
EXAME NACIONAL DO ENSINO MÉDIO: PROBLEMATIZANDO OS NÍVEIS DE ABORDAGEM DO CONHECIMENTO QUÍMICO

Autores. Laura Bardini. Guilherme Brahm. Bruno dos Santos Pastoriza. Universidade Federal de Pelotas laurabardini@hotmail.com.
Universidade Federal de Pelotas guilhermebrahm@hotmail.com. Universidade Federal de Pelotas. bspastoriza@gmail.com.

Tema. Eje temático 3.

Modalidad. 1. Nivel educativo universitario.

Resumo: O Exame Nacional do Ensino Médio (ENEM) é um importante mecanismo de seleção no Brasil, utilizado tanto pelas universidades públicas e particulares. Dessa forma, investigá-lo torna-se válido perante sua relevância no cenário educacional brasileiro. Assim, analisamos as questões de química do ENEM de 1998 (primeira edição) a 2019, a partir do modelo de tetraedro de Sjöström (2013), com o objetivo de compreender as características do conhecimento químico, seus focos, conceitos mais centrais e modos de abordagem. Dada a análise, centramos a discussão em uma categoria, referente a elementos de alto nível conceitual não contextualizado. Portanto, assumimos que os dados sugerem que o foco das questões não está direcionado em avaliar um pensamento crítico e, dessa forma, problematizamos o objetivo desse instrumento de avaliação.

Palabras claves. ENEM, contextualização, Ensino Médio, avaliação.

Introdução

Esta pesquisa, inserida em um estudo maior, busca investigar a abordagem de conceitos e conteúdos fundamentais que são propostos ao Ensino da Química. Nosso grupo, em trabalhos passados, discutiu os conceitos químicos que são considerados fundamentais, com vista a analisar tal ideia de “fundamentalidade” frente o cenário de uso, pertinência, abrangência e aplicabilidade à Química e ao Ensino da Química da atualidade, sendo assim, refletindo também na implicatura da ação docente com esta discussão.

Neste texto, investigamos a partir de questões de Química/Ciências do Exame Nacional do Ensino Médio (ENEM) que é relevante para o cenário educacional brasileiro, haja vista que esse exame marca o fim da formação escolar básica no Brasil.

O ENEM, atualmente, é um importante mecanismo de seleção usado tanto pelas universidades públicas, quanto particulares. Também pode ser utilizado para conclusão do Ensino Médio brasileiro. Dessa forma, o ENEM demonstra ser uma importante política educacional. Estudos sobre esse exame têm mostrado que ele auxilia a construir uma argumentação de que o ENEM é capaz de produzir marcas de sucesso/fracasso nos estudantes, sem considerar as oportunidades (ou falta de oportunidades) desses sujeitos ao longo da sua educação escolar (FERREIRA E ROCHA, 2020).

Percebemos que de acordo com Taber (2019) a química é uma área reconhecida por mobilizar elementos altamente conceituais, com alta densidade de ideias abstratas e necessita de explicações que articulam um nível visível com um domínio invisível e submicroscópico de entidades desconhecidas. Neste sentido, devido à complexidade dos conceitos e ideias abstratas, é importante investigar as questões apontadas pelos trabalhos, produções e ações pertinentes a essa área. Dessa forma, nossa pesquisa busca estudar a fundamentalidade atribuída a conceitos químicos em questões feitas para o ENEM e verificar tanto sua profundidade na área da Química quanto as relações de complexidade buscadas em cada questão a partir

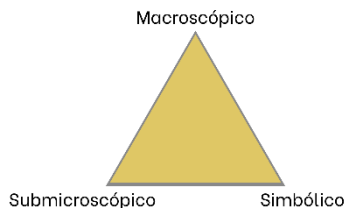
de um referencial humanista de acordo com as abordagens baseadas no tetraedro de Sjöström (2013). Por meio dessa proposta, a análise das questões do ENEM torna viável problematizar a relação (ou a falta dela) entre a química e diferentes contextos e culturas. Ao longo do texto observamos e discutimos algumas questões utilizadas no ENEM que são representativas de um grupo significativo de propostas que marcam uma química distante do vértice humano e enfatizando elementos conceituais puramente aplicados e descontextualizados.

