

**Pamela Rodrigues Perrotta**

**Robson Costa de Castro**

# **Uma sequência didática sobre as aplicações da energia nuclear:**

**Estratégia educacional para auxiliar o processo de ensino-aprendizagem visando a formação de um cidadão crítico**

**Rio de Janeiro, 2020**

## SUMÁRIO

<b>LISTA DE FIGURAS .....</b>	<b>3</b>
<b>LISTA DE QUADROS .....</b>	<b>4</b>
<b>APRESENTAÇÃO.....</b>	<b>5</b>
<b>SEQUÊNCIA DIDÁTICA.....</b>	<b>7</b>
<b>Apresentação da Situação e Produção Inicial .....</b>	<b>7</b>
<b>Módulo 1: Transmissão do Conteúdo sobre Radioatividade e Energia Nuclear.....</b>	<b>9</b>
<b>Módulo 2: Utilização de Espaço Não Formal de Educação – Visita ao IRD .....</b>	<b>25</b>
<b>Módulo 3: Debate Pedagógico sobre as Aplicações da Energia Nuclear .....</b>	<b>32</b>
<b>Módulo: Produção Final.....</b>	<b>37</b>
<b>CONCLUSÃO.....</b>	<b>40</b>
<b>REFERÊNCIAS .....</b>	<b>42</b>
<b>APÊNDICE 1 - QUESTIONÁRIO PARA IDENTIFICAÇÃO DO GRAU DE CONHECIMENTO DOS ESTUDANTES EM RELAÇÃO ÀS QUESTÕES SOBRE ENERGIA NUCLEAR E SUAS APLICAÇÕES.....</b>	<b>43</b>
<b>APÊNDICE 2 - QUESTIONÁRIO PARA VISITA AO IRD. ....</b>	<b>46</b>
<b>APÊNDICE 3: AVALIAÇÃO – PRODUÇÃO FINAL.....</b>	<b>48</b>



## LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Produção Inicial .....	8
Figura 2: Perguntas iniciais.....	11
Figura 3: Acidente nuclear x Acidente Radiológico.....	12
Figura 4: Exemplos de radiações ionizantes .....	12
Figura 5: Exemplos de radiações não ionizantes .....	13
Figura 6: Exposição do homem à radiação ionizante .....	14
Figura 7: Questionamento aos alunos.....	15
Figura 8: Meia vida de um isótopo .....	19
Figura 9: Datação, análise por ativação, pesquisa científica .....	21
Figura 10: Palestra com especialista do IRD.....	23
Figura 11: Apresentação de fontes aos alunos .....	23
Figura 12: Laboratórios da DIRAD/IRD.....	27
Figura 13: Palestra Inicial no IRD.....	28
Figura 14: Prática de Coleta de Amostras - Solo.....	29
Figura 15: Prática de Coleta de Amostras - Água .....	31
Figura 16: Debate durante os vídeos.....	35
Figura 17: Questões do Jogo.....	35
Figura 18: Produção Final .....	39



## LISTA DE QUADROS

Tabela 1: Vídeos sobre as aplicações de energia nuclear .....	32
Tabela 2: Questões do jogo.....	34
Tabela 3: Questões centrais.....	37



## APRESENTAÇÃO

Este produto educacional foi desenvolvido como requisito parcial, exigido pela CAPES, para obtenção do título de mestra no Programa de Mestrado Profissional em Educação Profissional e Tecnológica (ProfEPT), do Colégio Pedro II.

O produto apresenta uma sequência didática (SD), associada à dissertação intitulada “A energia nuclear e sua abordagem no ensino médio integrado: construção de uma sequência didática sobre as aplicações da energia nuclear”, que visa contribuir para a prática profissional de docentes no desenvolvimento de atividades pedagógicas relacionadas à disseminação do conhecimento em torno da temática da energia nuclear.

Essa contribuição foi idealizada tendo em vista a desmitificação do uso da radiação ionizante, de forma a fornecer subsídios para que o aluno reflita acerca dos benefícios e malefícios desse uso e consiga associar o conhecimento às perspectivas da Ciência, Tecnologia, Sociedade e Meio Ambiente (CTSA), com objetivo de uma formação humana integral, de um cidadão crítico atuante ativamente na sociedade.

Esta sequência didática tomou como referência o modelo proposto por Dolz et al. (2004), e foi adaptada para o processo de ensino-aprendizagem do tema energia nuclear, previsto, predominantemente, na área de Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias. Desse modo, o modelo prevê quatro diferentes fases: a apresentação da situação de ensino, a produção inicial, os módulos de ensino e a produção final.

O produto foi aplicado na turma de 3º ano do Ensino Médio Integrado ao Curso Técnico de Meio Ambiente, do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio de Janeiro, na disciplina de toxicologia Ambiental, e teve duração de 18 tempos de aula. Cabe ressaltar que foram considerados 45 minutos para cada tempo de aula, ou seja, um total de 13,5h (treze horas e meia).



Importante observar que o contexto dessa pesquisa leva em consideração alunos do ensino médio integrado, preferencialmente do último ano, pois o conteúdo o qual foi trabalhado é sugerido pelos Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN) que seja abordado nessa série, onde esses jovens já são capazes de entender assuntos de maiores complexidades.



## SEQUÊNCIA DIDÁTICA

### Apresentação da Situação e Produção Inicial

#### Conteúdos abordados:

Apresentação da pesquisa, da estrutura da sequência didática e de seus objetivos; obtenção de um diagnóstico sobre os conhecimentos prévios dos discentes sobre energia nuclear e introdução ao tema energia nuclear.

#### Duração:

2 tempos de aula – 1h e 30min

#### Objetivos:

- ✓ Apresentar a pesquisa, a estrutura da SD e seus objetivos;
- ✓ Obter os conhecimentos prévios dos discentes acerca do tema energia nuclear.

#### Materiais utilizados:

- Projetor de slides
- Computador para a transmissão do vídeo de introdução ao tema
- Questionário diagnóstico para os alunos
- Lápis e/ou caneta para os alunos

#### Dinâmica\Desenvolvimento:

A SD foi iniciada com a apresentação da pesquisa, a estrutura da sequência e seus objetivos aos discentes, bem como com os estudantes respondendo ao questionário de levantamento de conhecimentos prévios (apêndice 1), consistindo no primeiro e no segundo momentos da Sequência Didática. Nesse questionário foram feitas perguntas relacionadas ao conhecimento deles acerca da energia nuclear e suas aplicações, bem como a relação entre a geração de energia nuclear com CTSA. Considerou-se que esses conceitos eram importantes para a compreensão dessa temática, por isso foi importante conhecer se os estudantes já o possuíam ou não, até



mesmo para que a continuidade da SD pudesse tomar algumas direções de acordo com as respostas.

Após a apresentação e entrega dos questionários, houve a transmissão de um vídeo curto sobre a energia nuclear para despertar o interesse com a introdução breve do tema.

### **Avaliação:**

A avaliação nessa etapa foi realizada através do Questionário Diagnóstico entregue aos discentes a fim de obter os conhecimentos prévios dos alunos acerca do tema e assim conduzir a SD de uma maneira mais efetiva.

Figura 1: Produção Inicial



Fonte: Autora, 2019.





## Módulo 1: Transmissão do Conteúdo sobre Radioatividade e Energia Nuclear

### Conteúdos abordados:

Aspectos históricos da descoberta da radioatividade, Definição de Radiação, Tipos de Radiação: Alfa, beta, gama, raios X e nêutrons, Estrutura da Matéria e as Radiações Ionizantes: Fontes Naturais e Artificiais de Radiação, Decaimentos, Princípios de Proteção Radiológica, com a inclusão dos efeitos biológicos e ambiental, Acidentes Radiológicos e Nucleares no mundo, Detectores de radiação ionizante e Relação da energia nuclear com diversos aspectos políticos, econômicos e sociais, bem como suas aplicações em nosso cotidiano.

