

Análise das questões sobre radioatividade no ENEM

Analysis of the questions about radioactivity in ENEM

Lucas dos Santos Fernandes

Universidade Federal do Vale do São Francisco
lucas.fernandes@univasf.edu.br

Angela Fernandes Campos

Universidade Federal Rural de Pernambuco
afernandescampos@gmail.com

Resumo

O presente estudo consiste em uma pesquisa qualitativa referente às questões sobre radioatividade no ENEM com ênfase na análise de algumas características dessas questões visando contribuir para o enriquecimento das abordagens de ensino dessa temática. As questões foram analisadas a partir de seis categorias: tipo de questão, contextualização, disciplinaridade, recursos visuais, eixo cognitivo e aplicação da radioatividade. Foi observado que as questões analisadas em sua maioria são qualitativas, contextualizadas com o meio ambiente, interdisciplinares, pertencentes ao eixo cognitivo referente à compreensão dos fenômenos e que a aplicação da radioatividade mais presente é a geração de energia nuclear.

Palavras chave: radioatividade, ENEM, questões, enunciado, química

Abstract

This study refers to a qualitative research about radioactivity questions in ENEM with emphasis on the analysis of some characteristics of these questions to contribute to the enrichment of educational approaches to this subject. The questions were analyzed from six categories: type of question, context, disciplinary, visuals means, cognitive axis and application of radioactivity. It was observed that the issues examined are mostly of qualitative, contextualized to the environment, interdisciplinary, belonging to the cognitive axis with respect to the understanding of phenomena and that the application of more radioactivity present is the nuclear power generation.

Key words: radioactivity, ENEM, questions, enunciation, chemistry

Introdução

O Exame Nacional do Ensino Médio (ENEM) é uma das principais avaliações de ensino brasileiras. Esse exame é aplicado anualmente e direcionado para estudantes que estão concluindo, ou para pessoas que já terminaram o Ensino Médio. Atualmente a estrutura desse exame é composta por quatro áreas de conhecimento: (i)- Linguagens Códigos e suas

Tecnologias; (ii)- Matemática e suas Tecnologias; (iii)- Ciências da Natureza e suas Tecnologias; (iv)- Ciências Humanas e suas Tecnologias. Para cada área do conhecimento existem competências e habilidades vinculadas aos conteúdos presentes nas questões.

Neste estudo serão analisadas as questões referentes à área das Ciências Naturais e suas Tecnologias, especificamente as que estão relacionadas ao tema radioatividade. Essa temática foi escolhida devido ao grande número de concepções alternativas, ideias diferentes do que é aceito cientificamente (CAKMAKCI, et al, 2007; CAKMAKCI, 2010) relativas a esse assunto (SILVA, et al, 2013). A Matriz de Referência para o ENEM vincula os conteúdos sobre radioatividade aos objetos de estudo da Química em dois tópicos: (i)- Transformações Químicas e Energia: transformações nucleares; conceitos fundamentais da radioatividade; reações de fusão e fissão nuclear; desintegração radioativa e radioisótopos; (ii)- Energias Químicas no Cotidiano: energia nuclear; lixo atômico; vantagens e desvantagens do uso de energia nuclear.

A literatura nacional apresenta algumas abordagens para o ensino de radioatividade que podem ser utilizadas no Ensino Médio e Superior, tais como o uso de situações-problema (SILVA, et al, 2014) e a utilização de flexquests e recursos audiovisuais (VASCONCELOS e LEÃO, 2012). Além dessas abordagens, outros estudos envolvendo a elaboração de estratégias didáticas são necessários visando melhorar a compreensão dos estudantes sobre esse tema e minimizar o surgimento das concepções alternativas pelos alunos.

É importante que o ensino desse tema esteja alinhado com uma forma de avaliação adequada. Nesse sentido, as questões do ENEM podem ser utilizadas durante o ensino de radioatividade para aprofundar o estudo ou para avaliar a aprendizagem dos estudantes. A resolução das questões do ENEM, em sala de aula, pode familiarizar os estudantes com esse tipo de enunciado e contribuir para melhorar o desempenho nessa avaliação.

A avaliação é um dos elementos mais importantes de um currículo, visto que, pode-se identificar os aspectos positivos e negativos das abordagens de ensino e realizar ajustes com a finalidade de aperfeiçoar as estratégias de ensino e melhorar a aprendizagem. O ENEM consiste em uma forma de avaliação essencial dentro do currículo brasileiro, pois a partir desse exame é possível ingressar no Ensino Superior. Analisar as questões do ENEM consiste em um estudo necessário para compreender como essa avaliação vem sendo realizada e identificar as principais características das questões aplicadas.

