Medicina Nuclear.

- Utilizar o **Jogo com Miçangas** (cujo procedimento se encontra detalhado no Apêndice D) adaptado do Programa PIBID (COUSSIRAT; SALGADO, 2018), para trabalhar com os estudantes o conceito de tempo meia-vida dos isótopos Radioativos.

Figura 13: Jogo com Miçangas



Fonte: Autora

3º MOMENTO PEDAGÓGICO: APLICAÇÃO DO CONHECIMENTO



Tempo estimado: 02 períodos

Objetivo Geral:

- Realizar uma sistematização do conteúdo trabalhado sobre Radiações e Radioatividade.

Objetivos Específicos:

- Avaliar a aprendizagem dos estudantes;
- Identificar os conceitos construídos pelos estudantes e o nível em que se deu esta construção;
- Socializar com estudantes de outras turmas o conhecimento construído sobre a temática e divulgar as aplicações benéficas da radiação na sociedade, em especial na medicina.

ATIVIDADE:

- Organizar os estudantes em grupos e solicitar que cada grupo escolha um subtema dentro da temática geral “Radiações e Radioatividade”. Sobre o tema escolhido cada grupo deverá organizar e ministrar uma pequena oficina ou minicurso para os estudantes das outras turmas da escola do Ensino Médio e/ou Fundamental. As Oficinas poderão ser ministradas no contra turno.
- As pequenas oficinas ou minicursos poderão também ser apresentadas em Feiras de Ciências realizadas pela escola.
- Esta atividade também poderá ser considerada como uma avaliação dos estudantes na disciplina de Química.

SUGESTÃO DE TEMAS PARA OS MINICURSOS A SEREM MINISTRADOS PELOS ESTUDANTES

» A seguir serão apresentadas algumas sugestões de temas sobre os quais os estudantes poderão organizar os minicursos, bem como alguns tópicos que poderão ser abordados dentro de cada tema:

Tema 1: Energia Nuclear

Principais tópicos que podem ser abordados:

- O que é energia nuclear;
- Estrutura e funcionamento de uma usina nuclear;
- Principais países que utilizam a energia nuclear;
- As usinas nucleares brasileiras de Angra dos Reis;
- Principais acidentes em usinas nucleares que ocorreram no mundo.

Sugestão de Vídeo: “*Energia Nuclear em 2 minutos*”

Disponível em: <<https://www.youtube.com/watch?v=OzxiQdmTD58>>.

Acesso em 21 abr. 2020

Tema 2: Bombas Atômicas

Principais tópicos que podem ser abordados:

- Breve histórico da produção das bombas atômicas – Projeto Manhattan;
- Poder de destruição das bombas atômicas;
- Características das bombas atômicas lançadas sobre o Japão durante a Segunda Guerra Mundial (Little Boy e Fat Man).

Sugestão de Vídeo: “*Como funciona uma bomba atômica*”- *Fatos Responde*

Disponível em: <<https://www.youtube.com/watch?v=zqnFeWCbMcI>>.

Acesso em 21 abr. 2020

Tema 3: Radioterapia

Principais tópicos que podem ser abordados:

- O que é Radioterapia;
- Tipos de Radioterapia: Braquiterapia e Teleterapia;
- Como é feita a Radioterapia;
- Doses de radiação usadas na Radioterapia;
- Efeitos colaterais da Radioterapia.

Sugestão de vídeo: Entrevista sobre o tema “*Radioterapia*” exibida no Programa *Grand Round – Interativo 2015*, coordenado pelo Dr. Prof. James Fleck do Hospital de Clínicas de Porto Alegre/RS. Na entrevista o Dr. James conversa com as médicas Dr ^a. Marta Nassif Pereira Lima e Dr ^a. Daniela Vargas Barletta, ambas também médicas do Hospital de Clínicas de Porto Alegre/RS.

Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=O5kUA_5bpek>.

Acesso em: 21 abr. 2020

Tema 4: Radiação Infravermelha

Principais tópicos que podem ser abordados:

- O que é Radiação Infravermelha- IV;
- Localização da radiação IV no Espectro Eletromagnético;
- Principais aplicações da radiação IV na sociedade.

Sugestão de Vídeo: “*O que é e como funciona a radiação infravermelha?*”.

Disponível em: <<https://www.youtube.com/watch?v=o9JsyjnxyrA&t=7s>>.

