

ESTEQUIOMETRIA NAS QUESTÕES DO ENEM (2019-2023): UMA ANÁLISE A PARTIR DE PERSPECTIVAS CURRICULARES

Bruna Z. Corso¹; Maurícius S. Pazinato¹

¹Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Instituto de Química, Porto Alegre –RS

Palavras-Chave: Competências, Ensino de química, Habilidades.

Introdução

Desde sua instituição em 1998, o Exame Nacional do Ensino Médio (ENEM) desempenha um papel significativo na avaliação do desempenho educacional dos estudantes brasileiros. Inicialmente idealizado para mensurar habilidades e conhecimentos ao término da educação básica, o exame assumiu, a partir de 2009, uma nova dimensão ao se tornar um importante meio de acesso ao ensino superior (DA SILVEIRA; BARBOSA; DA SILVA, 2015; BRASIL, 2024).

O ENEM, composto por áreas que abrangem Ciências da Natureza, Ciências Humanas, Matemática e Linguagens e Códigos, demanda dos estudantes não apenas o domínio dos conteúdos específicos, mas também de habilidades cognitivas como interpretação, análise crítica e resolução de problemas. A cada edição a prova apresenta o desafio, tanto para alunos quanto para professores, de apresentar o perfil de estudantes que deveriam ser formados no ensino médio (ANDRADE, 2012). Na área de Ciências da Natureza e suas Tecnologias, esses desafios se tornam ainda mais evidentes, como refletido pela pontuação média mais baixa em comparação às demais áreas no ano de 2023.

Dentro desse contexto, a estequiometria, objeto central deste estudo, é fundamental não só para o entendimento de reações químicas e suas aplicações práticas, mas também para a compreensão das relações quantitativas das reações químicas (SILVA; ROCHA-FILHO, 1995). Contudo, no que se refere à aprendizagem, há dificuldades que vão além de questões matemáticas, devido ao grau de abstração e complexidade do conteúdo (CANALLI; RIBEIRO; PASSOS, 2023; COSTA; SOUZA, 2013; RAVIOLO; LERZO, 2016).

Embora as diretrizes educacionais, como a Base Nacional Comum Curricular (BNCC) delineiem os conhecimentos e habilidades esperados dos estudantes (BRASIL, 2018), observa-se uma lacuna entre o currículo proposto e a efetiva compreensão e aplicação desses conceitos. São percebidos nos alunos dificuldades como a falta de domínio da linguagem química, deficiências conceituais e interpretação inadequada dos enunciados perpetuam-se, gerando reflexões sobre os métodos de ensino e a formação dos professores (RAUPP et al., 2023).

Nesse sentido, compreender a relação entre o ensino da estequiometria e a preparação para o ENEM proporciona uma reflexão das demandas educacionais contemporâneas e oferece subsídios para aprimorar as práticas pedagógicas. O presente estudo tem como objetivo verificar a abordagem do conteúdo de estequiometria nas questões do ENEM de 2019 a 2023, a partir das competências e habilidades propostas pela matriz curricular do ENEM em comparação com as da BNCC. Este estudo além de orientar os alunos sobre quais conceitos devem priorizar, também possibilita ao professor o direcionamento para fortalecer as lacunas específicas em relação ao ensino de Estequiometria em sala de aula.

Material e Métodos

Este trabalho caracteriza-se como uma pesquisa documental de abordagem predominantemente qualitativa. Para desenvolvimento, foram selecionadas e analisadas provas do ENEM (2019-2023) da área de Ciências da Natureza e Suas Tecnologias. Foram incluídas questões que, de alguma forma, abordam conceitos relacionados à estequiometria para sua resolução, em virtude dessa prova ter como característica a interdisciplinaridade. A escolha pelo período analisado foi em caráter de propor uma análise atualizada. A análise de dados foi realizada utilizando a Análise de Conteúdo com fundamento em Bardin e as categorias de análise foram determinadas *a priori* (BARDIN, 2011), e considerando nossa intenção com a pesquisa, selecionamos cinco categorias: objeto do conhecimento, competência e habilidade descrita na matriz do ENEM, habilidade descrita na BNCC para o Ensino Médio, conteúdo específico e conhecimentos envolvidos na resolução.