Esta pesquisa tem como objetivo principal analisar o conteúdo das questões do ENEM sobre radioatividade visando identificar as principais características desses enunciados e contribuir para a compreensão sobre a forma a qual esse tema vem sendo explorado nesse exame.

Metodologia

Este estudo pode ser classificado como qualitativo, pois a análise de dados será realizada de forma descritiva e interpretativa (LUDKE e ANDRÉ, 1986). Em relação ao tipo de pesquisa, esta investigação consiste em uma Pesquisa documental (GIL, 2002), na qual a amostra analisada é constituída pelas provas do ENEM.

Coleta de dados

Inicialmente foi realizada a coleta de dados referente às provas aplicadas no ENEM desde o início desse exame no ano de 1998 até a última edição realizada em 2014, todos os dados foram coletados a partir do site do Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira (INEP - <http://portal.inep.gov.br/web/enem/edicoes-anteriores/provas-e->

gabaritos). Foram selecionadas para este estudo as questões da área de Ciências da Natureza e suas Tecnologias relacionadas com o tema radioatividade.

Ao total foram selecionadas onze (11) questões sobre radioatividade. Essas questões foram identificadas nas provas a partir da leitura de todos os enunciados das questões referentes à área de Ciências da Natureza e suas Tecnologias. A prova do ENEM, ao longo dos anos variou quanto ao número de questões e em relação aos dias de aplicação do exame. A aplicação das provas ocorre de acordo com a distribuição de cadernos de questões de várias cores (azul, rosa, amarelo e branco), nos quais os mesmos enunciados são colocados com numeração diferente ou com alternativas distribuídas de forma diferente nas questões. A tabela 1 apresenta a localização das questões do ENEM analisadas neste estudo.

Ano	Tipo de Caderno	Número da Questão
2000	Amarelo	11
2000	Amarelo	12
2001	Amarelo	35
2003	Amarelo	34
2004	Amarelo	40
2005	Amarelo	62
2006	Amarelo	50
2009	Azul	29
2012	Azul	84
2013	Azul	49
2014	Branco	82

Tabela 1: Localização das questões do ENEM analisadas.

As onze (11) questões selecionadas foram analisadas a partir de seis (06) categorias que serão descritas a seguir.

Categorização

As categorias adotadas neste estudo foram: tipo de resposta, contextualização, disciplinaridade, recursos visuais, eixo cognitivo e aplicação da radioatividade.

Na categoria referente ao tipo de resposta, foi avaliado se a resposta à questão era numérica (quantitativa) ou textual (qualitativa). Pozo e Crespo (2009) afirmam que enunciados qualitativos correspondem a problemas abertos, nos quais se deve predizer ou explicar um fato, analisar situações cotidianas e científicas e interpretá-las a partir dos conhecimentos pessoais e/ou do marco conceitual que a Ciência proporciona. Em contraponto, os enunciados quantitativos são utilizados, geralmente, para praticar algumas habilidades algébricas que podem ser mobilizadas, inclusive, para a solução de problemas qualitativos.

No que se refere à contextualização, foi avaliado se o enunciado apresentava algum contexto no qual as questões adquiriam significado (cotidiano, tecnologia, meio ambiente, ciência, etc).

Segundo a literatura da área de Ensino de Ciências/Química, a contextualização pode assumir diversos significados (WARTHA, et al, 2013). Neste estudo considerou-se a definição de contextualização proposta por Uehara e Núñez (2011), segundo esses pesquisadores, a contextualização consiste no contexto no qual o objeto de conhecimento está situado. As questões denominadas contextualizadas também foram analisadas quanto ao tipo de contexto presente no enunciado (científico, meio ambiente, cotidiano, tecnológico, etc.). As questões que não apresentavam nenhum contexto foram classificadas como descontextualizadas.

Em relação à disciplinaridade, foi avaliado se a questão poderia ser entendida/resolvida a partir de conhecimentos de uma ou mais disciplinas. Não existe consenso sobre o termo interdisciplinaridade, neste estudo, a noção de interdisciplinaridade consiste na integração dos conteúdos de várias disciplinas para compreender e/ou solucionar uma questão (MARCELINO-JÚNIOR, 2013). Todas as questões inicialmente foram classificadas como referentes à Química, tendo em vista que, na Matriz de Referência para o ENEM, os conteúdos relacionados ao tema radioatividade foram agrupados nos objetos de estudo da Química. Nesse sentido, se a resolução da questão envolvia apenas conteúdos químicos, a questão foi classificada como disciplinar. E se a resolução envolvia conteúdos de Química e de outras disciplinas a questão foi classificada como interdisciplinar. Considerou-se como disciplinas para compor a interdisciplinaridade com a Química, apenas a Biologia e a Física, pois na seleção das questões só foram consideradas as provas referentes às Ciências da Natureza e suas Tecnologias. As questões denominadas interdisciplinares também foram analisadas quanto aos conhecimentos de outras disciplinas, (Biologia e Física), além da Química, que são necessários para entender/responder corretamente ao enunciado.