Para isso, nós fizemos um processo de analisar e articular elementos de ordem teórica, epistemológica e didática no contexto de um estudo mais abrangente sobre os conceitos químicos fundamentais no Ensino de Química. A análise aqui empreendida busca contribuir com a área de Ensino de Química ao apontar que, ainda que alguns conceitos sejam considerados como fundamentais, cabe à comunidade do Ensino de Química problematizar os modos de abordagem de questões dessa área em instrumento de avaliação nacionais, como o ENEM. Essa reflexão emerge da análise de que uma proposta de avaliação voltada estritamente a uma abordagem conceitual e relacionada a uma ideia de Química que desconsidera elementos contextuais, vivenciais ou articulados à vida dos estudantes tem efeitos problemáticos na própria organização dos focos e abordagens do ensino da Química nas escolas brasileiras. Reconhecer tais críticas e apontamentos que são trazidos aqui pode auxiliar a evidenciar cada vez mais o elemento histórico do conhecimento e o necessário processo de constante problematização de suas bases.

Referente teórico

Há quase 40 anos Johnstone (1982, 2000) propôs que os conteúdos de química poderiam ser ensinados de acordo com um triângulo, como ilustrado na Figura 1. Novas discussões surgiram sobre esse modelo, como Gilbert & Treagust (2009) e Mortimer, Machado & Romanelli (2000).

Figura 1. Representação do triângulo proposto por Johnstone (1982, 2000).



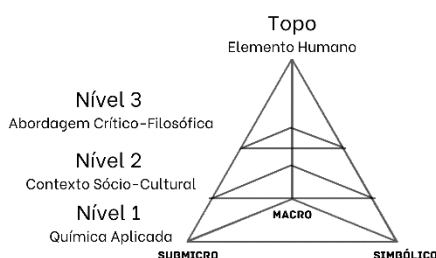
Fonte: Adaptado de Johnstone (1982, 2000)

Como ilustrado no Figura 1, assume-se como viável a ideia de que existam três níveis básicos que organizariam o desenvolvimento das bases constitutivas da Química, formando um triângulo, que explicariam e articulariam sua natureza. Segundo o autor, nenhuma forma é superior a outra, mas complementam-se. A forma macroscópica define tudo que pode ser visto, cheirado e tocado. O nível submicroscópico trata dos átomos, das moléculas, íons e estruturas. O vértice simbólico diz respeito às fórmulas, equações, manipulações matemáticas e outros tipos de representações.

Seguindo esse modelo, Mahaffy (2004) acrescentou um "elemento humano" que une todos os vértices, transformando o triângulo em um tetraedro (Figura 2). Desse modo, o autor propôs que também era necessário dar ênfase à vida cotidiana e a

aspectos sociais que envolviam a química, e isso deveria incluir os processos de aprendizagem química. Por fim, o modelo que utilizamos nesse trabalho foi proposto por Sjöström (2013), que acrescentou três subníveis ao tetraedro, os quais diferenciam formas de aprendizagem e abordagem da química (Figura 2).

Figura 2. Representação do tetraedro proposto por Mahaffy (2004) e Sjöström (2013).



Fonte: Adaptado de Mahaffy (2004) e Sjöström (2013)

Como ilustrado na Figura 2, Sjöström define o nível 1 (Química Aplicada) como o conhecimento sobre conteúdo substantivo da ciência, ou seja, na prática, o ensino de conceitos e conteúdos através da exemplificação, em que o contexto citado somente é utilizado para uma aplicação direta de conceitos. O nível 2 (Contexto Sócio-Cultural) remete a compreender sobre a natureza da ciência e incluir a relação com a cultura. Este o autor resume ser um nível intermediário de aprendizagem, que vai além somente de aprender química dura e suas aplicações (nível 1) e refere-se a perspectivas sociológicas, culturais e políticas. Por fim, o nível 3 (Abordagem Crítico-Filosófica) contempla, na proposta, uma aprendizagem visando os riscos e benefícios da ciência, e a capacidade de tornar-se um cidadão crítico que pode discutir sobre a ciência.

Neste trabalho, identificamos as questões do Exame Nacional do Ensino Médio relacionando-as com os vértices (macroscópico, submicroscópico, simbólico e humano) e com os subníveis (Química Aplicada, Contexto Sócio-Cultural e Abordagem Crítico-Filosófica) do tetraedro proposto por Sjöström (2013). Dessa perspectiva, cada questão foi analisada num sentido de buscar discuti-la em termos de sua localização entre esses vértices e subníveis, levando-se em consideração a possibilidade de que cada questão pode se aproximar mais de um vértice e se distanciar de outros, ou seja, uma determinada questão pode ser classificada por aproximar-se mais dos níveis simbólico e microscópico, e menos de outros como macroscópico e humano. A categorização realizada permitiu a construção de uma compreensão sobre as características mais privilegiadas do conhecimento químico, seus focos, conceitos mais centrais e modos de abordagem – ideias as quais são discutidas na seção a seguir.