Resultados e Discussão

Inicialmente, das 220 questões pertencentes à área de Ciências da Natureza e suas Tecnologias, do caderno amarelo, foram selecionadas 75 vinculadas ao conhecimento químico. Dentre essas questões, 10 % apresentaram o conteúdo de estequiometria nas provas do período de 2019 a 2023.

A categorização das questões, investigadas neste estudo, está apresentada na Tabela 1. A análise revelou que aproximadamente 70% das questões selecionadas abordam mais de um objeto de conhecimento, destacando a necessidade de outros conhecimentos da Química para sua resolução. Quando categorizadas por competência e habilidade, conforme a matriz de referência do ENEM, observou-se que as questões envolvem mais de uma competência e habilidade. Entre as competências, destacam-se a área 5, que aborda a compreensão dos métodos e procedimentos das ciências naturais e sua aplicação em diferentes contextos, e a área 7, que enfatiza a apropriação dos conhecimentos químicos para interpretar, avaliar ou planejar intervenções científico-tecnológicas, incorporando múltiplos objetivos. No que diz respeito às habilidades apresentadas, a maior parte das questões exige o domínio de duas ou mais habilidades para sua resolução conforme Tabelas 1 e 2. Destaca-se que a habilidade 26, relacionada à *caracterização de materiais ou substâncias, incluindo a identificação de etapas, rendimentos ou implicações biológicas, sociais, econômicas ou ambientais de sua obtenção ou produção*, esteve presente em uma ou mais questões que envolviam o conteúdo de estequiometria na área de Ciências da Natureza em todos os anos investigados.

Tabela 1. Categorização das questões analisadas na prova amarela do ENEM (2019-2023)

Ano	Questão	Objeto do conhecimento	Competência/Habilidade ENEM	Competência/Habilidade BNCC	Conteúdo específico	Conhecimentos envolvidos na resolução
2019	133	Transformações químicas, Representação das transformações químicas, Relações da Química com as Tecnologias, a Sociedade e o Meio Ambiente, Água	5, 7/ H17, H25	1/EM13CNT101	Soluções, Cálculo Químico, Estequiometria	Massa molecular Massa molar Proporção estequiométrica Reação Química Balanceamento de Reações
2020	116	Transformações químicas, Representação das transformações químicas, Relações da Química com as Tecnologias, a Sociedade e o Meio Ambiente	5,7/ H19, H25, H27	3/ EM13CNT306	Estequiometria	Massa molecular Massa molar Proporção estequiométrica
2021	113	Transformações químicas, Representação das transformações químicas, Relações da Química com as Tecnologias, a Sociedade e o Meio Ambiente, Água	7/ H25	1/EM13CNT101	Soluções, Cálculo Químico, Estequiometria	Massa molecular Massa molar Proporção estequiométrica Titulação
	119	Transformações químicas, Representação das transformações químicas, Relações da Química com as Tecnologias, a Sociedade e o Meio	5, 7/ H18, H19, H25, H27	3/EM13CNT301	Cálculo Químico, Estequiometria	Massa molecular Massa molar Proporção estequiométrica

Ambiente, Transformação
 Química e Equilíbrio

2022	106	Transformações químicas, Representação das transformações químicas, Relações da Química com as Tecnologias, a Sociedade e o Meio Ambiente, Água	5, 7/ H17, H18, H19, H25	3/ EM13CNT301	Soluções, Cálculo Químico, Estequiometria	Massa molecular Massa molar Unidades de concentração
	110	Transformações químicas, Representação das transformações químicas, Relações da Química com as Tecnologias, a Sociedade e o Meio Ambiente, Água	7/ H25	3/ EM13CNT301	Soluções, Cálculo Químico, Estequiometria	Massa molecular Massa molar Proporção estequiométrica
2023	128	Representação das transformações químicas	7/H25	1/EM13CNT101	Cálculo Químico, Estequiometria	Massa molecular Massa molar Proporção estequiométrica Teor de massa
	129	Representação das transformações químicas	5,7/ H17, H19, H25, H27	1/EM13CNT102	Estequiometria	Proporção estequiométrica Reagente Limitante e Reagente em excesso