Quanto aos recursos visuais, foi avaliado se a questão apresenta, ou não, esses recursos, tais como: imagens, gráficos, figuras, equações, ou quaisquer outros recursos gráficos, além do texto, que possam ser utilizados na compreensão e na resolução do enunciado.

O eixo cognitivo refere-se aos cinco (05) tipos de enunciado que as questões do ENEM podem apresentar de acordo com a Matriz de Referência: (i)- domínio da linguagem (domínio e uso das linguagens: matemática, artística, Língua Portuguesa, etc.); (ii)- Compreensão de fenômenos (construir e aplicar conceitos das diversas áreas do conhecimento para a compreensão dos fenômenos); (iii)- Resolução de situações-problema (tomada de decisão a partir da seleção, organização, relação e interpretação das informações); (iv)- Construção de argumentação (relacionar informações de forma consistente para construir argumentos); (v)- Elaboração de propostas (elaboração de propostas de intervenção na sociedade a partir dos conhecimentos escolares). A categorização das questões quanto ao eixo cognitivo permite conhecer os enunciados quanto ao tipo de raciocínio que deverá ser utilizado para solucioná-los.

Em relação às aplicações da radioatividade, observa-se que ela é empregada em diversos ramos da Ciência e da Tecnologia, tais como: pesquisas científicas, desenvolvimento de novos equipamentos, geração de energia, produção de materiais bélicos, construção de máquinas de radioterapia, esterilização de materiais cirúrgicos, etc. Tendo em vista esse aspecto de aplicação da radioatividade as questões foram analisadas quanto ao tipo de aplicação dos conhecimentos sobre esse tema na Ciência e na Tecnologia.

A partir da realização desta análise pretende-se avaliar o conteúdo das questões do ENEM sobre o tema radioatividade com o objetivo de identificar algumas características desses enunciados e contribuir para a compreensão sobre a forma a qual esse tema vem sendo explorado nesse exame.

Resultados e Discussão

Inicialmente é necessário apontar que a radioatividade esteve presente em onze (11) questões do ENEM considerando todas as aplicações desse exame. Esse dado reflete a importância desse tema que esteve presente em quase todas as provas do ENEM.

A análise das questões de acordo com as categorias estabelecidas evidenciou aspectos relevantes das questões deste exame quanto ao tema radioatividade.

Em relação ao tipo de questão, foi observado que do total das onze (11) questões analisadas, nove (09) foram classificadas como qualitativas e apenas duas (02) foram classificadas como quantitativas. O predomínio de enunciados qualitativos aponta para o caráter mais conceitual do tema radioatividade em detrimento dos aspectos matemáticos referentes a esse tema. De acordo com Pozo e Crespo (1998) o objetivo central das questões qualitativas é fazer com que o aluno relacione os conceitos científicos com fenômenos mais ou menos cotidianos. Os conteúdos abordados no ensino de radioatividade em sua maioria são conceituais, enquanto que os cálculos numéricos correspondem a uma pequena parte dos conteúdos, e são utilizados na determinação do período de semidesintegração (meia-vida) dos isótopos radioativos.

Em relação à contextualização, apenas uma (01) questão foi considerada descontextualizada, pois o enunciado era direto, não apresentando contexto algum para a justificativa da questão. A contextualização foi identificada em dez (10) enunciados do total de onze (11), esse número elevado reflete uma posição dos Parâmetros Curriculares Nacionais (BRASIL, 1999) que recomenda que os conteúdos sejam ensinados de forma contextualizada. O contexto mais presente nas questões analisadas foi o meio ambiente, esse contexto foi identificado em cinco (05) enunciados. O contexto cotidiano e o contexto tecnológico esteve presente em duas (02) questões cada um. O contexto científico foi identificado em apenas um (01) enunciado. A predominância do contexto meio ambiente em relação ao tema radioatividade é justificado pelos danos causados à natureza em decorrência dos acidentes nucleares e da gestão inadequada dos resíduos radioativos.