Acesso em: 21 abr. 2020

OBS.: Para o tema de Radiação Infravermelha pode ser mostrado para os estudantes participantes do minicurso como ocorre a emissão de radiação IV pelo aparelho de controle remoto, utilizando para isso a câmera do telefone celular, visto que a radiação IV não pode ser vista a olho nu. Essa atividade costuma causar curiosidade, interesse e surpresa nos estudantes devido a nova “descoberta”.

Como sugestão, os estudantes podem utilizar as ferramentas *Power Point/Prezi* para apresentar os seus minicursos, além de trabalhar com vídeos explicativos encontrados no *YouTube* e entregar material impresso contendo um resumo com as principais informações acerca do tema pesquisado para os estudantes das turmas para as quais forem apresentados os referidos minicursos. Faz-se interessante nessa situação instigar a participação dos estudantes ouvintes com perguntas e desafios para que os mesmos interajam e aconteça um aprendizado mais efetivo por ambas as partes (estudantes ministrantes e estudantes participantes).

2ª ATIVIDADE

Tempo estimado: 01 período

Objetivo Geral:

- Avaliar o nível de construção do conhecimento por parte dos estudantes com relação aos conceitos que foram trabalhados na Oficina Temática.

Objetivos Específicos:

- Identificar qual foi o nível de compreensão que os estudantes atingiram com relação aos conceitos abordados na Oficina Temática;
- Comparar as respostas dadas no questionário inicial com as do questionário final, com o objetivo de analisar a evolução dos conhecimentos por parte dos estudantes com relação à temática trabalhada.

Questionário Final:

1. Você gostou das atividades realizadas na Oficina Temática “O uso da radiação na medicina: Raios-X e Radioterapia”?

() Sim () Não. Por quê?

2. Após a realização da Oficina Temática como você explica o que é radiação?

3. Em quais situações do cotidiano você percebe a presença da radiação?

4. Explique o que é Radioatividade:

5. Escreva algumas aplicações da Radioatividade na sociedade:

6. A radiação pode ser usada para o diagnóstico e tratamento de doenças?

() Sim () Não. Em caso afirmativo, explique de que forma:

7. Explique, brevemente, porque os “Raios-X” podem ser utilizados para a realização de exames para o diagnóstico de doenças:

8. Em que consiste o tratamento com o uso da Radioterapia para doenças como o câncer, por exemplo?

9. Após o desenvolvimento da Oficina Temática qual o seu posicionamento acerca da presença da radiação na vida das pessoas? Em quais situações ela é benéfica? Em quais situações ela pode trazer malefícios?

SUGESTÃO DE MATERIAL DE APOIO

TEXTOS COMPLEMENTARES

- 1) Artigo: “Raios-X e a Radioatividade” de Attico Chassot - Revista Química Nova na Escola - nº 02 – Nov. /95 (p. 19-22).**

Disponível em: <<http://qnesc.saq.org.br/online/qnesc02/historia.pdf>>.

Acesso em: 03 ago. 2019.

- 2) Artigo: “Exame de Raios-X: o que é, para que serve e quais os cuidados?”**

Disponível em: <<https://saude.abril.com.br/medicina/exame-de-raio-x-o-que-e-para-que-serve-e-quais-os-cuidados/>>.

Acesso em: 02 jul. 2019.

- 3) Artigo: “Braquiterapia”**

Disponível em:

<http://radio_teleterapia.vilabol.uol.com.br/radioterapia.htm#Braquiterapia>.

Acesso em: 27 jun. 2019.

- 4) Artigo: “Meia-Vida ou Período de Semidesintegração dos elementos radioativos”.**

Disponível em: <<https://mundoeducacao.bol.uol.com.br/quimica/meiavida-ou-periodo-semidesintegracao-elementos-radioativos.htm>>.

Acesso em 03 ago. 2019.

- 5) Texto: “Aplicações da Radioatividade na Medicina” (Apêndice A)**

- 6) Texto: “Radioatividade” (Apêndice B)**

- 7) Texto: “Histórico da descoberta da Radioatividade” (Apêndice C)**

- 8) Texto: “Tempo de meia-vida dos elementos radioativos” (Apêndice D)**

VÍDEOS COMPLEMENTARES

- 1) Documentário: “A Saga do Prêmio Nobel - Gênios da Radiologia”.**
(Duração: 54:47 min.).
Disponível em: <<https://www.youtube.com/watch?v=KG-wmn-cDNw>>.
Acesso em: 02 jul. 2019.