Metodologia

Para analisar no ENEM as questões de química, o *corpus* foi construído a partir de quatro etapas, assumidas pela Análise Textual Discursiva (ATD). Segundo Moraes e Galiazzi:

A análise textual discursiva é descrita como um processo que se inicia com uma unitarização em que os textos são separados em unidades de significado. Estas unidades por si mesmas podem gerar outros conjuntos de unidades oriundas da interlocução empírica, da interlocução teórica e das interpretações feitas pelo pesquisador. (MORAES & GALIAZZI, 2006, 118)

Lema.

¿Cuál educación científica es deseable frente a los desafíos en
nuestros contextos latinoamericanos? Implicaciones para la
formación de profesores.

Assim, num primeiro momento, de organização do material, foram separadas, de todas as edições desde 1998 a 2019, somente as questões que abrangiam a área da Química (direta ou indiretamente). Esse processo originou 227 questões como material de análise. Na sequência, o processo de unitarização foi desenvolvido com base na leitura e análise individual de cada questão por cada um dos autores da pesquisa, o que permitiu a construção de diferentes unidades. Na terceira etapa as questões foram categorizadas com base em categorias *a priori* de acordo com a discussão proposta por Sjöström (2013). Na última etapa, as análises individuais foram contrastadas entre os membros da pesquisa, dirimindo divergências e possibilitando a construção de um metatexto, representado pelo presente texto analítico. Para a identificação das questões foi utilizada uma codificação no formato EXX.YY, sendo “E” referente a “ENEM”, XX o ano abreviado da edição e YY o número da questão. Todas as edições analisadas foram referentes aos cadernos de cor amarela.

Dado o material de análise e o referencial teórico utilizado, as categorias *a priori* construídas possibilitaram a evidencição de algumas recorrências e abrangências de determinados aspectos referentes aos conceitos químicos e seus modos de trabalho nas questões do ENEM. Nesse sentido, no presente texto, devido a extensão e o espaço deste trabalho, abordaremos apenas uma das três categorias construídas: a abrangência de questões do nível 1 (Química Aplicada) no ENEM.

Resultados e discussões

Na presente categoria discutimos a quantidade de questões com a abordagem referente ao nível 1 (afastado do vértice do “elemento” humano) do tetraedro, sendo assim, a discussão também permite evidenciar as diferentes articulações que as questões utilizam entre os vértices submicroscópico, macroscópico e simbólico. Identificamos que 70,5% das 227 questões analisadas foram identificadas numa abordagem do tipo nível 1. Isso resultou em 160 questões apenas para esse nível. Na Figura 3 a seguir, ilustramos as questões E17.96 (3a), E13.59 (3b) e E13.77 (3c) que serão utilizadas como questões representativas desse nível e, na sequência, realizamos sua discussão.

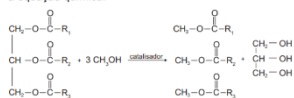
Figura 3. Questões do Exame Nacional do Ensino Médio. 3a. Questão nº 96 da edição 2017; 3b. Questão nº 59 da edição 2013; 3c. Questão nº 77 da edição 2013.

Lema.

¿Cuál educación científica es deseable frente a los desafíos en
nuestros contextos latinoamericanos? Implicaciones para la
formación de profesores.

QUESTÃO 96

O biodiesel é um biocombustível obtido a partir de fontes renováveis, que surgiu como alternativa ao uso do diesel de petróleo para motores de combustão interna. Ele pode ser obtido pela reação entre triglicérides, presentes em óleos vegetais e gorduras animais, entre outros, e álcoois de baixa massa molar, como o metanol ou etanol, na presença de um catalisador, de acordo com a equação química:



A função química presente no produto que representa o biodiesel é

- a éter.
 b éster.
 c álcool.
 d cetona.
 e ácido carboxílico.