Quanto à disciplinaridade, três (03) enunciados foram avaliados como estritamente disciplinares, pois para a resolução é necessário apenas os conteúdos referentes à Química. Observou-se ainda que sete (07) questões poderiam ser resolvidas com os conhecimentos sobre Química e Biologia. Apenas um (01) enunciado poderia ser solucionado com conhecimentos de Química e Física. A interdisciplinaridade das questões sobre radioatividade relacionando a Química e a Biologia pode ser compreendida, tendo em vista que, a contextualização com o meio ambiente permite entender os enunciados do ponto de vista ecológico, pois os danos ambientais ocasionados pela radiação podem ser explicados a partir de conhecimentos biológicos. A interdisciplinaridade observada em oito (08) das onze (11) questões reforça as Orientações Curriculares Nacionais (BRASIL, 2006), no que se refere à abordagem interdisciplinar no ensino das Ciências Naturais e suas Tecnologias.

No que se refere aos recursos visuais, apenas quatro (04) enunciados apresentaram algum desses recursos, dos quais dois (02) enunciados poderiam ser resolvidos a partir de uma figura, uma (01) questão poderia ser solucionada com o auxílio de um gráfico e uma (01) outra questão continha uma equação química nuclear em seu enunciado. Nas demais questões, sete (07), não havia nenhum recurso visual. Os recursos visuais nas questões sobre radioatividade podem envolver a utilização de imagens de reatores de usinas nucleares, equações químicas que representam fenômenos nucleares de fissão e fusão, gráficos de decaimentos radioativos, etc. O emprego de recursos visuais nas questões avaliativas é importante, pois permite ao estudante explorar a questão sob outros aspectos que complementam a parte textual do enunciado. Segundo Silva, et al, (2013) os recursos visuais

desempenham uma função primordial na aprendizagem dos estudantes, quando esses recursos são utilizados de forma adequada, auxiliam na promoção do entendimento de conceitos.

A Matriz de Referência para o ENEM aponta cinco (05) eixos cognitivos nos quais as questões podem ser classificadas. O eixo cognitivo referente à compreensão dos fenômenos foi observado em seis (06) questões. O eixo relacionado ao domínio da linguagem foi verificado em dois (02) enunciados. Os eixos, resolução de situações-problema, construção de argumentação e elaboração de propostas só foram contemplados apenas uma (01) vez cada. Foi observado que todos os eixos cognitivos foram contemplados nas questões analisadas, essa variedade é significativa pois permite a utilização de diferentes estratégias de raciocínio para chegar à solução o enunciado. A predominância do eixo cognitivo relacionado à compreensão dos fenômenos aponta para relevância dos aspectos conceituais referentes ao tema radioatividade, tendo em vista, as diversas aplicações dos fenômenos radioativos (AQUINO e AQUINO, 2012).

A análise das questões quanto à aplicação da radioatividade revelou que a geração de energia nuclear é aplicação mais mencionada nas provas do ENEM, aparecendo em sete (07) das onze (11) questões. As aplicações na esterilização de materiais cirúrgicos, diagnóstico de doenças e radioterapia só foram observadas em um (01) enunciado cada. Em apenas uma (01) questão não foi identificada uma aplicação para a radioatividade. O predomínio da aplicação da radioatividade na geração de energia nuclear advém dos debates que ocorrem em nível mundial quanto ao uso desse tipo de energia e os riscos associados a ele. As aplicações no ramo da Medicina são menos frequentes nas questões, apesar disso, elas são importantes para diminuir as concepções equivocadas quanto ao uso da radioatividade, que geralmente é associada a episódios ruins para a sociedade e para o meio ambiente (AQUINO e AQUINO, 2012).

Em síntese, a análise das questões do ENEM sobre radioatividade revelou alguns aspectos importantes desses enunciados. Foi observado que ao longo dos doze (12) anos de exame, onze (11) questões sobre esse tema foram aplicadas no ENEM. As características identificadas nas questões analisadas foram:

- Predomínio de questões qualitativas;
- A maioria das questões tem o meio ambiente como contexto;
- A maior parte das questões é interdisciplinar e pode ser compreendida e/ou resolvida a partir dos conteúdos de Química e Biologia;
- Poucas questões apresentam recursos visuais (figuras, esquemas, gráficos, tabelas, equações, etc.);
- O eixo cognitivo mais presente nas questões é o da compreensão dos fenômenos;
- A aplicação da radioatividade mais presente nas questões é a geração de energia nuclear.

Considerações Finais

Os resultados da análise das questões sobre radioatividade apresentados neste estudo indicam alguns aspectos sobre o tipo de avaliação utilizada pelo ENEM em relação a esse tema, as categorias empregadas não esgotam as possibilidades de análise dos enunciados desse exame. A partir das características identificadas, espera-se ter contribuído para que sejam

desenvolvidas novas estratégias de avaliação para o ensino desse assunto alinhadas com o tipo de avaliação que esse exame vem aplicando ao longo de suas edições.