- 2) Documentário “A Saga do Prêmio Nobel – O clã Curie”.** (Duração: 26:37 min.).
Disponível em: <<https://www.youtube.com/watch?v=KG9Rgp7uqhA>>.
Acesso em: 02 jul. 2019.

- 3) Filme: “Marie Curie na Guerra – Filme 2014”.** (Duração: 1h e 24 min.).
Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=Q22KBwlqW_8>.
Acesso em: 03 jul. 2019.

- 4)Vídeo do Simplifísica: “Marie Curie: cientista, mulher e mito”** – Professor Magno Machado do Instituto de Física da UFRGS. (Duração: 21:13 min.).
Disponível em: <<https://www.youtube.com/watch?v=EmZBB8PAF78>>.
Acesso em: 03 jul. 2019.

- 5) Vídeo “Radiografia/ Exames - Como é feito um exame de Raios-X?”**
(Duração: 4:37 min.).
Disponível em: <<https://www.youtube.com/watch?v=SqV7kPlz1qA>>.
Acesso em 02 jul. 2019.

- 6) Vídeo “Tudo se Transforma: Energia Nuclear e impacto ambiental – Episódio: Radioatividade”.** (Duração: 8:43 min.).
Disponível em: <<http://research.ccead.puc-rio.br/sites/reas/video/tudo-se-transforma-energia-nuclear-e-impacto-ambiental-radioatividade/>>.
Acesso em 03 ago. 2019.

- 7) Vídeo “A importância da Medicina Nuclear” – Dr. Drauzio Varella visita o centro do reator nuclear da USP.** (Duração: 9:00 min.).
Disponível em: <<https://www.youtube.com/watch?v=WFq1fL6s-rs>>.
Acesso em: 20 jul. 2019.

SITES COM SIMULADORES

1) Laboratório Didático Virtual da USP

Disponível em: <<http://www.labvirt.fe.usp.br/>>.

Acesso em: 02 jul. 2019.

SITES DE INSTITUIÇÕES OFICIAIS RELACIONADAS COM RADIOATIVIDADE

1) Comissão Nacional de Energia Nuclear – CNEN

Disponível em: <<https://www.gov.br/cnen/pt-br>>.

Acesso em: 04 jul. 2019.

2) Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares - IPEN

Disponível em: <https://www.ipen.br/portal_por/portal/default.php>.

Acesso em: 04 jul. 2019.

3) Instituto Nacional de Câncer – INCA

Disponível em: <<https://www.inca.gov.br/>>.

Acesso em: 04 jul. 2019.

REFERÊNCIAS

- ATKINS, P.; JONES, L. **Princípios de Química:** questionando a vida moderna e o meio ambiente. 3.ed. Porto Alegre: Bookmann, 2006.
- BRASIL. **Lei nº 13.415/2017**, de 16 de fevereiro de 2017. Lei da Reforma do Ensino Médio. Diário Oficial da União, Brasília, 17 de fevereiro de 2017. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2015-2018/2017/lei/l13415.htm>. Acesso em: 16 set. 2020.
- _____. Ministério da Educação. Secretaria de Educação Básica. **BNCC – Base Nacional Comum Curricular**. Brasília, 2017. Disponível em: <http://basenacionalcomum.mec.gov.br/images/BNCC_EI_EF_110518-versaofinal_site.pdf>. Acesso em: 16 mar. 2020.
- CARDOSO, E. M. **Aplicações da energia nuclear.** Comissão Nacional de Energia Nuclear - CNEN. Apostilas educativas. Rio de Janeiro, [2012]. Disponível em: <<http://www.cnen.gov.br/images/cnen/documentos/educativo/aplicacoes-da-energia-nuclear.pdf>>. Acesso em 05 jun. 2020.
- CARVALHO, É. B. Revisão dos principais radiofármacos utilizados no Brasil e suas aplicações na detecção e terapia de patologias. Trabalho de Conclusão de Curso - Universidade Estadual Paulista Julio de Mesquita Filho, Araraquara, 2014.
- CARVALHO, R. P.; OLIVEIRA, S. M. V. **Aplicações da energia nuclear na saúde.** São Paulo: SBPC; Viena: IAEA, 2017. Disponível em: <<http://portal.sbpccnet.org.br/livro/energianuclearnaesaude.pdf>>. Acesso em: 18 jun. 2020.
- CHASSOT, A. **A educação no ensino de Química.** Ijuí: Editora Unijuí, 1990.
- CHASSOT, A. Raios X e Radioatividade. **Química Nova na Escola**, São Paulo, n. 02, p.19-22, novembro, 1995.
- CHOPPIN, G.; LILJENZIN, J.-O.; RYDBERG, J.; EKBERG, C. **Radiochemistry and Nuclear Chemistry**. 4. ed. Amsterdam: Academic Press, 2013.
- COUSSIRAT, R. S. S.; SALGADO, T. D. M. Elaboração de materiais didáticos para o ensino de radioatividade na estratégia de rotação por estações. In: ENCONTRO DE DEBATES SOBRE O ENSINO DE QUÍMICA (EDEQ), 38. 2018. Canoas, RS. **Anais...** Canoas: Ulbra, 2018.
- DELIZOICOV, D.; ANGOTTI, J. A. P. **Metodologia do ensino de ciências.** 2. ed. rev. São Paulo: Cortez, 1992. (Coleção magistério. 2º grau. Série formação do professor).
- MALDANER, O. A. **A formação inicial e continuada de professores de Química: professores/pesquisadores.** 2. ed. rev. Ijuí: Editora Unijuí, 2003. (Coleção Educação em Química).

