



**INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO PIAUÍ
CAMPUS TERESINA CENTRAL
CURSO TECNOLOGIA EM RADIOLOGIA**

MARIA CLARA BEZERRA DE SOUSA

**O ENSINO DA RADIOATIVIDADE NAS ESCOLAS A PARTIR DO EXAME
NACIONAL DO ENSINO MÉDIO**

TERESINA – PI

2024

MARIA CLARA BEZERRA DE SOUSA

O ENSINO DA RADIOATIVIDADE NAS ESCOLAS A PARTIR DO EXAME
NACIONAL DO EXAME MÉDIO

Trabalho de Conclusão de Curso (artigo científico)
apresentado como exigência parcial para obtenção
do diploma do Curso de Tecnologia em Radiologia
do Instituto Federal de Educação, Ciência e
Tecnologia do Piauí, Campus Teresina Central.

Orientador: Profº. Me. Wilson Seraine da Silva
Filho.

TERESINA – PI

2024

O ENSINO DA RADIOATIVIDADE NAS ESCOLAS A PARTIR DO EXAME NACIONAL DO ENSINO MÉDIO

Maria Clara Bezerra de Sousa¹
Prof.º. Me. Wilson Seraine da Silva Filho²

RESUMO

Na atualidade, o uso da radioatividade vem tendo grande destaque, graças a sua grande gama de funcionalidades nos mais diversos tipos de setores. Apesar disso, grandes são os desafios quanto a disseminação de informações sobre o tema. O Exame Nacional do Ensino Médio – ENEM, pode ser um grande aliado na construção de conhecimentos voltados para a radioatividade, já que este possui em seus componentes curriculares temas que abordam a radioatividade. Com base nisso, este estudo tem como objetivo investigar e analisar a frequência, além das principais características das questões de presentes no ENEM. A metodologia utilizada foi a análise qualitativa e quantitativa das questões de radioatividade presentes nos últimos onze anos das provas do ENEM (2013 a 2023), por meio da divisão destas questões em categorias, como tipo de resposta, contextualização, interdisciplinaridade, elementos visuais e aplicabilidade das radiações. Os resultados permitem perceber que as questões têm predominantemente caráter qualitativo, com enfoque nas preocupações relacionados ao meio ambiente e as utilizações de tecnologias que usufruem das radiações ionizantes, além disso, elas quase sempre possuíram interdisciplinaridade, principalmente entre Física e Química. Normalmente não há o uso de recursos visuais nas questões. Tecnologia em artefatos bélicos foi aplicabilidade das radiações mais utilizada. Foi possível constatar com a pesquisa que apesar de que a quantidade de questões por ano de radioatividade seja pequena, o ENEM contempla de forma satisfatória contextos relacionados a radiatividade, trazendo perspectivas que englobam as suas aplicabilidades de maneira associada com o desenvolvimento da humanidade e suas implicações sociais.

Palavras-chave: Radioatividade; Questões; Radiação no ENEM; ENEM.

ABSTRACT

Currently, the use of radioactivity has gained great prominence, thanks to its wide range of functionalities in the most diverse types of sectors. Despite this, there are great challenges regarding the dissemination of information on the topic. The National High School Examination – ENEM, can be a great ally in building knowledge focused on radioactivity, as its curricular components include themes that address radioactivity. Based on this, this study aims to investigate and analyze the frequency, in addition to the main characteristics of the questions present in the ENEM. The methodology used was the qualitative and quantitative analysis of radioactivity questions present in the last eleven years of the ENEM tests (2013 to 2023), by dividing these questions into categories, such as type of answer, contextualization, interdisciplinarity, visual elements and applicability of radiation. The results allow us to notice that the questions are predominantly qualitative nature, focusing on concerns related to the environment and the use of technologies that benefit from ionizing radiation, in addition, they almost ever have an interdisciplinary nature, mainly between Physics and Chemistry.

¹ Acadêmica do Curso de Tecnologia em Radiologia. Instituto Federal do Piauí.
mclarabsousa@gmail.com.

² Mestre em Ensino de Ciências e Matemática - Universidade Luterana do Brasil. Instituto Federal do Piauí. wilson.seraine@ifpi.edu.br.