### Duração:

4 tempos de aula – 3h

### Objetivos:

- ✓ Abordar os conteúdos relacionados acima, de forma que os alunos pudessem ampliar seus conhecimentos sobre o tema proposto nesse estudo;
- ✓ Proporcionar aos alunos uma maior reflexão sobre os benefícios e malefícios envolvidos na utilização de energia nuclear;
- ✓ Instigar os alunos a participarem ativamente da aula, com a apresentação de questões norteadoras para serem discutidas durante a exposição do conteúdo;
- ✓ Demonstrar a relação do tema com as diversas disciplinas e com o nosso cotidiano;

### Materiais utilizados:

- Projetor de slides
- Computador para a transmissão da apresentação
- Quadro Branco para o palestrante/docente escrever o que julgou necessário, em complemento à apresentação em Power Point



- Caneta Hidrográfica para o palestrante/docente
- Caderno para os alunos
- Lápis e/ou caneta para a anotação dos alunos do que eles consideraram importante e conveniente
- Apostila educativa entregue aos alunos: Energia Nuclear e suas Aplicações (CARDOSO, 2012), elaborada pela Comissão Nacional de Energia Nuclear (CNEN), disponível no site do Órgão: <https://www.gov.br/cnen/pt-br/material-divulgacao-videos-imagens-publicacoes/publicacoes>.

Os alunos foram orientados, na produção inicial, a estudá-la para um melhor entendimento das aulas seguintes e que a levassem no último dia da sequência, caso quisessem consultá-la para auxílio na elaboração da produção final.

- Apostila: Radioproteção e Dosimetria: Fundamentos (Tauhata, et al., 2014), elaborada pelo Instituto de Radioproteção e Dosimetria (IRD) / Comissão Nacional de Energia Nuclear (CNEN), disponível no site <http://moodle.ird.gov.br/ensino/index.php/apostilas-livros>.

Essa apostila foi utilizada como base pelo palestrante/docente na construção da apresentação.

### **Dinâmica/Desenvolvimento:**

A elaboração do conteúdo a ser abordado nessa etapa já havia sido planejada, entretanto, após a produção inicial, onde os alunos responderam ao questionário diagnóstico de conhecimento prévio acerca do assunto, foi possível dar destaque a alguns conteúdos e adaptá-los, de acordo com o que foi exposto pelos discentes.

Para iniciar a aula, algumas perguntas norteadoras foram feitas aos discentes de forma que eles pudessem refletir sobre a presença da radioatividade em seus cotidianos e o tema pudesse ser introduzido em uma relação mais estreita com os alunos.



Figura 2: Perguntas iniciais

**- Alguém já teve algum contato com radioatividade?  
Explicar que certamente eles já tiveram esse contato e dar exemplos**

**- Qual o nível de contato?**

**- A radiação é uma coisa boa ou ruim, qual a percepção de vocês?**

**Como alunos do curso de meio ambiente, já tiveram curiosidade em relação a esse estudo? E como cidadãos na sociedade?**

Fonte: Autora, 2019.

Em seguida, a experiência com o acidente de Goiânia, do Césio-137, foi abordada. Assim, brevemente, o palestrante falou sobre o socorro prestado às pessoas e à cidade, e perguntou se eles já haviam escutado falar sobre esse acidente, um dos mais graves acidentes radiológicos do mundo.

Dentro dessa perspectiva, explicou que tiveram algumas vítimas e impacto no meio ambiente, com um trabalho árduo de descontaminação durante uns 6 meses. E, dessa forma, aproveitou o ensejo para questionar os alunos sobre o nome “acidente radiológico” e qual a diferença dele para o acidente de Chernobyl, ocorrido no ano anterior.

Com isso, coube, nesse momento, uma explicação sobre o acidente envolvendo material radiológico utilizado em radioterapia e o acidente em uma usina nuclear: a diferença entre acidente radiológico e acidente nuclear.

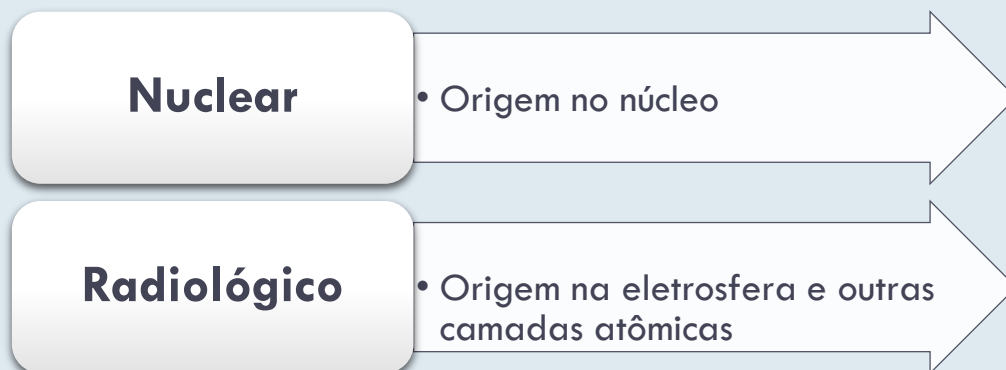
Segundo Cardoso (2012), o acidente é considerado nuclear quando ocorre uma reação nuclear ou envolve um equipamento onde processe uma reação nuclear. A exemplo de acidente nuclear mencionou-se também o acidente de Fukushima, no Japão, ocorrido em 2011. Já o acidente radiológico



é caracterizado pelo envolvimento de uma fonte radioativa, como no caso do Césio-137.

O palestrante disse que quando observassem o modelo atômico mais a frente, poderiam visualizar melhor a diferença entre o radiológico e o nuclear:

Figura 3: Acidente nuclear x Acidente Radiológico



Fonte: Autora, 2019.

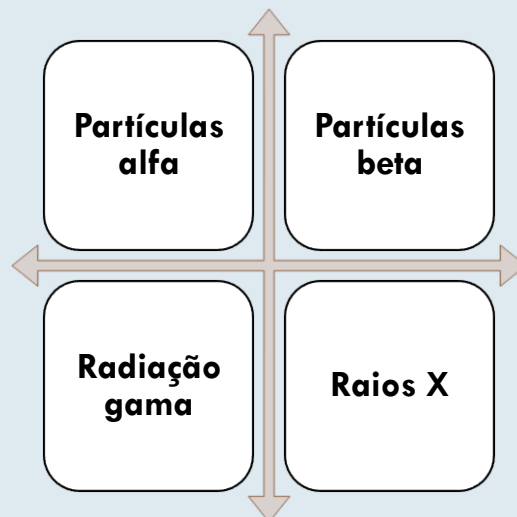
### Então, a radiação ionizante só causa problema?

A partir desse momento, a questão acima foi exposta para refletir e iniciar o conteúdo explicando as diferentes fontes radioativas e tipos de radiação.

**Radiação ionizante:** Emite faixas de alta energia. De acordo com Cardoso (2012), considera-se qualquer partícula ou radiação eletromagnética que quando interage com a matéria extrai elétrons dos átomos ou de moléculas e os transforma em íons, direta ou indiretamente.

Figura 4: Exemplos de radiações ionizantes

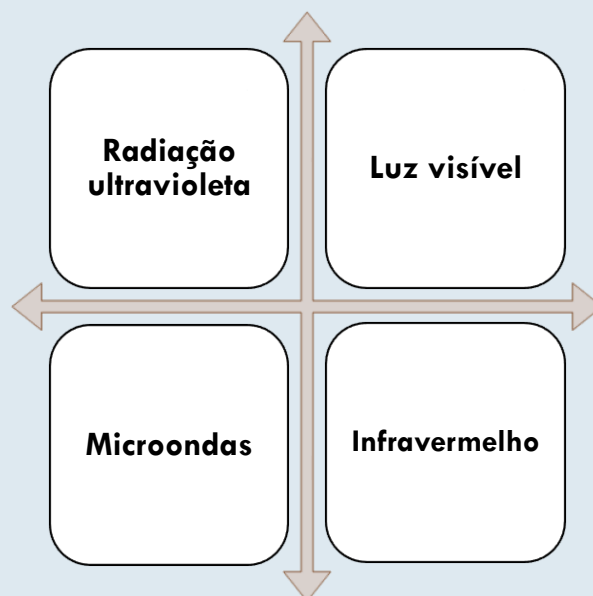




Fonte: Autora, 2019.

**Radiação não ionizante:** Emite faixas de baixa energia e baixa frequência e não consegue modificar diretamente a estrutura do átomo ou molécula.