MARCONDES, M. E. R. Proposições metodológicas para o ensino de Química: oficinas temáticas para a aprendizagem da Ciência e o desenvolvimento da cidadania. **Em Extensão**, Uberlândia, v. 7, p.67-77, 2008.

MOREIRA, M. A. **Teorias de Aprendizagem**. São Paulo: E.P.U., 1999.

MORTIMER, E. F.; SCOTT, P. O ensino de ciências nas salas de aula: estabelecendo relações. In: CARRETERO, M.; CASTORINA, J. A. (Org.). **Desenvolvimento cognitivo e educação: processos do conhecimento e conteúdos específicos**. v. 2. Porto Alegre: Penso, 2014. p. 268-294.

PASSOS, M. H. S.; SOUZA, A. A. **Química nuclear e radioatividade**. 2. ed. Campinas, SP: Editora Átomo, 2012.

REGO, T. C. **Vygotsky: uma perspectiva histórico-cultural da educação**. Petrópolis, RJ: Vozes, 1995. (Educação e conhecimento).

SANTOS, W. L. P.; SCHNETZLER, R. P. **Educação em Química: compromisso com a cidadania**. 3. ed. Ijuí: Editora Unijuí, 2003.

APÊNDICE A - Texto 1

APLICAÇÕES DA RADIOATIVIDADE NA MEDICINA

Uma das áreas da sociedade nas quais a Radioatividade vem sendo bastante empregada é a medicina.

A Medicina Nuclear, por exemplo, é uma especialidade médica que se utiliza da radiação emitida pelos radioisótopos para fins diagnósticos e terapêuticos. Os exames para diagnóstico de doenças que utilizam radiofármacos são basicamente três: a Cintilografia, a Tomografia Computadorizada por Emissão de Fóton Único (SPECT), e a Tomografia por Emissão de Pósitrons (PET). (CARVALHO, 2014). Para fins terapêuticos, os radioisótopos são utilizados em tratamentos como a Radioterapia, onde o emprego da radiação ionizante tem como finalidade o tratamento de tumores malignos.

O tratamento radioterápico possui, basicamente, dois grandes grupos, a saber:

1. Teleterapia: “tele” significa distância. Nessa categoria enquadram-se os feixes de Raios-X, os feixes de raios gama e os elétrons de alta energia. Esses feixes são utilizados por meio de dispositivo, contendo, em seu interior, uma fonte de radiação que, se colocada a aproximadamente um metro de distância do paciente promove a irradiação do volume alvo.

2. Braquiterapia: “braqui” significa curto, perto. A Braquiterapia é um método de terapia no qual uma ou várias fontes encapsuladas são utilizadas para liberar radiação alfa ou beta, a uma distância de poucos centímetros, por meio de aplicações intersticiais, intracavitárias ou superficiais. Em alguns casos, a Braquiterapia torna-se o método de eleição, em razão da proximidade com a massa tumoral, diminuindo o risco de se aplicar uma dose inaceitável nos tecidos sãos adjacentes.