Normally there is no use of visual resources in the questions. Technology in war artifacts was the most used applicability of radiation. It was possible to verify from the research that although the number of questions per year of radioactivity is very small, the ENEM satisfactorily contemplate contexts related to radioactivity, bringing perspectives that encompass its applicability in a way associated with the development of humanity and its social implications.

Keywords: Radioactivity; Questions; Radiation at ENEM; ENEM.

Data de aprovação: 21/06/2024

1 INTRODUÇÃO

É imprescindível destacar, quando se fala a respeito de radioatividade, sobre a contribuição de Becquerel, Marie Curie e Pierre Curie, que foram os cientistas e pesquisadores pioneiros nos estudos voltados ao fenômeno da radioatividade durante o século 19. Desde a sua descoberta, várias foram as utilizações empregadas para a radioatividade, dentre elas se destacam o seu uso para fins medicinais e diagnósticos, como no tratamento de doenças através da radioterapia e o uso de marcadores radioativos para identificação de doenças, além do seu uso para usinas nucleares e investigações científicas, como no caso das datações de fósseis (BEZ, 2013).

Entretanto, apesar da grande contribuição empregada as funcionalidades da radioatividade durante os anos, a maior parte da população possui baixo conhecimento sobre o tema, o que gera opiniões não baseadas em fatos científicos e avaliações errôneas, que são fruto da falta de informações passadas durante especialmente a formação básica, isso pois, dificilmente os conceitos de radioatividade são aprofundados (BEZ, 2013; GOMBRADÉ, 2002).

É notório que o Exame Nacional do Ensino Médio (ENEM) é na atualidade um meio muito importante para testar os conhecimentos dos alunos do Ensino Médio no Brasil. O ENEM possui dois grandes pilares, introduzidos pelo MEC em 2009, que dizem respeito a sistematização e qualificação das educações básica e superior, sendo os objetivos: "(1) - Servir de referência para potencializar a reestruturação dos currículos utilizados no ensino médio e (2) - criar um processo unificado para selecionar estudantes para as universidades de elevada ocorrência em seus cursos e também os ganhos de uma seleção nos moldes propostos". Dessa forma, o ENEM não somente é uma ferramenta de ingresso em Instituições Públicas e particulares de nível superior, mas também uma forte influência para as Matrizes Curriculares empregadas no Ensino Médio (FERNANDES, 2016).

Temas como a Radioatividade estão incluídos na área de Ciências da Natureza e suas Tecnologias, mais especificadamente em Química, presentes nos tópicos: (1) transformações químicas e energia; (2) - energias químicas no cotidiano. O ensino da Radioatividade no Ensino Médio se faz muito importante, uma vez que o conteúdo envolve diversos temas presentes na sociedade, isso é, acidentes nucleares, geração de energia, meio ambiente, saúde, indústria, entre outros. A abordagem e compreensão de como a radioatividade está inserida nesses temas se faz de grande relevância para a formação social dos alunos como cidadãos, gerando conhecimento sobre diversas situações aplicadas na realidade no mundo inteiro (SILVA, 2013).

O pleno conhecimento das noções básicas de Radioatividade é de extremo interesse para o Curso de Tecnologia em Radiologia do Instituto Federal do Piauí, isso pois, durante todas as disciplinas da grade curricular, se faz necessário a aplicação das mesmas, sendo uma base indispensável para a formação do profissional da área de Radiologia. Ao ingressar na

Instituição é imprescindível que o aluno possua os conhecimentos que devem ser desenvolvidos no ensino médio e ao decorrer do curso almeja-se que esse conhecimento seja aprimorado e moldado de acordo com as necessidades do curso.

Tendo em vista a importância e impacto das questões de Radioatividade presentes no Exame Nacional do Ensino Médio (ENEM), este estudo tem como objetivo investigar e analisar a frequência, além das principais características das questões de presentes no ENEM.

2 METODOLOGIA

A metodologia utilizada neste presente estudo foi a análise qualitativa e quantitativa das questões de Radioatividade presentes nos últimos onze (11) anos das provas do Exame Nacional do Ensino Médio – ENEM. Os dados das questões coletadas foram obtidos a partir do site do Ministério da Educação e Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira. Fizeram parte do estudo as provas do ENEM dentro do intervalo de tempo de 2013 a 2023, com foco na área de Ciências da Natureza e suas Tecnologias, em especial as questões que estão inseridas no tema radioatividade.