Figura 5: Exemplos de radiações não ionizantes



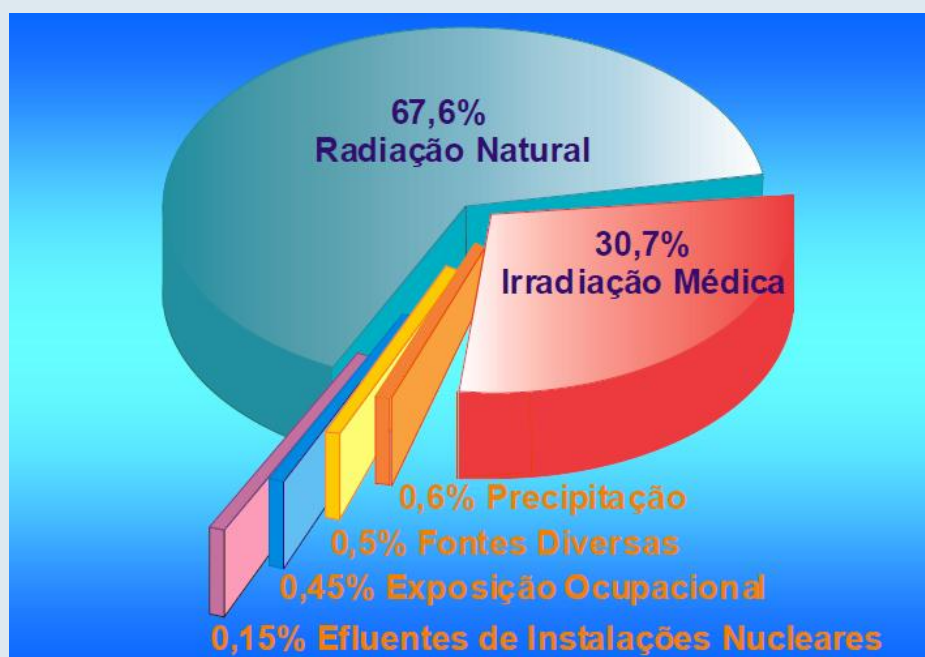
Fonte: Autora, 2019.



Nesse sentido, pôde-se introduzir o conteúdo sobre Fontes artificiais e naturais. Como fontes artificiais, o especialista citou, por exemplo, o irradiador industrial de grande porte, Irradiadores de gamagrafia e os reatores nucleares de potência e de pesquisa existentes no mundo. Para facilitar o aprendizado dos alunos, o especialista apresentou uma fonte de Cs137 (blindada e selada) de baixíssima atividade. Essa estratégia pedagógica foi relevante, pois eles puderam observar como ocorre a detecção da radiação realizada pelos detectores.

Para as Fontes naturais, ele destacou que essas fontes estão na natureza, com origem no cosmo; estão no nosso corpo e também presentes no dia-a-dia de todos. Para demonstrar essa distribuição da radioatividade apresentou-se um gráfico revelando que grande proporção da radioatividade, em média de 68%, relaciona-se à radiação natural e o restante em diferentes aplicações.

Figura 6: Exposição do homem à radiação ionizante



Fonte: Apresentação do especialista do IRD José Ubiratan Delgado, 2019.



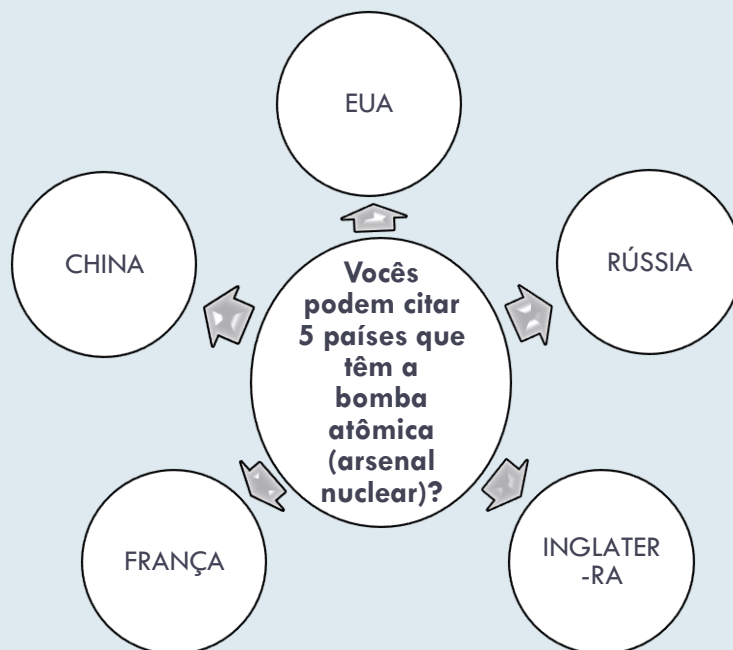
Foram colocadas as características das radiações ionizantes, como invisíveis, incolores e inodoras, além de explicar os principais tipos de radiação: raios x, alfa, beta, gama e nêutrons.

Em seguida, o especialista trouxe uma abordagem histórica sobre o período da Guerra Fria, com a corrida armamentista, em que houve uma ameaça de destruição do mundo em decorrência da existência da bomba atômica. E a partir do final da 2ª Guerra Mundial, todos passaram a ter conhecimento dessa existência através de duas explosões, no Japão, lançadas pelos EUA, em Hiroshima e Nagasak. Com isso, mencionou-se também sobre a precipitação radioativa, advinda de testes e explosões nucleares, como uma questão a ser refletida.

Nessa perspectiva, seguiu-se em demonstrar a implicação desses acontecimentos em um poderio atômico e, conseqüente, poder de domínio em esferas políticas, econômicas e sociais oriundas daquele poder. E esse contexto é importante de ser abordado para mostrar a correlação do assunto com os diversos aspectos envolvidos e como os conceitos que foram sendo construídos ao longo do tempo sobre o tema. A ideia predominantemente negativa acerca da radioatividade e energia nuclear surgiu desse contexto histórico.

Figura 7: Questionamento aos alunos





Fonte: Autora, 2019.

Seguindo ainda na mesma direção, a questão acima foi colocada aos alunos para instigá-los a raciocinar e a participar da construção do conhecimento. Assim, comentou-se também sobre o poder de veto desses países no processo de segurança da ONU. Além disso, retornou ao tópico sobre precipitação radioativa, o qual foi aprofundado, quando mencionou sobre países como Paquistão e Índia realizarem testes nucleares para mostrar ao mundo seu poder atômico.

Dessa maneira, explicou que a pluma (gerada por testes e/ou bombas nucleares) que se desloca na natureza, forma uma nuvem radioativa que condicionada à direção do vento e a condições atmosféricas, deslocam material radioativo e os radioisótopos pela atmosfera. Esses materiais vão se precipitando, se depositando em solos, mares, rios e lagos.

Destacou-se que a ONU depois proibiu esses testes nucleares, com a criação da Agência Internacional de Energia Atômica - AIEA, para que a energia nuclear fosse utilizada apenas para fins pacíficos, evitando essa proliferação de armamento. Ressaltou-se também que os EUA e a Rússia têm capacidade para destruir o planeta em mais de 200 vezes e, ainda, introduziu a





ideia do poder de dissuasão, onde se um está armado e o outro também, ninguém confronta com ninguém.

Para iniciar o conteúdo de grandezas e medições, o especialista alegou que a radiação é mensurável, apesar de suas características já expostas anteriormente. Voltou a falar que a maioria das fontes radioativas existentes são naturais e forneceu mais exemplos presentes ao redor de todos, como a parede, que possui radioatividade, as rochas, o solo e o ser humano. A exemplo de alguns elementos naturais, mencionou o Urânio, como material naturalmente radioativo utilizado nas usinas nucleares e mencionou também o Tório como exemplo.

Para explicar como a radioatividade é medida, falou da medição do *background* natural – considerado o nível normal do ambiente, e dessa forma, a possibilidade de medir os níveis nos locais.

E, em seguida, explicou que quando existe uma fonte radioativa, consegue-se obter o conhecimento da atividade de radioisótopos ou radionuclídeos (importante explicar que a definição é a mesma), e, assim, entender para quais diferentes tipos de aplicações se relacionam e como eles podem interagir com as células, tecidos e órgãos do corpo humano.

A caracterização de um material radioativo se dá pelo seu decaimento – quando ele está se desintegrando ao longo do tempo, mas para ingressar nesse conteúdo, importante nesse momento resgatar a historicidade envolvida no tema.

### **Alguém já escutou falar em Madame Curie?**

Através da pergunta aos alunos, descobriu-se que ninguém havia escutado falar na polonesa que foi para a França e lá foi a primeira mulher a entrar na Academia de Ciências no mundo e logo depois, descobriu a radioatividade. Mulher que ganhou o prêmio Nobel, seu marido, Pierre Curie, e sua filha, Irene, também. Nesse instante, sugeriu-se aos alunos que lessem depois a biografia dela completa.