APÊNDICE B - Texto 2

RADIOATIVIDADE

A RADIOATIVIDADE é um fenômeno natural ou artificial pelo qual alguns elementos químicos – chamados, então, de RADIOATIVOS – são capazes de emitir RADIAÇÕES. Nesse processo, um núcleo instável emite espontaneamente determinadas entidades (partículas ou ondas), chamadas de **Radiações**, transformando-se em outro núcleo mais estável. Os núcleos que modificam suas estruturas espontaneamente e emitem radiação são chamados de **radioativos**.

Tipos de Radiação

Existem três tipos principais de Radiações, chamadas de **alfa (α)**, **beta (β)** e **gama (γ)**.

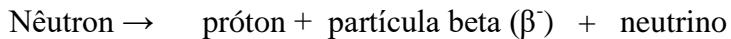
Partículas alfa (α): são partículas positivas, formadas por 2 prótons e 2 nêutrons: idênticas ao núcleo do átomo de Hélio. São muito ionizantes: produzem íons por atração dos elétrons dos átomos do meio, porém pouco penetrantes: para absorvê-las, basta uma folha de papel ou 1,5 cm de ar.

Quando um átomo emite uma partícula alfa, há TRANSMUTAÇÃO de um elemento em outro, pois muda nº de prótons (Z) e o nº de nêutrons (n^0).



Uma partícula alfa pode ser assim representada: $^4_2\alpha$

Partículas beta (β^-): são partículas negativas iguais aos elétrons, ou seja, cada partícula beta é um elétron. Como não se admite que o núcleo contenha elétrons, a partícula beta deve se formar pela desintegração de um nêutron.



Portanto, há TRANSMUTAÇÃO de um elemento em outro, pois muda nº de prótons (Z).

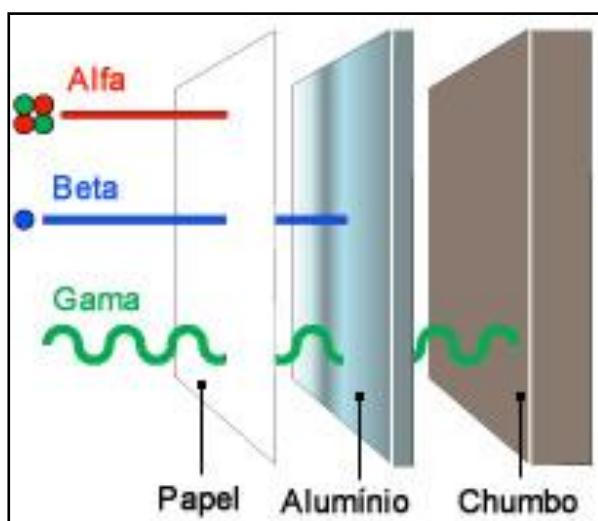


As partículas beta produzem íons por colisão com os elétrons dos átomos do meio. É uma radiação mais penetrante e menos ionizante que a radiação alfa. São absorvidas por uma lâmina de alumínio ou por, aproximadamente, um metro de ar.

Raios Gama (γ): são ondas eletromagnéticas, de mesma natureza, porém maior energia, do que a luz visível. Não têm massa nem carga, portanto, não há mudança de nº atômico e nem de nº de massa neste processo. São muito mais penetrantes que as partículas alfa e beta, causando, entretanto, menos ionização. São absorvidas por alguns cm de chumbo ou outros materiais densos. Podem penetrar vários metros no ar.

Esse tipo de radiação acompanha a emissão de Radiações alfa e beta.

Figura 1: Imagem ilustrativa do poder de penetração de cada uma das Radiações.



Outros tipos de Radiações que os elementos radioativos podem também emitir são: pósitrons (β^+), prótons e nêutrons.

As principais unidades de medida do Sistema Internacional de Unidades (SI) para a radiação são apresentadas a seguir:

a) Fonte Radioativa – Atividade (A): é o número de partículas que a fonte radioativa emite.

$$1 \text{ Becquerel} = 1 \text{ Bq} = 1 \text{ partícula} \cdot \text{seg}^{-1}$$

$$\text{Unidade antiga: } 1 \text{ Curie} = 1 \text{ Ci} = 3,7 \times 10^{10} \text{ partículas} \cdot \text{seg}^{-1}$$

b) Em um material – Exposição (X): é a ionização causada pela radiação da fonte.