Para a pesquisa, foram analisadas as onze últimas provas de aplicação regular do ENEM, em específico do caderno de questões azul, onde foram encontradas inicialmente um universo com o total de quatrocentos e noventa e cinco (495) questões de Ciências da Natureza e suas Tecnologias, tendo em vista que a cada ano são ofertadas quarenta e cinco (45) questões da área, entretanto, apenas dez (10) questões entraram para a análise final, de acordo com os critérios de inclusão utilizados nesta pesquisa. Para a inclusão das questões coletadas, utilizou-se os seguintes critérios:

- a) A questão foi elaborada com conteúdos específicos de radioatividade.
- b) A questão envolve impactos causados pelo uso de radiações ionizantes, mesmo que nesta envolva interdisciplinaridade com outras matérias.
- c) O enunciado da questão direciona para temas de radioatividade.

Para analisar as questões presentes nas provas entre 2013 e 2023, estas foram divididas em categorias, que são: contextualização, tipo de resposta, interdisciplinaridade, aplicabilidade das radiações e elementos visuais.

Figura 1. Divisão de categorias das questões.



Fonte: Elaborado pela autora.

A contextualização refere-se ao detalhamento e informações trazidas pelo enunciado das questões, fazendo com que estas sejam inseridas em diferentes contextos, podendo ser inseridas como cunho ambiental, cotidiano, científico, tecnológico, social, etc. Questões que

não contavam com contexto em seus enunciados foram classificadas como sem contextualização.

Para a categoria tipo de resposta, foi levado em consideração se as alternativas da questão eram compostas por textos ou por valores numéricos. Questões que apresentavam alternativas com valores numéricos foram classificadas como quantitativas, isso pois, para se chegar à resposta se faz necessário a utilização de cálculos matemáticos. Já as questões que apresentam alternativas textuais foram consideradas como qualitativas, em razão que, para a resolução destas é necessário unir a interpretação de contextos cotidianos com os conteúdos teóricos, utilizando apenas o raciocínio e não fórmulas matemáticas.

A interdisciplinaridade, de acordo com o MEC, tem a intenção de relacionar o conhecimento de várias disciplinas, com o objetivo de sanar problemas ou compreender fenômenos e situações de diferentes perspectivas (BRASIL, 2000). Dessa maneira, foram classificadas nesta categoria as questões que se associem com outras disciplinas, além da Química para a resolução do problema, relacionando os conteúdos para sua completa compressão.

Quanto a categoria aplicabilidade das radiações, verificou-se as possíveis aplicabilidades e conhecimentos das radiações ionizantes nas mais diversas áreas da Ciência e Tecnologia.

Para a inclusão das questões na categoria de elementos visuais, foram analisados os mais diversos recursos utilizados para ilustração e construção da compressão da resolução da questão, sendo estes recursos tais quais, tabelas, gráficos, imagens, equações, etc.

3 RESULTADOS E DISCURSÃO

De acordo com a coleta de dados, as questões de radioatividade durante o período de 2013 a 2023 foram um total de dez (10) questões, sendo que nos anos de 2018 e 2021 não houveram questões do tema presentes nas provas.

Tabela 1. Número de questões de radioatividade por ano nas provas do ENEM de 2013-2023.

Ano	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2018	2020	2021	2022	2023
Número de questões	1	1	1	1	1	0	1	1	0	1	2