Explicou brevemente como ela descobriu esse fenômeno da radioatividade, com a descoberta de que alguns elementos radioativos emitiam radiações espontaneamente. E que ela chamou o primeiro elemento químico de rádio.

Segundo o Glossário Técnico da CNEN (CNEN, 21?), a radioatividade é o “fenômeno natural de decaimento espontâneo ou transmutação de um núcleo atômico instável buscando a estabilidade”. Dessa forma, Cardoso (2012) relata que um núcleo atômico com excesso de energia tende a estabilizar-se emitindo essa energia em forma de partículas ou ondas eletromagnéticas. Pensando na instabilidade dos núcleos atômicos foram apresentados os conceitos de Fissão e Fusão Nuclear.

### Fissão Nuclear

Para exemplificar a Fissão Nuclear, temos o bombardeio, por nêutrons, ao núcleo de Urânio-235, que dependendo da intensidade de energia acumulada, ele se divide formando 2 produtos de fissão. Destacou que esse processo é que acontece na usina nuclear com urânio enriquecido, contextualizando com a fabricação de bombas. Além disso, para enriquecer a discussão, foi apresentado o mecanismo do um reator nuclear de potência à fissão.

Aproveitando essa temática, o especialista apresentou o Ciclo do Combustível Nuclear. Segundo ele, a fissão dos átomos de urânio contidos nesse combustível dentro do núcleo do reator gera calor que aquece a água que se transforma em vapor, fazendo movimentar as turbinas que finalizam o processo de geração de energia, como ocorre nas usinas nucleares de Angra/RJ.

### Fusão Nuclear

“Formação de um núcleo mais pesado a partir de dois núcleos mais leves, como por exemplo, isótopos do hidrogênio, acompanhada da liberação de energia”. (CNEN, 21?)



Falado sobre o aspecto histórico envolvido na construção do conhecimento acerca do tema, o passo seguinte foi definir o que é uma “atividade”. Explicou-se que a atividade é uma grandeza física e é o quociente  $dN/dt$  de uma quantidade de núcleos radioativos em um estado de energia particular, onde  $dN$  é o valor esperado do número de transições nucleares espontâneas deste estado de energia no intervalo de tempo  $dt$ . Além disso, relatou que a unidade de medição da radioatividade utilizada atualmente é *Curie (Ci)* ou *Becquerel (Bq)*.

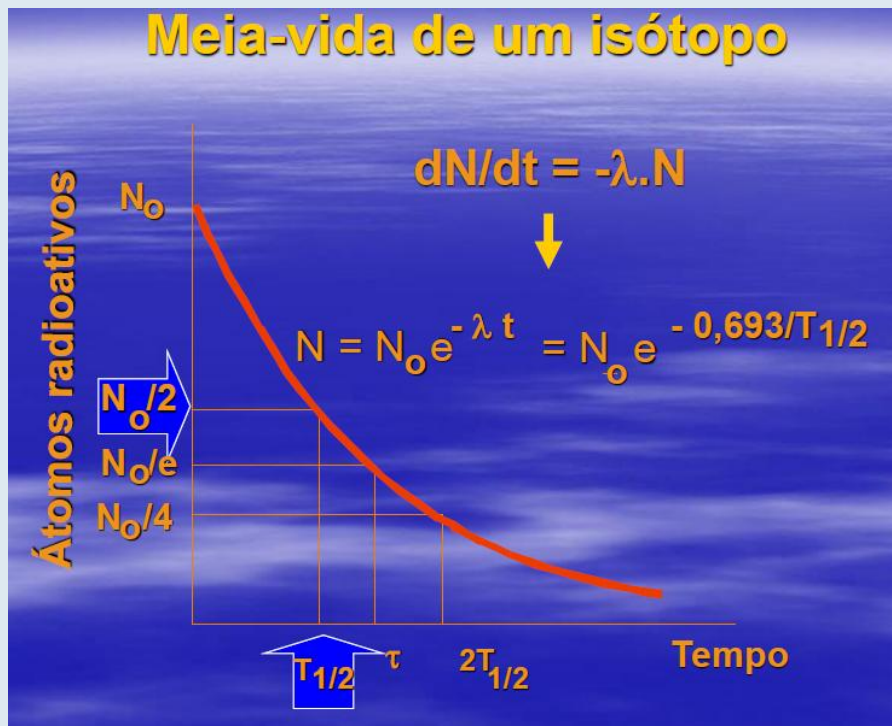
Falou também sobre a constante de decaimento,  $\lambda$  (lambda), relacionada à meia vida de um radionuclídeo, referente ao tempo transcorrido para reduzir à metade da quantidade inicial. Frisou que cada radioisótopo/radionuclídeo tem meia vida única, como se fossem impressões digitais. Forneceu exemplos como o Cs 137 – 30 anos, o Ur – bilhões de anos e o F 18 – 2 horas.

Argumentou que existem muito mais isótopos instáveis do que estáveis na natureza e que cada radionuclídeo vai se caracterizar pela meia vida e o tipo de radiação emitida.

Apresentou a fórmula matemática, função exponencial, através da figura 7 abaixo, para o cálculo da meia vida e colocou como observação que, em aproximadamente 10 meias vidas, o elemento não possui mais praticamente nada de radioatividade, ele se transforma em um outro elemento, um elemento estável.

Figura 8: Meia vida de um isótopo





Fonte: Apresentação do especialista do IRD José Ubiratan Delgado, 2019.

Tendo em vista esse conteúdo, aproveitou-se para comentar brevemente sobre a contaminação e o processo de descontaminação, dando como exemplo o Cs 137 e o acidente de Goiânia, com menção aos depósitos de rejeitos criados para tal finalidade.

Mostrou a série radioativa do Urânio-238, elemento mais abundante na natureza, explicando que sua desintegração se dá com radiação alfa e, assim, apresentou as características dessa radiação, como alto poder energético, curto alcance, e forma de blindagem através de uma folha de papel já suficiente para barrar a radiação.

Ainda na série radioativa, indicou a transformação do elemento em Tório-234, que emite radiação beta, um pouco mais penetrante do que a radiação alfa, com poder energético um pouco menor, até chegar ao elemento estável Chumbo-206, após anos. Ainda apresentou a série radioativa do Tório-232 rapidamente até a culminância no Chumbo-208, elemento estável.

Em seguida, discursou sobre a radioatividade do Polônio-210, presente no cigarro, exibindo os níveis de radioatividade contidos nele e as proporções



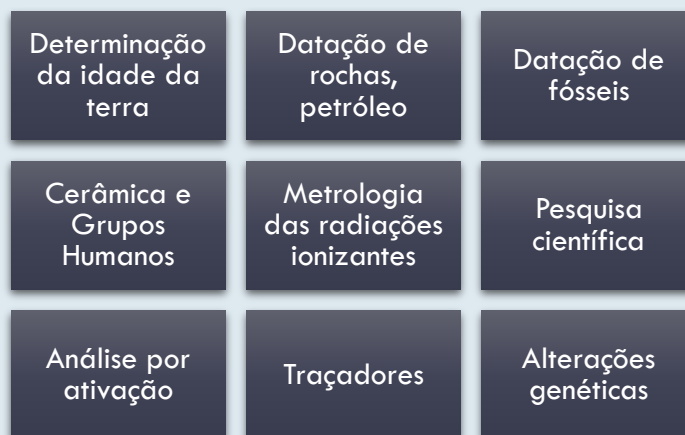
dos riscos inerentes, podendo levar ao acometimento pelo câncer; discursou também sobre a concentração de atividade de radônio em local com portas e janelas fechadas e abertas, variação nos períodos diurno e noturno e nos diferentes países.

Após, exibiu dados sobre a concentração de radionuclídeos presentes nos alimentos da população do Rio de Janeiro, alegando que convivemos com a radioatividade natural e que esse tipo de radioatividade presente nos alimentos não é prejudicial. Aproveitando essa temática, foi discutida com os discentes a diferença entre Contaminação e Irradiação. O especialista citou, por exemplo, o calor recebido do sol que vai queimar, mas não contaminar. Assim, se ingerir/absorver uma fonte radioativa, como no acidente de Goiânia, além de irradiar vai contaminar.