Unidade usada atualmente: C.Kg⁻¹ (Coulomb/ quilograma)

Unidade antiga: 1 Röntgen = 1 R = 2,58x10⁻⁴ C.Kg⁻¹

c) Em um material – Dose Absorvida (D): é a energia depositada no material pela radiação da fonte.

$$1 \text{ Gray} = 1 \text{ Gy} = 1 \text{ J.Kg}^{-1}$$

1 Gray é a absorção de 1 joule de radiação por 1 Kg de matéria. (1 Gy = 100 rad)

d) Em um ser vivo - Dose Equivalente (H): é a energia depositada no ser vivo pela radiação da fonte.

$$1 \text{ Sievert} = 1 \text{ Sv} = 1 \text{ J.Kg}^{-1}$$

APÊNDICE C - Texto 3

HISTÓRICO DA DESCOBERTA DA RADIOATIVIDADE.

A descoberta da Radioatividade no final do século XIX trouxe avanços significativos para a Ciência e possibilitou ao ser humano fazer uso dessa nova descoberta científica e tecnológica em vários campos da sociedade.

A história nos coloca que tudo começou com a descoberta dos Raios-X por Wilhelm Conrad Röntgen, no final de 1895. Röntgen espantou o mundo ao anunciar a descoberta de “um novo tipo de raio” e demonstrar que com esses raios se podia “ver dentro do corpo humano, sem precisar abri-lo”. Por serem desconhecidos, o cientista batizou os novos raios de Raios X. (PASSOS; SOUZA, 2012). Ao contrário das Radiações, originadas nos núcleos atômicos, com os quais se assemelham em intensidade, os Raios-X têm origem extranuclear (na eletrosfera).

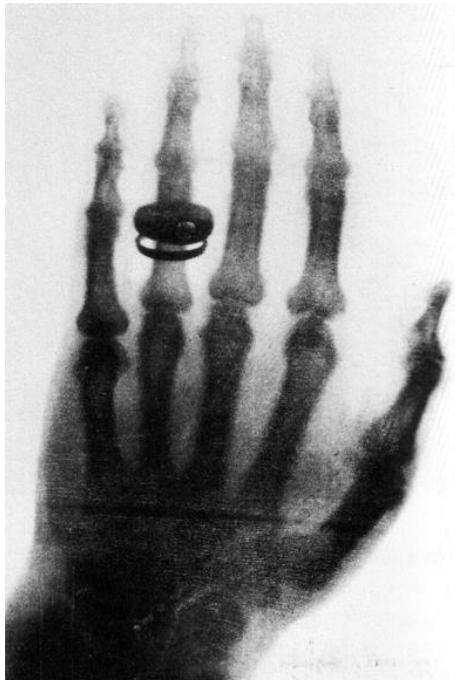


Figura 1: Primeira radiografia realizada no mundo, mostrando a mão de uma senhora de 79 anos. Note o anel no dedo anelar.

No próximo ano, em 1896, Antoine-Henri Becquerel trabalhando com sais de Urânio descobriu que esses emitiam um tipo de radiação capaz de impressionar chapas fotográficas. Pouco tempo depois, por volta de 1898, Marie Curie e Pierre Curie (casal Curie), pesquisando os “raios de Becquerel” em outros elementos além do Urânio, descobriram os elementos radioativos Polônio e Rádio, modificando completamente a

nova Ciência, a qual foi batizada de Radioatividade por Marie Curie. (CHASSOT, 1995).

As pesquisas realizadas pelo casal Curie foram extremamente importantes para o avanço da Ciência e, em especial, da Radioatividade. Marie Curie dedicou sua vida ao trabalho pela Ciência, tanto que morreu vítima de leucemia, em 1934, possivelmente como resultado da longa exposição à radiação em seu trabalho com elementos radioativos, sem a devida proteção. As descobertas mostraram que, diferente dos Raios-X, as Radiações descobertas por Becquerel e pelo casal Curie tinham origem no núcleo dos átomos.

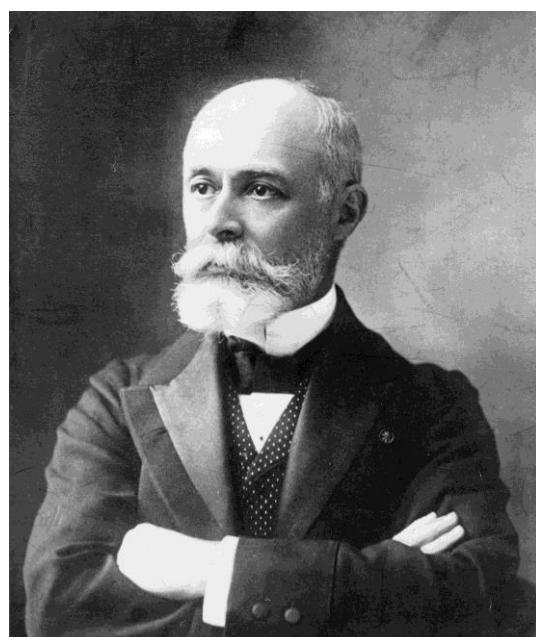


Figura 2: Antoine-Henri Becquerel (1852-1908)