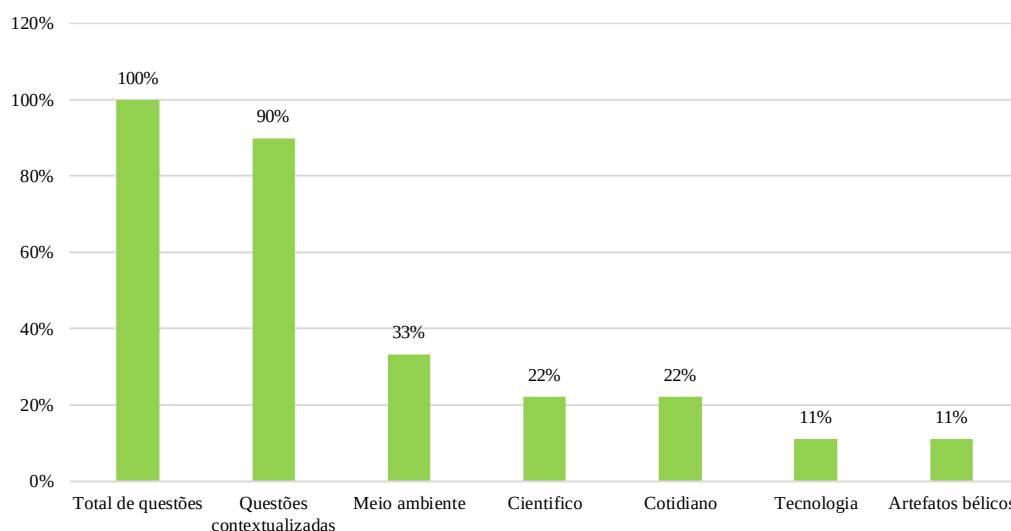
Fonte: Elaborado pela autora.

É possível observar, de acordo com a Tabela 1, que as questões de radioatividade estão presentes em uma pequena quantidade por ano no ENEM, sendo que geralmente, pelo menos uma questão é adicionada na prova por ano. Excepcionalmente, nos anos de 2018 e 2021 não houveram questões que abrangessem o tema de radioatividade de fato, houveram apenas questões que traziam no seu enunciado o tema como forma de contextualização para outros temas, não fazendo parte dos critérios de inclusão desta pesquisa. Apenas no ano de 2023 foi possível observar um aumento discreto na quantidade de questões que incluíam o tema de radioatividade, no qual, uma questão a mais foi inserida, fugindo ao padrão de uma questão do tema por ano.

De acordo com a análise das questões, na categoria contextualização, foi possível observar que dentre as dez (10) questões analisadas, nove (9) destas apresentam contexto em seus enunciados, enquanto apenas uma (1) questão não apresentou contexto algum, podendo ser classificada como sem contextualização e evidenciando um caráter puramente conceitual, onde o discente precisa necessariamente conhecer o conteúdo, não

remetendo a concepções de contextualização daquele tema. Dentre as questões contextualizadas, três (3) questões envolveram o contexto de meio ambiente em seu enunciado. Fizeram parte do contexto científico duas (2) questões e no contexto cotidiano também se enquadraram esta mesma quantidade de questões. Nos contextos de tecnologia e avanços tecnológicos referentes a artefatos bélicos nucleares, foram encontradas uma (1) questão para cada um destes.

Gráfico 1. Divisão de categorias das questões.



Fonte: Elaborado pela autora.

Podemos verificar, baseado no gráfico 1, que noventa por cento (90%) das questões de radioatividade entre os anos de 2013 e 2023 no ENEM possuem contextualização, sendo que entre estas, trinta e três por cento (33%) englobam o contexto de meio ambiente; estão voltadas para o contexto científico vinte e dois por cento (22%) das questões, assim como para o contexto de cotidiano; para os contextos de tecnologia e artefatos bélicos, fazem parte onze por cento (11%) das questões, em cada um destes. Estes dados nos permitem perceber que o ENEM possui características alinhadas com os Parâmetros Curriculares Nacionais do Ensino Médio – PCNEM (BRASIL, 1999), que compreende que os assuntos da educação básica precisam ser associados com situações diversas do dia a dia, essa associação será possível através da contextualização, que vai atuar de maneira a facilitar o aprendizado e associar as aplicações do conteúdo de radioatividade, de maneira a valoriza-las (FERNANDES, 2015).

Foi possível observar durante a construção desta análise que a contextualização das questões de radioatividade no ENEM está na maior parte abordando a preocupação da utilização das radiações ionizantes e seus possíveis impactos no meio ambiente e na segurança dos organismos vivos, sejam esses impactos causados por geração de energia através de recursos nucleares ou pelo uso de artefatos bélicos. As questões podem trazer também contextualizações voltadas para utilizações tecnológicas e científicas das radiações.