Tabela 2. Habilidades descritas na matriz de referência do ENEM necessárias para resolução das questões investigadas

Habilidade	Objetivo
H17	Relacionar informações apresentadas em diferentes formas de linguagem e representação usadas nas ciências físicas, químicas ou biológicas, como texto discursivo, gráficos, tabelas, relações matemáticas ou linguagem simbólica.
H18	Relacionar propriedades físicas, químicas ou biológicas de produtos, sistemas ou procedimentos tecnológicos às finalidades a que se destinam.
H19	Avaliar métodos, processos ou procedimentos das ciências naturais que contribuam para diagnosticar ou solucionar problemas de ordem social, econômica ou ambiental.
H25	Caracterizar materiais ou substâncias, identificando etapas, rendimentos ou implicações biológicas, sociais, econômicas ou ambientais de sua obtenção ou produção.
H27	Avaliar propostas de intervenção no meio ambiente aplicando conhecimentos químicos, observando riscos ou benefícios.

Fonte: Adaptado Brasil (2013).

Ao analisar a BNCC, observou-se sua ampla abrangência, o que tornou desafiadora a categorização das questões selecionadas com base em habilidades e competências, uma vez que não foram fornecidas diretrizes suficientemente específicas para a identificação nas questões. Dessa forma, e no mesmo sentido que Oliveira (2018, p. 84), consideramos uma fragilidade da Base, visto que “o texto induz a um relativismo e subjetivismo nocivos”. Essa lacuna na definição dos objetivos a serem alcançados para a resolução das questões demandou uma abordagem que aproximasse as habilidades descritas na BNCC às exigidas para resolução das questões, como detalhado na Tabela 3. Assim, percebemos que as habilidades EM13CNT101 e EM13CNT301 foram as mais identificadas no estudo. A fim de melhor identificar os conhecimentos envolvidos nas questões, a partir de sua resolução, identificamos o conhecimento de massa molecular, massa molar, proporção estequiométrica, reação química e balanceamento de reações (Tabela 1).

Tabela 3. Habilidades descritas na BNCC necessárias para resolução das questões investigadas

Habilidade	Objetivo
EM13CNT101	Analisar e representar as transformações e conservações em sistemas que envolvam quantidade de matéria, de energia e de movimento para realizar previsões em situações cotidianas e processos produtivos que priorizem o uso racional dos recursos naturais.
EM13CNT102	Realizar previsões, avaliar intervenções e/ou construir protótipos de sistemas térmicos que visem à sustentabilidade, com base na análise dos efeitos das variáveis termodinâmicas e da composição dos sistemas naturais e tecnológicos.
EM13CNT301	Construir questões, elaborar hipóteses, previsões e estimativas, empregar instrumentos de medição e representar e interpretar modelos explicativos, dados e/ou resultados experimentais para construir, avaliar e justificar conclusões no enfrentamento de situações-problema sob uma perspectiva científica.
EM13CNT306	Avaliar os riscos envolvidos em atividades cotidianas, aplicando conhecimentos das Ciências da Natureza, para justificar o uso de equipamentos e comportamentos de segurança, visando à integridade física, individual e coletiva, e socioambiental.

Fonte: Adaptado Brasil (2018).

Conclusões

A investigação das habilidades da Matriz de Referência e da BNCC relacionadas à estequiometria em questões do ENEM revelou uma abordagem integrada e aplicada das ciências naturais, especialmente no contexto de enfrentamento dos desafios socioambientais. Os estudantes precisam analisar as transformações e conservações em sistemas propostos e realizar previsões em situações cotidianas e processos produtivos, priorizando o uso racional dos recursos naturais em prol da sustentabilidade.

Contudo, ao examinar a BNCC, constatamos que os objetivos de aprendizagem são superficiais e abrangentes, o que dificulta a compreensão do que realmente se busca alcançar em termos de aprendizagem. Essa identificação levanta uma problemática, uma vez que, como documento norteador para a construção de currículos, há um distanciamento significativo entre as diretrizes propostas e a profundidade necessária para a formação científica dos estudantes como a proposta pelo ENEM.