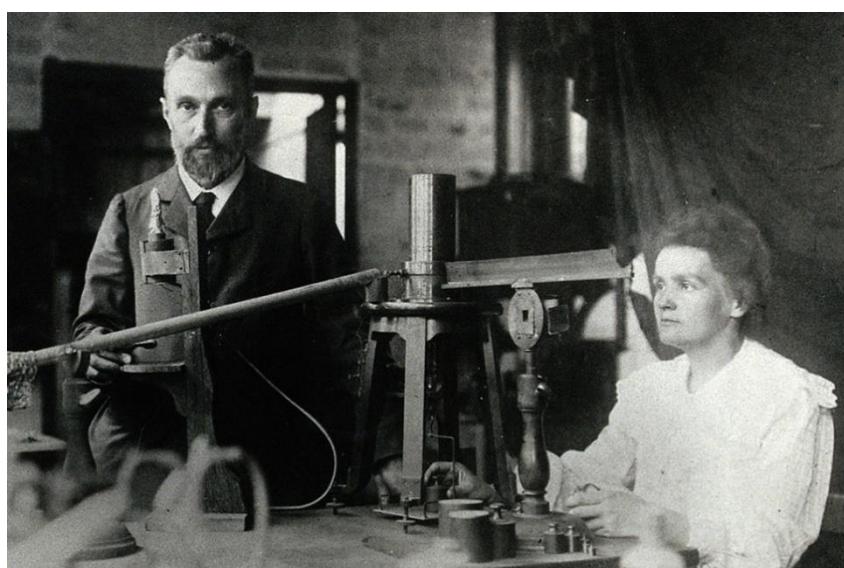


Figura 3: Casal Curie (Marie e Pierre Curie)

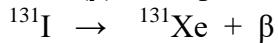
Os experimentos de Ernest Rutherford e seus colaboradores Geiger e Marsden, utilizando a radiação proveniente do elemento radioativo Polônio, em 1905, e as pesquisas sobre as substâncias radioativas e a natureza dos isótopos, utilizando o elemento Rádio, de Frederick Soddy, por volta de 1908, deram um impulso maior ainda aos estudos e usos da Radioatividade pela sociedade da época.

APÊNDICE D – Texto 4

TEMPO DE MEIA-VIDA DOS ELEMENTOS RADIOATIVOS.

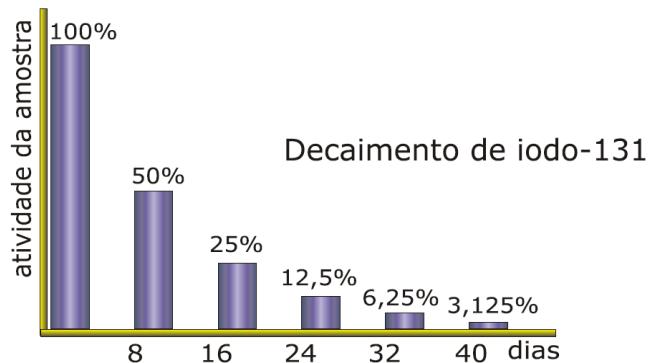
Para entendermos um pouco melhor o conceito de **Tempo de meia-vida ($t_{1/2}$)**, vamos tomar como exemplo o caso do Iodo-131, o qual é radioativo e possui um tempo de meia-vida de oito dias. O Iodo-131 é utilizado em Medicina Nuclear para o diagnóstico de distúrbios na glândula tireoide e para o tratamento de alguns tipos de câncer nessa glândula.

O Iodo-131 é um elemento instável (há um excesso de energia), então ele emite **radiação** na forma de **partículas Beta (β)**. Esse processo é chamado **decaimento beta**.



É muito difícil prevermos o quanto e quando um elemento radioativo vai decair. Porém, podemos esperar que haja um certo número de transformações a cada segundo, o que denominamos atividade da amostra e que pode ser medida em **decaimentos por segundo (1 Becquerel = 1 Bq = 1 decaimento/segundo)**.