Quadro 1. Exemplo de questão com contexto meio ambiente, questão 126.

(ENEM – 2020) Embora a energia nuclear possa ser utilizada para fins pacíficos, recentes conflitos geopolíticos têm trazido preocupações em várias partes do planeta e estimulado discussões visando o combate ao uso de armas de destruição em massa. Além do potencial destrutivo da bomba atômica, uma grande preocupação associada ao emprego desse artefato bélico é a poeira radioativa deixada após a bomba ser detonada.

Quadro 1. Exemplo de questão com contexto meio ambiente, questão 126.

- Qual é o processo envolvido na detonação dessa bomba?
- Fissão nuclear do urânio, provocada por nêutrons.
 - Fusão nuclear do hidrogênio, provocada por prótons.
 - Desintegração nuclear do plutônio, provocada por elétrons.
 - Associação em cadeia de chumbo, provocada por pósitrons.
 - Decaimento radioativo do carbono, provocado por partículas beta.

Fonte: Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira.

Na questão 126 do ENEM 2020, no quadro 1, nota-se que a contextualização seguiu um contexto ligado ao aspecto de problemas ambientais que podem ser ocasionados pela detonação de uma bomba nuclear, problemas estes causados pelo grande poder de destruição do artefato. Desta forma, a questão em pauta foi categorizada como contextualizada, tendo utilizado o contexto de tecnologia em artefato bélico. Para resolução dessa questão é necessário que o aluno possua conhecimento sobre os conceitos e aplicações dos temas de fissão e fusão nuclear. Além disso, é importante que o aluno possua domínio sobre a habilidade de número 22, listada na Matriz curricular de referência do ENEM (BRASIL, 2002), esta habilidade está relacionada a capacidade de compreender fenômenos decorrentes da interação entre a radiação e a matéria em suas manifestações naturais ou tecnológicas em suas implicações ambientais ou biológicas.

A partir dos dados coletados podemos notar que na categoria tipo de questão, seis (6) questões foram categorizadas como qualitativas e outras quatro (4) questões remanescentes foram classificadas como quantitativas. Houveram, dessa forma, majoritariamente questões que em seu enunciado há conteúdo textual, no qual se faz necessário que o discente raciocine para interpretar todo o contexto empregado no desenvolvimento da questão, além de possuir conhecimento teórico do conteúdo, que é a utilização das radiações ionizantes, aliando o background fornecido pela questão e a teoria.

Quadro 2. Exemplo de questão qualitativa, questão 70.

(ENEM – 2016) Pesquisadores recuperaram DNA de ossos de mamute (*Mammuthus primigenius*) encontrados na Sibéria, que tiveram sua idade de cerca de 28 mil anos confirmado pela técnica do carbono-14.

FAPESP. **DNA de mamute é revelado.** Disponível em: <http://agencia.fapesp.br>. (adaptado).

A técnica de datação apresentada no texto só é possível devido à

- proporção conhecida entre carbono-14 e carbono-12 na atmosfera ao longo dos anos.
- decomposição de todo o carbono-12 presente no organismo após a morte.
- fixação maior do carbono-14 nos tecidos de organismos após a morte.
- emissão de carbono-12 pelos tecidos de organismos após a morte.
- transformação do carbono-12 em carbono-14 ao longo dos anos.

Fonte: Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira.

No quadro 2, possuímos uma questão que foi enquadrada como qualitativa, onde a questão está relacionada com o uso da técnica de carbono-14 para a realização de datação de fósseis. A alternativa correta só pode ser alcançada se o aluno estiver habituado com o conteúdo de datação de fósseis pela técnica de carbono-14, para conseguir realizar a diferenciação das alternativas. O candidato deve apresentar domínio sobre a habilidade 18, possuindo a capacidade de fazer relações entre as propriedades da técnica de carbono-14 e as suas finalidades, que é a datação fóssil.

Quadro 3. Exemplo de questão quantitativa, questão 104.