A radioatividade é uma temática polêmica, pois envolve diversos aspectos políticos, científicos, tecnológicos, ambientais, etc. Nesse sentido, abordagens de ensino pautadas nas relações entre Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS) podem ser utilizadas para promover a compreensão dos estudantes sobre esse tema. As abordagens de ensino CTS permitem aos estudantes a compreensão dos fenômenos científicos de forma integrada, proporcionando a construção de conhecimentos contextualizados e promovendo o desenvolvimento de visões adequadas sobre a Ciência e a Tecnologia.

Por fim, é necessário salientar que o ensino do tema radioatividade alinhado como uma forma de avaliação adequada pode proporcionar aos estudantes melhores condições para responder corretamente questões sobre esse tema, no ENEM e em outras avaliações.

Referências

AQUINO, K. A. S.; AQUINO, F. S. **Radioatividade e meio ambiente: os átomos instáveis da natureza**. São Paulo: Sociedade Brasileira de Química, 2012.

BRASIL, Ministério da Educação, Secretaria de Educação Média e Tecnológica. **Parâmetros Curriculares Nacionais: Ensino Médio. Parte III Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias**. Brasília, 1999.

BRASIL, Ministério da Educação, Secretaria de Básica. **Orientações Curriculares para o Ensino Médio. Vol. 2. Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias**. Brasília, 2006.

CAKMAKCI, G.; LEACH, J.; DONNELLY, J. Student's Ideas About Reaction Rate and its Relationship with Concentration or Pressure. **International Journal of Science Education**. V. 28, n.15, p. 1795-1815, 2006.

CAKMAKCI, G. Identifying Alternative Conceptions of Chemical Kinetics among Secondary School and Undergraduate Students in Turkey. **Chemical Education Research**. V. 87, n. 4, p. 449-455, 2010.

GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa?** São Paulo: Atlas, 2002.

LÜDKE, M.; ANDRÉ, M. E. D. A. **Pesquisa em Educação: Abordagens Qualitativas**. São Paulo: EPU, 1986.

MARCELINO-JÚNIOR, C. A. C. A Interdisciplinaridade nas questões do ENEM 2009. In: RAMALHO, B. L.; NÚÑEZ, I. B. **Aprendendo com o ENEM: Reflexões para melhor se pensar o ensino e a aprendizagem das Ciências Naturais e da Matemática**, 2013, Brasília: Liber Libro Editora, 2013. p. 19-31.

POZO, J. I.; CRESPO, M. A. G. A solução de problemas nas Ciências da Natureza. In: POZO, J. I. **A solução de problemas: aprender a resolver, resolver para aprender**, 1998, Porto Alegre: Artmed, 1998. p. 67-102.

POZO, J. I.; CRESPO, M. A. G. **A Aprendizagem e o Ensino de Ciências: do Conhecimento Cotidiano ao Conhecimento Científico**. Porto Alegre: Artmed, 2009.

SILVA, G. S.; BRAIBANTE, M. E. F.; PAZINATO, M. S. Os recursos visuais utilizados na abordagem dos modelos atômicos: uma análise nos livros didáticos de Química. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**. V. 13, n. 2, 2013, p. 159-182.

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

SILVA, F. C. V.; CAMPOS, A. F.; ALMEIDA, M. A. V. O trabalho com situação-problema utilizando elementos do ensino por pesquisa: análise das impressões de futuros professores de Química. **Experiências em Ensino de Ciências**. V. 5, n. 1, 2014, p. 37-48.

UEHARA, F. M. G.; NÚÑEZ, I. B. A contextualização do conteúdo e o uso de situações-problema na prova de Ciências Naturais do ENEM 2009. In: RAMALHO, B. L.; NÚÑEZ, I. B. **Aprendendo com o ENEM: Reflexões para melhor se pensar o ensino e a aprendizagem das Ciências Naturais e da Matemática**, 2013, Brasília: Liber Libro Editora, 2013. p. 19-31.

VASCONCELOS, F. C. G. C.; LEÃO, M. B. C. Utilização de recursos audiovisuais em uma estratégia flexquest sobre radioatividade. **Investigações em Ensino de Ciências**. V. 17, n. 1, 2012, p. 37-58.

WARTHA, E. J.; SILVA, E. L.; BEJARANO, N. R. R. Cotidiano e contextualização no ensino de Química. **Química Nova na Escola**. V. 35, n.2, 2013, p. 84-91.