A partir disso, iniciou-se o conteúdo sobre as fontes artificiais, as aplicações técnicas das radiações.

- Datação, análise por ativação, pesquisa científica:

Figura 9: Datação, análise por ativação, pesquisa científica



Fonte: autora, 2019.

O especialista seguiu a palestra falando das aplicações da energia nuclear. Ele mencionou as aplicações na área médica, como o acelerador de elétrons para radioterapia; ampola de raios-x; equipamentos com raios-x, tomógrafo computadorizado; protonterapia, ciclotron para produção de



radioisótopos, quantidade de serviços e equipamentos de medicina nuclear, incorporação dos radionuclídeos pelos órgãos do corpo, frequência dos exames ocorridos nas regiões sul, sudeste e nordeste. Além disso, ele também reforçou a produção de radiofármacos e a esterilização dos materiais.

A importância para a indústria foi apresentada, a partir dos medidores industriais, como por exemplo, sua aplicação para medir o nível do líquido em indústria de bebidas e a espessura de papel e plástico. O especialista apresentou também a importância da radiação na indústria alimentícia. Sua abordagem foi relevante, pois desmitificou a informação de que um alimento irradiado faz mal a saúde. Além das áreas citadas acima, o especialista também reforçou a utilização da energia nuclear em testes nucleares, em missões espaciais e contextualizando com o cotidiano do aluno, o equipamento de raios x presente nos aeroportos.

Após as aplicações, o especialista apresentou dois conceitos importantes na área de dosimetria, exposição e dose absorvida.

Exposição – É uma grandeza física definida pelo quociente de  $dQ/dm$ , ou seja,  $dQ$  é o valor absoluto da carga total dos íons de um mesmo sinal, produzidos no ar, quando todos os elétrons liberados pelos fótons são completamente parados no ar e  $dm$  é a massa do ar onde os elétrons foram liberados.

Dose Absorvida – É o quociente da energia média depositada pela radiação ionizante na matéria, em um ponto de interesse, e a massa da matéria onde foi depositada a energia. Assim, ele reforçou que existe um limite de dose para o público geral, trabalhador e para os órgãos do corpo. Diante disso, ele apresentou um conceito importante para a determinação dos efeitos provenientes da radiação, o conceito de Efeitos estocásticos. Segundo ele, a dose se acumula com o tempo. Isso pode ocasionar um efeito tardio, e conseqüentemente causar um dano.

### **Avaliação:**

Observação não estruturada participante



Figura 10: Palestra com especialista do IRD



Fonte: Autora, 2019.

Figura 11: Apresentação de fontes aos alunos



Fonte: Autora, 2019.





## Módulo 2: Utilização de Espaço Não Formal de Educação – Visita ao IRD

### Conteúdos abordados:

Importância das atividades de monitoração ambiental e das aplicações da radioatividade; Técnicas de coleta de amostras e avaliação radiométrica; apresentação dos laboratórios da Divisão de Radioproteção do IRD (DIRAD); práticas de coleta de amostras.

### Duração:

8 tempos de aula – 6h

### Objetivos:

- Demonstrar aos alunos a importância dos programas de monitoração ambiental, as instalações monitoradas, os pontos de coleta, tipos de amostras coletadas e todo o caminho percorrido pela amostra, desde o acondicionamento, preparo, armazenamento, até as diversas análises de radionuclídeos a serem determinadas pelos laboratórios da DIRAD e o resultado destas análises;
- Analisar o impacto de uma determinada instalação radioativa e nuclear e sua correlação com o meio ambiente e as populações circunvizinhas;
- Promover nos discentes uma maior reflexão sobre a relação da ciência e tecnologia com a sociedade e meio ambiente.
- Contextualizar a prática com a teoria abordada em sala de aula.

### Materiais utilizados:

- Projetor de slides
- Computador para a transmissão da apresentação inicial
- Quadro Branco para o palestrante escrever o que julgou necessário, em complemento à apresentação em Power Point
- Caneta Hidrográfica para o palestrante
- Prancheta
- Pasta transparente emitida pelo IRD



- Bloco para os alunos
- Lápis e/ou caneta para a anotação dos alunos do que eles consideraram importante e conveniente
- Encarte de divulgação do IRD

### **Dinâmica/Desenvolvimento:**

Foi realizada uma visita técnica ao Instituto de Radioproteção e Dosimetria. A visita foi dividida em três etapas.

Na 1ª etapa, os discentes aprenderam técnicas de coleta de amostras e avaliação radiométrica, através de uma aula expositiva.

Na 2ª etapa, os alunos visitaram a sala de preparo de amostras, os laboratórios de Abertura de amostras, de média atividade, sala de fornos, laboratórios de Datação Radiocarbônica (C-14), Sr - 89/Sr - 90, Urânio/H-3, Análises Radioquímicas e Radiometria.

Já na 3ª etapa, foram realizadas práticas de coletas de amostras de água e solo no terreno do Instituto, em que 2 (dois) alunos foram caracterizados com equipamento de proteção individual (EPI) e os demais realizaram anotações acerca das coletas. Cabe destacar que a visita teve anuência do responsável da instalação e do supervisor de proteção radiológica do Instituto, considerando que as atividades dos laboratórios estiveram paralisadas e todos foram monitorados através de um dosímetro, seguindo as normas de proteção radiológica da CNEN.

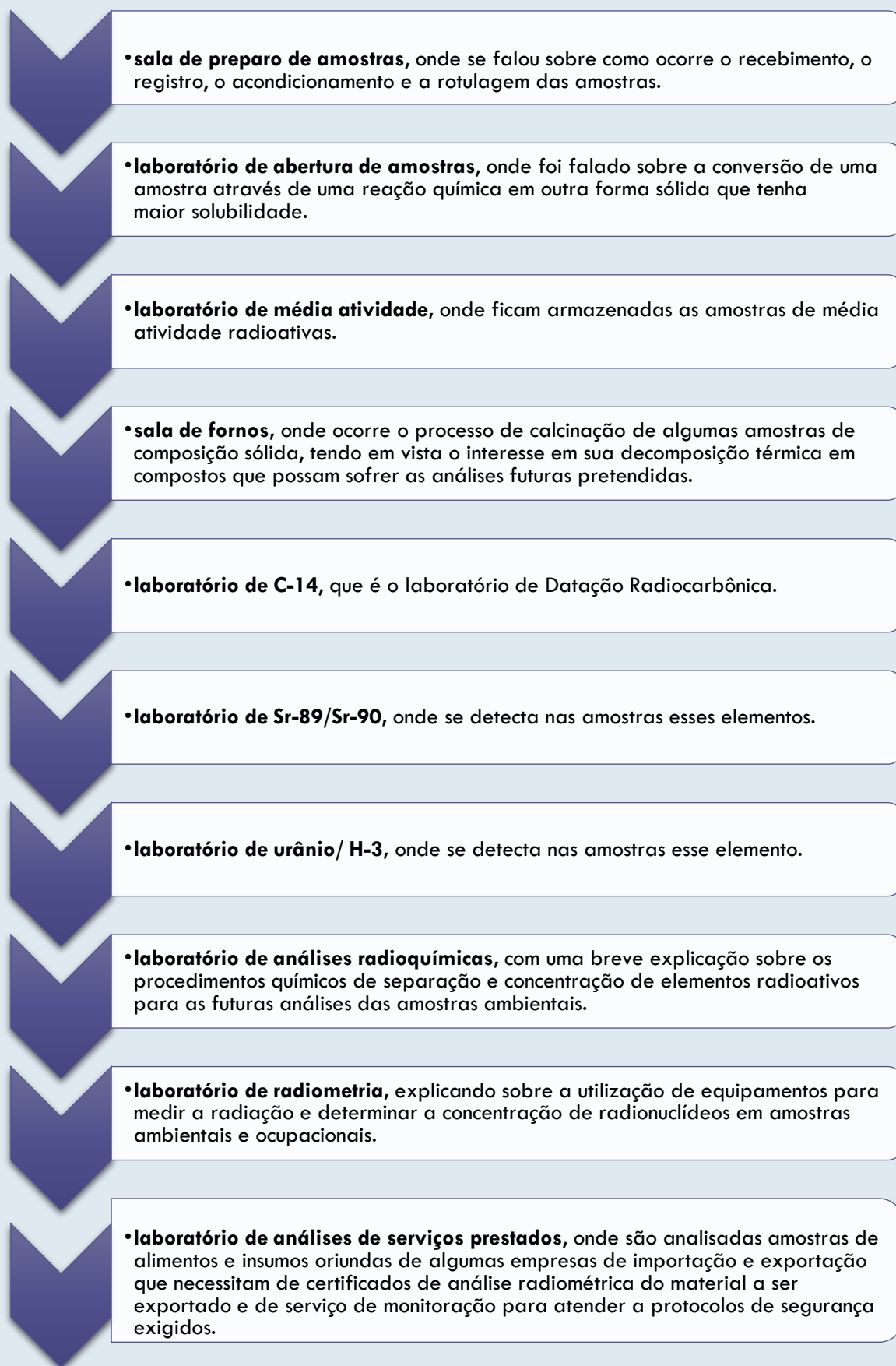
Dessa forma, a Palestra Inicial com Técnico do IRD, na sala de treinamento da DIRAD, abordou sobre a importância das atividades de monitoração ambiental, importância das aplicações da radioatividade, dos cuidados necessários, e como realizar uma coleta de amostras.