(ENEM – 2017) A técnica do carbono-14 permite a datação de fósseis pela medição dos valores de emissão beta desse isótopo presente no fóssil. Para um ser em vida, o máximo são 15 emissões beta/(min g). Após a morte, a quantidade de ^{14}C se reduz pela metade a cada 5 730 anos.

A prova do carbono 14. Disponível em: <http://noticias.terra.com.br>. (adaptado).

Considere que um fragmento fóssil de massa igual a 30 g foi encontrado em um sítio arqueológico, e a medição de radiação apresentou 6 750 emissões beta por hora. A idade desse fóssil, em anos, é

- a) 450.
- b) 1 433.
- c) 11 460.
- d) 17 190.
- e) 27 000.

Fonte: Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira.

Ainda na categoria tipo de resposta, no quadro 3, temos o exemplo de uma questão classificada como quantitativa, isto é, que necessita do uso de cálculos matemáticos para sua resolução. A questão também traz a utilização do carbono-14 para a datação de fósseis, entretanto, a questão expõe vários dados que serão utilizados para o cálculo da meia-vida de um fragmento fóssil. Essa questão exige uma avaliação do método de datação pelo carbono-14, que contribuirá para diagnosticar a idade do fóssil, tendo implicações de ordem social, encaixando-se na habilidade 19.

Já na categoria Interdisciplinaridade, entre as dez (10) questões analisadas, sete (7) foram consideradas questões que possuem alguma conexão com outras disciplinas, enquanto apenas três (3) foram classificadas como disciplinares, isso é, que estão ligadas apenas a Química. Dentre as sete questões interdisciplinares encontradas, quatro (4) foram identificadas com ligação entre as disciplinas de Química e Física, enquanto as outras três (3), apresentaram interdisciplinaridade entre Química e Biologia.

Quadro 4. Exemplo de questão interdisciplinar entre Física e Química, questão 73.

(ENEM – 2015)

A bomba reduz neutros e neutrinos, e abana-se com o leque da reação em cadeia

ANDRADE, C. D. **Poesia completa e prosa**. Rio de Janeiro: Aguilar, 1973 (fragmento).

Nesse fragmento de poema, o autor refere-se à bomba atômica de urânio. Essa reação é dita “em cadeia” porque na

- a) fissão do ^{235}U ocorre liberação de grande quantidade de calor, que dá continuidade à reação.
- b) fissão de ^{235}U ocorre liberação de energia, que vai desintegrando o isótopo ^{238}U , enriquecendo-o em mais ^{235}U .
- c) fissão do ^{235}U ocorre uma liberação de nêutrons, que bombardearão outros núcleos.
- d) fusão do ^{235}U com ^{238}U ocorre formação de neutrino, que bombardeará outros núcleos radioativos.
- e) fusão do ^{235}U com ^{238}U ocorre formação de outros elementos radioativos mais pesados, que desencadeiam novos processos de fusão

Fonte: Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira.

Na questão acima (quadro 4), é evidenciada a interdisciplinaridade entre as disciplinas de Química e Física, pois para a completa compreensão do funcionamento “em cadeia”, referido no enunciado, é necessário ter conhecimentos sobre o processo de fissão nuclear, que ocorre nas bombas atômicas, sendo que este tema possui enfoque na Física. Deste modo, a questão em destaque vai exigir que o aluno aplique as habilidades 22 e 18 para a sua resolução, atrelando os fenômenos causados pela radiação e suas propriedades físicas aos fins desejados.

Poucas questões de radioatividade nos últimos onze exames trouxeram algum tipo de elemento visual, sendo que entre as dez questões analisadas neste estudo, apenas duas (2) foram classificadas nesta categoria. Uma (1) questão apresentou o recurso visual de equação para o desenvolvimento da pergunta, enquanto a outra questão expôs uma tabela. A seguir, temos um exemplo de questão que utiliza recursos visuais.

Quadro 5. Exemplo de questão com elemento visual, questão 109.

(ENEM – 2022) O elemento iodo (I) tem função biológica e é acumulado na tireoide. Nos acidentes nucleares de Chernobyl e Fukushima, ocorreu a liberação para a atmosfera do radioisótopo ^{131}I , responsável por enfermidades nas pessoas que foram expostas a ele. O decaimento de uma massa de 12 microgramas do isótopo ^{131}I foi monitorado por 14 dias, conforme o quadro.