3a

QUESTÃO 59

O brasileiro consome em média 500 miligramas de cálcio por dia, quando a quantidade recomendada é o dobro. Uma alimentação balanceada é a melhor decisão para evitar problemas no futuro, como a osteoporose, uma doença que atinge os ossos. Ela se caracteriza pela diminuição substancial de massa óssea, tornando os ossos frágeis e mais suscetíveis a fraturas.

Disponível em: www.anvisa.gov.br. Acesso em: 1 ago. 2012 (adaptado).

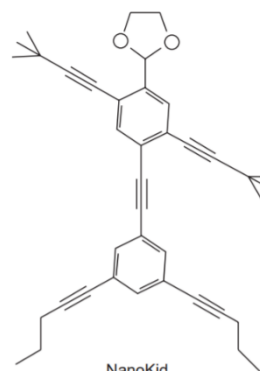
Considerando-se o valor de $6 \times 10^{23} \text{ mol}^{-1}$ para a constante de Avogadro e a massa molar do cálcio igual a 40 g/mol, qual a quantidade mínima diária de átomos de cálcio a ser ingerida para que uma pessoa supra suas necessidades?

- a $7,5 \times 10^{21}$
 b $1,5 \times 10^{22}$
 c $7,5 \times 10^{23}$
 d $1,5 \times 10^{25}$
 e $4,8 \times 10^{25}$

3b

QUESTÃO 77

As moléculas de *nanoputians* lembram figuras humanas e foram criadas para estimular o interesse de jovens na compreensão da linguagem expressa em fórmulas estruturais, muito usadas em química orgânica. Um exemplo é o NanoKid, representado na figura:



NanoKid

CHANTEAUX S. H.; TOUR, J. M. *The Journal of Organic Chemistry*, v. 68, n. 23, 2003 (adaptado).

Em que parte do corpo do NanoKid existe carbono quaternário?

- a Mãos.
 b Cabeça.
 c Tórax.
 d Abdômen.
 e Pés.

3c

Não há fontes bibliográficas no documento atual.

Fonte: <http://portal.inep.gov.br/provas-e-gabaritos>

A questão 3a apresenta um enunciado contextualizado e de tema atual, relevante à discussão da sociedade. Apesar disso, a pergunta e a resposta dessa questão não possuem relação direta ou interventiva com essa discussão, pois o participante deve reconhecer e identificar a função orgânica das representações químicas. Portanto, consideramos que essa questão se aproxima do vértice simbólico, por necessitar dessa abordagem para representar e identificar as funções, e do vértice microscópico, por relacionar fenômenos microscópicos. A aproximação com o nível 1 se dá pela falta de discussão do tema contextualizado abordado. O tema proposto, nesse caso, é uma exemplificação que não há utilização para o raciocínio ou discussão de intervenção.

Na figura 3b a questão E13.59 apresenta aspectos parecidos com a questão E17.96, de forma que contextualiza uma situação real e relevante, porém não a utiliza para discussões maiores ou possíveis intervenções humanas. O foco da questão se constitui em cálculos estequiométricos a partir dos dados do texto. Assim, consideramos que a questão se aproxima do vértice simbólico, por ser de caráter matemático e utilizar de algumas representações simbólicas, e do vértice microscópico, por propor fenômenos microscópicos.

Analisando a figura 3c, representamos outra questão da área da Química Orgânica, que, como dado de análise de nossa pesquisa, é uma das áreas mais recorrentes nas edições desde 2013. Ela possui algumas problemáticas, que gostaríamos de apontar e discutir, maiores do que das questões que mostramos anteriormente. Em um primeiro momento, a representação química do nanoputians, escrita pelo próprio exame como criada para incentivar seu aprendizado, possui algumas limitações que dificultam o aprendizado da própria área de Química Orgânica. O distanciamento entre um átomo e outro, apesar de

Lema.

¿Cuál educación científica es deseable frente a los desafíos en
nuestros contextos latinoamericanos? Implicaciones para la
formación de profesores.

simbólico, cria uma visão distorcida da estabilidade e do comprimento das ligações reais, o que implica numa dificuldade de compreender esses conceitos futuramente, ou, até mesmo, distorcê-los durante sua construção de concepção. Questionamos se é preciso criar uma molécula somente identificar o carbono quaternário, o que, embora auxilie nesse entendimento, acaba por distorcer outros conceitos e símbolos existentes, ou há outras formas de propor esse conhecimento?