Em seguida, houve a realização de atividade prática de coleta de amostras de água e solo no IRD, com a utilização de EPI's, explicando sua utilização.

E por último, a Visita aos laboratórios:



Figura 12: Laboratórios da DIRAD/IRD



Fonte: Autora, 2019.



De forma geral, mostrou-se aos alunos a importância dos programas de monitoração ambiental, as instalações monitoradas, os pontos de coleta, tipos de amostras coletadas e todo o caminho percorrido pela amostra.

Eles puderam observar desde a coleta das amostras ambientais, acondicionamento, preparo, armazenamento, até as diversas análises de radionuclídeos a serem determinadas pelos laboratórios da DIRAD e o resultado destas análises.

Assim, foi possível entender a finalidade desses procedimentos, como a visualização de qual o impacto de uma determinada instalação radioativa e nuclear e sua correlação com o meio ambiente e as populações circunvizinhas.

### **Avaliação:**

Com o objetivo de analisar o impacto dessa etapa na SD, foram realizadas duas avaliações.

A primeira avaliação foi um questionário adaptado do questionário institucional (apêndice 2), aplicado ao final da visita técnica. Esse questionário teve como objetivo avaliar a opinião dos alunos acerca da atividade desenvolvida em espaço não formal.

A segunda avaliação foi uma pesquisa de campo, onde a pesquisadora fez uso da observação, de forma não estruturada, do comportamento dos alunos durante a realização das coletas de amostras e suas respectivas avaliações.

Figura 13: Palestra Inicial no IRD





Fonte: Autora, 2019.

Figura 14: Prática de Coleta de Amostras - Solo





Fonte: Autora, 2019.



Figura 15: Prática de Coleta de Amostras - Água



Fonte: Autora, 2019.



### Módulo 3: Debate Pedagógico sobre as Aplicações da Energia Nuclear

#### Conteúdos abordados:

- Aplicações da Energia Nuclear:
- Aplicação na área de Geração de Energia Elétrica – Usina Nuclear
- Aplicação na área de Alimentos
- Aplicação na área da Agricultura
- Aplicação na área da Medicina

Os conteúdos foram transmitidos através de vídeos educativos selecionados para essa etapa da pesquisa, os quais foram obtidos gratuitamente na internet. A tabela 1 abaixo mostra os vídeos sobre as aplicações de energia nuclear e os respectivos objetivos pedagógicos a serem alcançados com esse módulo.

Tabela 1: Vídeos sobre as aplicações de energia nuclear

VIDEOS (LINK)	OBJETIVO
<a href="https://www.youtube.com/watch?v=ltCCiHzpcGo&amp;feature=share&amp;app=desktop">https://www.youtube.com/watch?v=ltCCiHzpcGo&amp;feature=share&amp;app=desktop</a>	Introduzir algumas aplicações das tecnologias nucleares
<a href="https://www.youtube.com/watch?v=TfXpLod6VGU&amp;app=desktop">https://www.youtube.com/watch?v=TfXpLod6VGU&amp;app=desktop</a> <a href="https://www.youtube.com/watch?v=N6cFSp6nQF8">https://www.youtube.com/watch?v=N6cFSp6nQF8</a>	Abordar de forma mais profunda as aplicações das tecnologias nucleares
<a href="https://www.youtube.com/watch?v=MqxDpCG9QkU&amp;app=desktop">https://www.youtube.com/watch?v=MqxDpCG9QkU&amp;app=desktop</a>	Demonstrar como funciona a usina nuclear do Brasil
<a href="https://m.youtube.com/watch?v=lp5dv6ugvPw">https://m.youtube.com/watch?v=lp5dv6ugvPw</a>	Demonstrar as questões relacionadas à irradiação de alimentos
<a href="http://iptv.usp.br/portal/transmission/iflalac%20M%EF%BF%BDs%20informaci%EF%BF%BDn:%20http://blogs.ifla.org/lac/video.">http://iptv.usp.br/portal/transmission/iflalac%20M%EF%BF%BDs%20informaci%EF%BF%BDn:%20http://blogs.ifla.org/lac/video.</a>	Demonstrar as aplicações da energia nuclear no campo da agricultura





action;jsessionid=FE17B8946C3FA367A9 12FA515353FA5E?idItem=1910	
<a href="https://www.youtube.com/watch?v=1k8tjdaa6SQ&amp;app=desktop">https://www.youtube.com/watch?v=1k8tjdaa6SQ&amp;app=desktop</a> <a href="https://m.youtube.com/watch?v=WFq1fL6s-rs">https://m.youtube.com/watch?v=WFq1fL6s-rs</a>	Demonstrar a produção e importância dos radiofármacos e radioisótopos na Medicina nuclear

Fonte: a autora, 2019.

### **Duração:**

2 tempos de aula – 1h e 30min

### **Objetivos:**

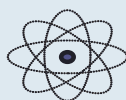
- Aprofundar o conhecimento sobre as aplicações da radioatividade nos campos da medicina, agricultura, alimentos e geração de energia.
- Promover o debate e a motivação dos alunos através de um quiz.
- Estimular a reflexão dos discentes sobre a presença dessas aplicações em seus cotidianos e na sociedade e ambiente como um todo.

### **Materiais utilizados:**

- Projetor de slides
- Computador para a transmissão dos vídeos
- Quadro Branco para o docente escrever o que julgou necessário, além de colocar as questões para reflexão
- Caneta Hidrográfica para o docente
- Caderno para os alunos
- Lápis e/ou caneta para a anotação dos alunos do que eles consideraram importante e conveniente

### **Dinâmica/Desenvolvimento:**

Importante ressaltar que antes de iniciar a apresentação dos vídeos, os alunos foram divididos em 4 grupos e um jogo foi proposto com o intuito motivar a participação de todos na construção de um debate. Antes da apresentação de cada vídeo, uma ou mais perguntas foram colocadas no quadro para que eles refletissem a respeito durante o vídeo e, ao final de cada



um, o grupo que se propusesse a responder, ganharia um ponto. Os pontos foram computados no decorrer da atividade, no quadro, e, ao final da atividade, o grupo vencedor foi premiado com uma caixa de bombom. Ressalta-se que essa dinâmica de pontuação foi bastante relevante nessa etapa, tendo em vista ter motivado a participação de todos os alunos, inclusive, os mais tímidos, que nunca haviam participado em sala de aula, segundo a professora da turma.

Cabe observar que as questões já foram uma prévia das discussões para a confecção da produção final. Na tabela 2 podem ser observadas as questões que foram propostas para o jogo.

Tabela 2: Questões do jogo

TEMA DOS VÍDEOS	QUESTÕES PROPOSTAS
INTRODUÇÃO SOBRE DIVERSAS APLICAÇÕES DA TECNOLOGIA NUCLEAR	1) O setor nuclear impulsiona a ciência, a educação e a tecnologia. De que forma?
GERAÇÃO DE ENERGIA NUCLEAR E A MONITORAÇÃO AMBIENTAL NO ENTORNO DAS USINAS DE ANGRA	1) A geração de energia nuclear tem provocado danos ao meio ambiente em torno de Angra? 2) Dê exemplos de órgãos fiscalizadores e licenciadores.
APLICAÇÃO NA MEDICINA	1) O que é um radiofármaco? 2) Qual o interesse da medicina por um elemento radioativo? 3) Apresente pelo menos um elemento radioativo produzido no reator nuclear apresentado pelo Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares (IPEN) e diga para que serve.
APLICAÇÃO NA IRRADIAÇÃO DE ALIMENTOS E AGRICULTURA	1) Qual o impacto econômico e ambiental da utilização de irradiação dos alimentos?