Tempo (dia)	Massa residual de ^{131}I (μg)
0	12,0
2	10,1
4	8,5
5	7,8
6	7,2
8	6,0
14	3,6

Após o período de 40 dias, a massa residual desse isótopo é mais próxima de

- a) 2,4 μg .
- b) 1,5 μg .
- c) 0,8 μg .
- d) 0,4 μg .
- e) 0,2 μg .

Fonte: Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira.

A questão do quadro 5 utilizou como elemento visual uma tabela para adicionar e listar os dados necessários para a construção da sua resolução, no qual a tabela se faz de extrema importância neste caso, já que as informações contidas nela serão utilizadas para chegar ao resultado da alternativa correta. Nesta questão, é importante que a habilidade 17 seja cumprida, pois esta está associada com a capacidade de relacionar informações presentes em diferentes formas de linguagem e representações usadas nas ciências da natureza, tais quais textos, tabelas, equações, figuras, etc.

Na categoria aplicabilidade das radiações, oito (8) questões foram incluídas, e apenas duas (2) questões não traziam o emprego das radiações em suas possíveis áreas de atuação. Em três (3) questões as aplicabilidades da radioatividade para a finalidade de artefatos bélicos foram abordadas. Aplicações na área de investigação científica foram utilizadas em duas (2) questões, além de que outras duas (2) questões evidenciaram a funcionalidade da radioatividade para a produção de energia de origem nuclear. Ademais, uma (1) questão apenas abordou o uso das radiações ionizantes e sua aplicabilidade na área da medicina.

Quadro 6. Exemplo de questão com aplicação da radiatividade, questão 49.

(ENEM – 2023) A utilização de tecnologia nuclear é um tema bastante controverso, por causa do risco de acidentes graves, como aqueles ocorridos em Chernobyl (1986), em Goiânia (1987) e em Fukushima (2011). Apesar de muitas desvantagens, como a geração de resíduos tóxicos, a descontaminação ambiental dispendiosa em caso de acidentes e a utilização em armas nucleares, a geração de energia nuclear apresenta vantagens em comparação a outras fontes de energia.

A geração dessa energia tem como característica:

- a) Formar resíduos facilmente recicláveis.
- b) Promover o aumento do desmatamento.
- c) Contribuir para a produção de chuva ácida.
- d) Emitir gases tóxicos que são lançados no ambiente.
- e) Produzir calor sem o consumo de combustíveis fósseis.

Fonte: Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira.

É apresentada nesta questão a aplicabilidade da radioatividade para geração de energia de origem nuclear, que é uma das principais aplicações das radiações na atualidade. A questão trata em seu texto das possíveis características negativas que o uso deste tipo de energia pode apresentar para o meio ambiente, além de citar as tragédias de maior destaque ocasionadas pelo uso da tecnologia de usinas nucleares, que são os casos dos acidentes de Chernobyl e Fukushima. Apesar do contexto negativo e estereotipado do uso das radiações ionizantes, ao final do texto a questão levanta o sentido de que a utilização de energias provenientes de fontes nucleares possui vantagens sobre outros tipos de fontes energéticas.

É necessário para a resolução desta questão que o aluno tenha conhecimento prévios sobre as características desta aplicação da radioatividade. Desta maneira, o domínio da habilidade 22 se prova de vital importância para a compreensão deste tema, além da habilidade 12, que prevê que o aluno consiga avaliar impactos causados em ambientes naturais decorrentes de atividades econômicas, como no caso das usinas nucleares de geração de energia.

Através desta pesquisa, podemos perceber que as questões de radioatividade no ENEM têm predominantemente caráter qualitativo, com enfoque nas preocupações relacionados ao meio ambiente e as utilizações de tecnologias que usufruem das radiações ionizantes. As questões de Radioatividade quase sempre possuíam interdisciplinaridade, principalmente entre Física e Química. Normalmente as questões do tema não fazem o uso de recursos visuais. Ademais, podemos perceber que a aplicabilidade das radiações mais utilizada nas questões foi a de tecnologia em artefatos bélicos.