Sobre a análise da questão 3c, consideramos que ela se aproxima mais fortemente e somente do vértice simbólico, por utilizar uma representação química para o foco da questão/pergunta. Não consideramos que se aproxime do vértice microscópico, justamente por desconsiderar conceitos e discussões pré-existentes com uma molécula que pode distorcer alguns desses conhecimentos.

Conclusão

Retomando os nossos objetivos, no início desse texto tínhamos a ideia de apresentarmos o significado e a importância do ENEM para o sistema de educação do Brasil tanto para nós, brasileiros, quanto para quem está de fora. Disso articulamos essa importância com a análise de suas questões a partir das discussões do tetraedro de Sjöström (2013), que demonstram a relação (ou a falta dela) da química com diferentes contextos e culturas. Dessa forma, a análise aqui empreendida buscou compreender as abordagens de conceitos e conteúdos nas questões de forma que, baseado na relevância do exame, demonstram uma importância no Ensino de Química. Buscar tais discussões nos permite avaliar e identificar elementos significativos do ensino, como também a importância dessa proposta da discussão para a ação docente (considerando que são professores que preparam os alunos para o exame).

Ao longo do texto observamos e discutimos três questões, as quais são representantes de uma quantidade significativa de questões localizadas no nível 1, ou seja, distantes do vértice humano e enfatizando elementos conceituais puramente aplicados e descontextualizados.

Pelas análises e ideias apontadas, os dados sugerem que o foco do exame não está direcionado em avaliar um pensamento crítico, ou seja, que relacionem os conceitos de química com situações e fenômenos. Como efeitos, evidencia-se a falta de incentivo ao trabalho com um conhecimento crítico e menos conteudista, que permita a articulação entre o conhecimento químico e as vivências dos sujeitos. Evidenciamos que a abrangência de questões de nível 1 nos significou que o ENEM possui uma densidade conceitual não contextualizada, apenas exemplificada. Assim, questionamos para quais objetivos o exame direciona essa abordagem. Compreendendo que o ensino forma cidadãos pensantes, um exame que tem outras utilidades além de vestibular, como pretende avaliar pessoas de uma forma conceitual sem considerar cultura, contexto ou até mesmo vivências? Se este ensino conceitual é útil, para quem o é? Para qual objetivo? Tendo em vista esses resultados intrigantes, a presente pesquisa pretende adensar sua investigação sobre esses aspectos.

Referências bibliográficas

- Rocha, P. P.; Ferreira, M. (2020) O ENEM como política de avaliação: efeitos na educação básica e na produção de sujeitos. *Revista de Educação, Ciência e Cultura*, 253-266.
- Gilbert, J. K., & Treagust, D. F. (2009). Introduction: Macro, submicro and symbolic representations and the relationship. *Multiple Representations in Chemical Education*, 1-8.
- Johnstone, A. H. (2000). Teaching of Chemistry: Logical or Psychological? *Chemistry Education: Research and Practice in Europe*, 9-15.



Bogotá, 13 a 15 de octubre de 2021
Modalidad On Line – Sincrónico

Revista *Tecné, Episteme y Didaxis: TED*. Año 2021. Número Extraordinario. ISSN impreso 0121-3814. E-ISSN 2323-0126.
Memorias del IX Congreso Internacional Sobre Formación de Profesores de Ciencias.

Lema.

¿Cuál educación científica es deseable frente a los desafíos en nuestros contextos latinoamericanos? Implicaciones para la formación de profesores.

-
- Johnstone, A. (1982). Macro-and micro-chemistry. *School Science Review* , 377-379.
- Mahaffy, P. (2004). The future shape of chemistry education. *Chemistry Education: Research and Practice* , 229-245.
- Moraes, R., & Galiazzi, M. d. (2006). Análise Textual Discursiva: Processo Reconstrutivo de Múltiplas Faces. *Ciência & Educação* , 117-128.
- Mortimer, E. F., Machado, A. H., & Romanelli, L. I. (2000). A proposta curricular de química do estado de Minas Gerais: Fundamentos. *Química Nova* , 273-283.
- Scerri, E. R. (2019). Five ideas in chemical education that must die. *Foundations of Chemistry* , 61-69.
- Sjöström, J. (2013). Towards Bildung-Oriented Chemistry Education. *Science & Education* , 1873–1890.
- Taber, K. S.. (2019). Conceptual confusion in the chemistry curriculum: exemplifying the problematic nature of representing chemical concepts as target knowledge. *Foundations Of Chemistry*, 1-26.