Essa **atividade**, como já comentado, tem um “**tempo de vida**” e cada elemento radioativo tem seu próprio **TEMPO DE MEIA-VIDA ($t_{1/2}$)** que representa o tempo que esse elemento leva para reduzir sua atividade pela metade, como mostra o gráfico abaixo com o exemplo do Iodo-131, cuja meia-vida é oito dias.



Como este isótopo possui meia-vida em torno de oito dias, podem ocorrer situações em que, durante algum tempo, o paciente submetido a qualquer tratamento que utilize tal substância deve manter-se afastado de outras pessoas, pois, com a ingestão do I-131 (meio pelo qual é inserido no organismo) a radiação emitida consegue ultrapassar as barreiras musculares e ósseas, ou seja, qualquer um que esteja por perto ou em contato prolongado estará exposto desnecessariamente.

Atividade: Jogo das Miçangas
Compreendendo o conceito de meia-vida

Procedimento do Jogo:

Organizar os estudantes em grupos, onde cada grupo recebe um copo com 100 miçangas que estão pintadas de um lado com verde e do outro com amarelo. O lado pintado de verde representa isótopos-pais e os amarelos isótopos-filhos. Esse conjunto de miçangas representa uma amostra radioativa. No copo está determinado o tempo de meia-vida característico da amostra do grupo.

Com todas as miçangas dentro do copo, agite e lance sobre a mesa. Conte quantos isótopos-pais (verde) não decaíram e anote. Retire os que decaíram (isótopos-filhos, lado amarelo). Estes não serão mais usados e coloque os isótopos-pais de volta no copo e repita o procedimento até acabarem as miçangas.

Anote os dados na tabela abaixo:

<i>Jogada “Meia-vida”</i>	<i>tempo zero</i>	<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>	<i>5</i>	<i>6</i>
<i>Nº isótopos-pais</i>	<i>100</i>						

A cada jogada é como se passasse uma meia-vida da amostra e a atividade dela diminui, aproximadamente à metade.

Após, solicitar que cada grupo de estudantes construa um gráfico da Quantidade de isótopos-pais (eixo Y) X Tempo de meia-vida (eixo X). Para isso pode ser utilizada uma folha de papel milimetrado.

Sugestão de Amostras Radioativas para serem distribuídas para cada grupo de estudantes (Amostras constituídas de radioisótopos utilizados em Radioterapia):

Amostra Radioativa 1: Césio-137 / Tempo de meia-vida: 30 anos

Amostra Radioativa 2: Cobalto-60/ Tempo de meia-vida: 5 anos

Amostra Radioativa 3: Irídio- 192/ Tempo de meia-vida: 74 dias

Amostra Radioativa 4: Samário-153/ Tempo de meia-vida: 46 horas

Amostra Radioativa 5: Gálio- 67/ Tempo de meia-vida: 78 horas

Exercícios:

1) Com base na atividade realizada, faça a seguinte relação: digamos que nós tenhamos analisado a amostra radioativa do seu grupo e encontramos 14 isótopos-pais. Para um paciente que realizou Radioterapia e recebeu uma dose de 50 mg do isótopo presente na sua amostra radioativa, responda:

- a) Quantas meia-vidas se passaram?
- b) Há quanto tempo o paciente recebeu a dose de radiação?
- c) Qual a massa em mg do isótopo que ainda está presente no organismo do paciente?

2) Cobalto-60, usado em Medicina Nuclear, possui $t_{1/2} = 5$ anos. Dentro de uma cápsula lacrada foi colocada uma amostra desse radionuclídeo e, aberta após 20 anos, revelou conter 750 mg dele. Qual foi a quantidade colocada inicialmente na cápsula?

3) O isótopo $^{15}\text{P}^{32}$, cuja meia-vida é de 14 dias, é usado por certos laboratórios no estudo de alguns processos que ocorrem em células vivas. Se um laboratório recebeu uma amostra de 20 g desse isótopo, quanto restará após 70 dias?

4) O Tálio-201 é um isótopo radioativo usado na forma de TlCl_3 (Cloreto de Tálio), para diagnóstico do funcionamento do coração. Sua meia-vida é de 73h (em torno de 3 dias). Certo hospital possui 20 g deste isótopo. Sua massa, em gramas, após 9 dias, será igual a:

- a) 1,25
- b) 3,3
- c) 7,5
- d) 2,5
- e) 5,0