4 CONCLUSÃO

A partir dos dados obtidos nesta pesquisa, pode-se constatar que apesar de que a quantidade de questões por ano de radiatividade seja pequena, o Exame Nacional do Ensino Médio contempla de forma satisfatória contextos relacionados a radiatividade, trazendo perspectivas que englobam as suas aplicabilidades de maneira associada com o desenvolvimento da humanidade e suas implicações sociais. De acordo com o exposto, fica nítido que o Exame segue as instruções dadas nos Parâmetros Curriculares Nacionais do Ensino Médio, abordando questões de radioatividade de forma contextualizada, dessa maneira, entende-se que as escolas devem preparar os alunos de modo a compreender os acontecimentos e tendências no mundo ao seu redor, que possivelmente podem fazer parte do ENEM, possuindo a capacidade de analisar, interpretar e investigar diferentes temas, como a

radioatividade, e suas aplicações e como estas podem interferir nos contextos social, econômico, etc.

A aplicação do tema de radioatividade nas salas de aula do ensino básico de forma coesa implica não somente na capacidade dos alunos conseguirem resolver questões, mas implica especialmente em participar da construção da identidade destes alunos como indivíduos conscientes e que conseguem pensar de forma independente e questionar aspectos relativos a radiatividade, além de serem importantes fontes de combate a desinformação sobre o tema e disseminadores de informação.

REFERÊNCIAS

BEZ, T. V.; ALEXANDRE, W.; COSTA, S. A radioatividade na visão dos alunos de um curso de licenciatura em Ciências da Natureza. **Revista Técnico-Científica do IFSC**. Ed. 2013, Núm. 2, Vol. 2 - II SICT-Sul. 2013, Santa Catarina.

BRASIL. Ministério da Educação, Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira (INEP). **Exame Nacional do Ensino Médio: Documento Básico**. Brasília, 2002.

BRASIL. Ministério da Educação (MEC), Secretaria de Educação Média e Tecnológica (Semtec). **Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio**. Brasília, 1999.

FERNANDES, C. S.; MARQUES, C. A. Noções de contextualização nas questões relacionadas ao conhecimento químico no Exame Nacional do Ensino Médio. **Química Nova na Escola**, São Paulo, Vol. 37, p. 294-304, 2015.

FERNANDES, L. S.; CAMPOS, A. F. Análise das questões sobre radioatividade no Exame Nacional do Ensino Médio - ENEM. Amazônia: **Revista de Educação em Ciências e Matemáticas**, Belém, Vol. 13, Núm. 25, p. 62-74, dez. 2016. ISSN 2317-5125. Disponível em: <<https://periodicos.ufpa.br/index.php/revistaamazonia/article/view/3437>>

GOMBRAGE, R; LONDERO, L. Percepções de estudantes sobre usinas nucleares e o resíduo radioativo. **Góndola, Enseñanza y Aprendizaje de las Ciencias**, 17(2), pp. 286-299. DOI: <https://doi.org/10.14483/23464712.17810>

PINTO, F. S.; SOUZA, J. R. da T.; VALENTE, J. A. da S.; CARVALHO, R. H. de. Análise de competências e habilidades de itens associados ao ensino de Química na prova de Ciências da Natureza do Enem aplicados nos anos de 2013 a 2016 / Analysis of the skills and abilities of items associated to the teaching of Chemistry in the Enem Nature Science exam applied in the years 2013 to 2016. **Brazilian Journal of Development**, Vol. 6, Núm. 2, p. 7358–7366, 2020. DOI: 10.34117/bjdv6n2-148.

ROMÃO, I. C.; PINHEIRO, N. A. P.; CRISTINO, J. H. S.; ROCHA, N. M. Análise da contextualização dos conteúdos de química nas questões do exame nacional do ensino médio (ENEM). **Brazilian Journal of Development**, Vol. 7, Núm. 1, p. 10215–10224, 2021. DOI: 10.34117/bjdv7n1-692.

SILVA, F. C. V.; CAMPOS, A. F.; ALMEIDA, M. A. V. Concepções alternativas de licenciandos em Química sobre radioatividade. **Experiências em Ensino de Ciências**, Vol. 8, Núm. 1, p. 87-97, 2013.