Fonte: a autora, 2019.

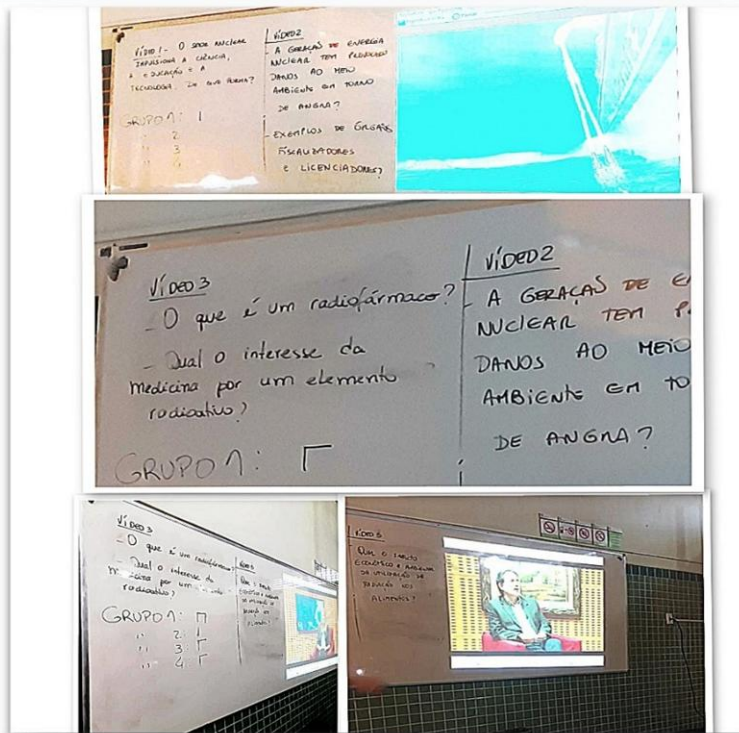
Figura 16: Debate durante os vídeos



Fonte: a autora, 2019.

Figura 17: Questões do Jogo





Fonte: a autora, 2019.

### Avaliação:

Observação não estruturada participante.



## Módulo: Produção Final

### Conteúdos abordados:

Aplicações da radioatividade

### Duração:

2 tempos de aula – 1h e 30min

### Objetivos:

- Discussão sobre os benefícios e malefícios das aplicações da energia nuclear, sob a óptica dos aspectos sociais, políticos, econômicos e ambientais.

### Materiais utilizados:

- Folha para os alunos
- Lápis e/ou caneta para a confecção de texto dos alunos

### Dinâmica/Desenvolvimento:

O módulo de produção final teve como objetivo a discussão sobre os benefícios e malefícios das aplicações da energia nuclear, sob a óptica dos aspectos sociais, políticos, econômicos e ambientais. O debate foi iniciado a partir dos vídeos educativos transmitidos no módulo anterior.

Após a transmissão dos vídeos e a realização do jogo proposto, os alunos já divididos em 4 grupos, receberam um tema relacionado à aplicação da energia nuclear no cotidiano. Assim, cada um deles recebeu uma questão central que deveria ser respondida em um limite de 20 a 25 linhas. A tabela 3 abaixo mostra as questões centrais de acordo com a divisão dos grupos.

Tabela 3: Questões centrais



GRUPOS	QUESTÃO CENTRAL
MEDICINA	- Qual a importância da radiação para a área médica? Considere os aspectos positivos e negativos da sua utilização.
AGRICULTURA	- Onde a radiação é utilizada na agricultura? Qual o impacto econômico e ambiental de sua utilização?
IRRADIAÇÃO DE ALIMENTOS	- Você já consumiu algum alimento que tenha sido irradiado? Você reconhece na embalagem os alimentos que foram irradiados? Na sua opinião, qual a relação da tecnologia de irradiação de alimentos com a saúde e com os aspectos político-econômicos?
GERAÇÃO DE ENERGIA NUCLEAR	- Quais são os aspectos políticos, econômicos, sociais e ambientais envolvidos na construção de uma usina nuclear?

Fonte: a autora, 2019.

A SD foi finalizada com a discussão das respostas geradas em cada grupo, com a entrega das redações, e com a reaplicação do questionário de conhecimentos prévios, desconsiderando a primeira questão e acrescentando uma questão com o objetivo de averiguar se os alunos gostaram da SD desenvolvida e os pontos que consideraram mais significativos para o entendimento do tema.



Figura 18: Produção Final



Fonte: a autora, 2019.

### **Avaliação:**

Confecção de textos que envolvessem a perspectiva da relação CTSA (apêndice 3) e a reaplicação do questionário de conhecimentos prévios, desconsiderando a primeira questão e acrescentando uma questão com o objetivo de averiguar se os alunos gostaram da SD desenvolvida e os pontos que consideraram mais significativos para o entendimento do tema.



## CONCLUSÃO

Diante do exposto, com a aplicação do presente Produto Educacional, pode-se concluir que o conhecimento, acerca das aplicações da energia nuclear, foi significativamente disseminado aos discentes do ensino médio integrado. O produto proporcionou aos discentes uma maior reflexão sobre seus cotidianos, e, conseqüentemente, possibilitando a contribuição para a formação de um cidadão mais ativo, com maior criticidade e, dessa forma, capaz de tomar decisões que influenciem na sociedade.

Como se pode observar na dissertação intitulada “A energia nuclear e sua abordagem no ensino médio integrado: construção de uma sequência didática sobre as aplicações da energia nuclear”, associada a este produto, a SD possibilitou desmitificar o uso da radiação ionizante, uma vez que forneceu subsídios para que o aluno refletisse acerca dos benefícios e malefícios do uso da energia nuclear e conseguisse associar o conhecimento às perspectivas da Ciência, Tecnologia, Sociedade e Meio Ambiente (CTSA), com objetivo de uma formação humana integral.

A aplicação do produto visou uma participação mais ativa dos discentes nas aulas, através de questões norteadoras discutidas, promoção de debates e jogo, os estimulando e os motivando. Além disso, proporcionou uma maior reflexão desses alunos acerca do tema e sua relação com as diversas disciplinas e cotidiano, sob a óptica de diversos aspectos sociais, políticos, econômicos e ambientais. Ainda nesse sentido, aprofundou o conhecimento sobre as aplicações da radioatividade nos campos da medicina, agricultura, alimentos e geração de energia.

Ademais, possibilitou o alinhamento da teoria com a prática; com a demonstração da existência e da importância de programas de monitoração ambiental, e visualização dos pontos de coleta, tipos de amostras coletadas e todo o caminho percorrido pela amostra, desde o acondicionamento, preparo, armazenamento, até as diversas análises de radionuclídeos; e, assim, planejamento na mitigação de possíveis impactos de uma determinada instalação radioativa e nuclear.





Nesse sentido, o produto poderá contribuir para a prática profissional de docentes no desenvolvimento de atividades pedagógicas relacionadas à disseminação do conhecimento em torno da temática da energia nuclear, de maneira a obter subsídios para a condução na construção dos tópicos propostos.



## REFERÊNCIAS

CARDOSO, Eliezer de Moura. **A Energia Nuclear e suas Aplicações: Aprendendo com o Nuclídeo**. Apostila Educativa. 3.Ed. Rio de Janeiro, 2012. Disponível em: <<https://www.gov.br/cnen/pt-br/material-divulgacao-videos-imagens-publicacoes/publicacoes>>. Acesso em: 12 nov. 2020.

CNEN. Ministério da Ciência, Tecnologia, Inovação e Comunicações. **Glossário de Termos Usados em Energia Nuclear**. Rio de Janeiro, [21-?]. Disponível em < <https://docplayer.com.br/611453-Glossario-de-termos-usados-em-energia-nuclear.html>>. Acesso em 08 mar. 2020.

DELGADO, José Ubiratan. **Aula expositiva sobre energia nuclear e radioatividade**. 2019. 71 slides.