Além disso, nossa pesquisa também alcançou o objetivo de destacar os conteúdos abordados nas questões do ENEM de 2019 a 2023, particularmente aquelas relacionadas ao conhecimento de estequiometria. Identificamos que para resolver essas questões, são necessários conhecimentos sobre massa molecular, massa molar, proporção estequiométrica, reação química e balanceamento de reações.

Portanto, fica evidente a necessidade de implementação de um currículo unificado para o Ensino Médio. Os currículos têm um impacto significativo nos sistemas educacionais, influenciando diretamente a preparação dos estudantes e, por conseguinte, seu desempenho em exames como o ENEM. Nesse contexto, com diretrizes claras e consistentes, os professores teriam orientações precisas sobre quais habilidades e conhecimentos priorizar em sua prática pedagógica, visando atingir os objetivos de formação esperados. Isso permitiria uma abordagem mais coerente e eficaz no ensino, capacitando os alunos para enfrentar os desafios do Enem e, mais amplamente, preparando-os para uma educação de qualidade e para os desafios da vida após a conclusão do Ensino Médio.

Referências

Andrade, G. G. A metodologia do ENEM: uma reflexão. **Série-Estudos-Periódico do Programa de Pós-Graduação em Educação da UCDB**, Campo Grande, n. 33, p. 67-76, 2012.

Bardin, L. **Análise de conteúdo**. 4 ed. Lisboa: Edições 70, 2011, 225 p.

Brasil. Ministério da Educação. **Base Nacional Comum Curricular**. Ensino Médio. Brasília, 2018. Disponível em: http://basenacionalcomum.mec.gov.br/images/historico/BNCC_EnsinoMedio_embaixa_site_110518.pdf Acesso em: 30 mai. 2024.

Brasil. Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira (INEP).

Exame Nacional do Ensino Médio. Ministério da Educação, 2024. Disponível em: <<https://www.gov.br/inep/pt-br/areas-de-atuacao/avaliacao-e-exames-educacionais/enem>>. Acesso em: 30 mai. 2024.

Brasil. Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira (INEP). **Matriz de Referência.** Ministério da Educação, 2013. Disponível em: <https://download.inep.gov.br/download/enem/matriz_referencia.pdf>. Acesso em: 30 mai. 2024.

Canalli, B.; Ribeiro, D. C.; Passos, C. G. A Metodologia de Resolução de Problemas aliada à Eletroquímica: Possibilidades para o Ensino Médio de Química. *In: XIV Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências, 2023; Anais eletrônicos [...]* Goiás, p. 1-12. Disponível em: <https://editorarealize.com.br/artigo/visualizar/92707>. Acesso em: 1 mai. 2024.

Costa, A. A. F; Souza, J. R. D. T. Obstáculos no processo de ensino e de aprendizagem de cálculo estequiométrico. **Amazônia: Revista de Educação em Ciências e Matemáticas**, v. 10, n. 19, p. 106, 2013.

Da Silveira, F. L.; Barbosa, M. C. B.; Da Silva, R. Exame nacional do ensino Médio (Enem): Uma análise crítica. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 37, n. 1, p. 1–5, 2015.

Oliveira, J. B. A. **Fraturas na Base: Fragilidades estruturais da BNCC–a Base Nacional Curricular Comum.** Brasília, DF: Instituto Alfa e Beto, 2018.

Raupp, D. T., Haupt, F. T., Bentlin, F., Gomes, C. S., & Rockenbach, L. C. Aprendizagem Significativa do Conceito de Estequiometria do Reagente Limitante: Resolução de Problemas Envolvendo Receitas Culinárias e Reações Químicas. **Revista Debates em Ensino de Química**, v. 9, n. 4, 186-20, 2023.

Raviolo, A.; Lerzo, G. **Enseñanza de la estequiometría: uso de analogías y comprensión conceptual.** *Educación química*, v. 27, n. 3, p. 195-204, 2016.

Silva, R. R.; Rocha-Filho, R. C. Mol: uma nova terminologia. **Química Nova na Escola**, v. 1, p. 1–3, 1995.