TAUHATA, et al. **Radioproteção e Dosimetria: Fundamentos**. IRD/CNEN. 10ª revisão abril/2014. Rio de Janeiro - IRD/CNEN. Disponível em: <[http://www.ird.gov.br/index.php/component/jdownloads/send/36-apostilas/105-radioprotecaoedosimetria-fundamentos-final-i?option=com\\_jdownloads](http://www.ird.gov.br/index.php/component/jdownloads/send/36-apostilas/105-radioprotecaoedosimetria-fundamentos-final-i?option=com_jdownloads)>. Acesso em: 10 jun. 2019.



**APÊNDICE 1 - QUESTIONÁRIO PARA IDENTIFICAÇÃO DO GRAU DE CONHECIMENTO DOS ESTUDANTES EM RELAÇÃO ÀS QUESTÕES SOBRE ENERGIA NUCLEAR E SUAS APLICAÇÕES.**

Prezado (a) participante,

O presente questionário, composto por 11 questões, tem como objetivo verificar a sua percepção e seus conhecimentos prévios acerca do tema radioatividade e energia nuclear. Você não é obrigado a respondê-lo. Porém, sua participação é muito importante para que a pesquisa possa ter continuidade. Suas respostas são estritamente confidenciais.

Você encontrará a seguir 7 questões com lista de alternativas, em que você deverá assinalar a opção que mais se aproxime a sua opinião. Para tanto, procure ler com atenção cada pergunta, pois existem algumas em que você poderá assinalar mais de uma opção. Procure não deixar a pergunta sem resposta. Além disso, você deverá responder 4 questões discursivas. Caso fique indeciso, por favor, não as deixe em branco, sinalize que não sabe.

Seja o mais sincero possível, e lembre-se de que será garantido sigilo absoluto.

Obrigada por sua participação!

1- De que forma você já teve acesso a alguma informação sobre Energia Nuclear? Marque mais de uma alternativa, se for o caso:

- ( ) Escola
- ( ) Televisão
- ( ) Internet
- ( ) Jornais
- ( ) Revistas
- ( ) Outros \_\_\_\_\_
- ( ) Não tive acesso

2- Quão bem informado (a) você se considera acerca da energia nuclear?



( ) Muito bem informado ( ) Informado ( ) Pouco informado ( ) Nada informado

3- O que te faz lembrar o termo Energia Nuclear?

---



---



---



---

4- O que você entende por radioatividade?

---



---

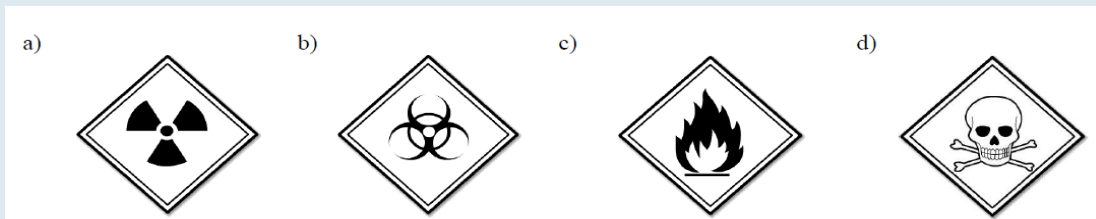


---



---

5- Você sabe identificar qual desses símbolos abaixo está relacionado com a radioatividade?



6- Como você acha que a radioatividade está presente em nosso dia a dia? Marque a(s) opção(ões) em que você considera que existam aplicações da radioatividade.

( ) Medicina ( ) Indústria ( ) Arqueologia ( ) Geração de energia

( ) Agricultura ( ) Alimentação ( ) Geologia ( )

Nenhuma das opções

( ) Outros: \_\_\_\_\_

7- Avalie se concorda com a afirmação:



“A irradiação de alimentos prolonga a sua durabilidade, no entanto este processo pode contaminar o alimento”

( ) Verdadeiro      ( ) Falso

8- Avalie se concorda com a afirmação:

*“A Indústria Farmacêutica utiliza fontes radioativas para esterilizar seringas, luvas cirúrgicas, gaze e material farmacêutico descartável, em geral”*

( ) Verdadeiro      ( ) Falso

9- Avalie se concorda com a afirmação:

*“A energia nuclear tem sido bastante empregada na agricultura, especialmente por provocar o aumento da variabilidade genética nas plantas e, portanto, tornar mais efetiva a busca por melhor produtividade, qualidade e adaptabilidade ao meio ambiente”.*

( ) Verdadeiro      ( ) Falso

10- Avalie se concorda com a afirmação e explique:

*“A energia nuclear é uma opção energética, ambientalmente favorável, interessante para a nossa sociedade”*

---

---

---

---

11- Avalie se concorda com a afirmação e explique:

*“O governo deve continuar os investimentos em usina nuclear e em instalações radiativas”*

---

---

---



## APÊNDICE 2 - QUESTIONÁRIO PARA VISITA AO IRD.

### FORMULÁRIO DE AVALIAÇÃO – VISITA TÉCNICA

IDENTIFICAÇÃO	
INSTITUIÇÃO:	
CURSO:	
DATA:	
SETORES VISITADOS	

OPÇÕES DE RESPOSTAS: MARQUE COM UM “X”					
1 - Discordo Totalmente -    2 - Discordo Parcialmente    -    3 - Indeciso					
4 - Concordo Parcialmente       5 - Concordo Totalmente					
01 – A visita contribuiu para melhorar o seu nível de conhecimento sobre a energia nuclear e suas aplicações.	1	2	3	4	5
02 – Os conhecimentos transmitidos foram adequados as suas necessidades de estudo e/ou trabalho.	1	2	3	4	5
03 – Os técnicos responderam às perguntas de forma atenciosa e apropriada.	1	2	3	4	5
04 – A visita realizada proporcionou uma maior motivação por parte dos alunos.	1	2	3	4	5
05 – As atividades práticas realizadas contribuíram para melhor entender os conteúdos disciplinares teóricos.	1	2	3	4	5
06– A visita permitiu observar as aplicações da radioatividade e contextualizá-las com o meu cotidiano.	1	2	3	4	5
07 – A visita permitiu conhecer alguns cuidados de proteção radiológica com o meio ambiente e sociedade, em decorrência das aplicações da radioatividade.	1	2	3	4	5
08 - A visita contribuiu para visualizar a relação entre a ciência, tecnologia, sociedade e ambiente.	1	2	3	4	5



09 - A visita possibilitou vislumbrar um novo campo profissional.	1	2	3	4	5
10 – Numa avaliação geral, por favor, atribua uma nota à visita a qual você acaba de realizar, utilizando uma escala de um (1) a cinco (05).	1	2	3	4	5

**COMENTÁRIOS**

**Considerando que suas informações são muito valiosas, utilize o espaço abaixo para quaisquer outros comentários.**




## APÊNDICE 3: AVALIAÇÃO – PRODUÇÃO FINAL

### Avaliação – Produção Final:

**Descrição:** Após apresentação dos vídeos sobre as aplicações da energia nuclear, a turma será dividida em 4 grupos, de acordo com as aplicações: Medicina, Agricultura, Alimentos e Geração de energia, que são as aplicações mais relacionadas ao cotidiano dos alunos.

Serão entregues perguntas norteadoras de cada tema a cada grupo para que os alunos construam junto a seu grupo um texto entre 20 a 25 linhas.

**Objetivo:** Proporcionar uma reflexão nos alunos acerca dos riscos e benefícios das aplicações da energia nuclear, levando-os a relacionar a Ciência e a Tecnologia com os aspectos da sociedade e do meio ambiente. Além disso, promover um debate em grupo, que motive o trabalho em equipe e avalie o poder de concisão do grupo na confecção do texto.

### Perguntas norteadoras:

**Grupo 1) Medicina:** Qual a importância da radiação para a área médica? Considere os aspectos positivos e negativos da sua utilização.

**Grupo 2) Agricultura:** Onde a radiação é utilizada na agricultura? Qual o impacto econômico e ambiental de sua utilização?

**Grupo 3) Alimentos:** Você já consumiu algum alimento que tenha sido irradiado? Você reconhece na embalagem os alimentos que foram irradiados? Na sua opinião, qual a relação da tecnologia de irradiação de alimentos com a saúde e com os aspectos político-econômicos?

**Grupo 4) Geração de energia:** Quais são os aspectos políticos, econômicos, sociais e ambientais envolvidos na construção de uma usina nuclear?





OBS.: Os alunos poderão consultar a internet e a apostila educativa entregue na aula expositiva, do módulo 1, para auxiliar na construção das respostas.

