

Ensino de Química e ENEM: problematizando os níveis do conhecimento químico

Teaching Chemistry and ENEM: problematizing the levels of chemical knowledge

Laura da Silva Bardini

Universidade Federal de Pelotas
Email laurabardini@hotmail.com

Guilherme dos Santos Brahm

Universidade Federal de Pelotas
guilhermebrahm@hotmail.com

Bruno dos Santos Pastoriza

Universidade Federal de Pelotas
bspastoriza@gmail.com

Resumo

O ENEM é um importante mecanismo de seleção usado tanto pelas universidades públicas quanto particulares. Assim, investigá-lo torna-se válido dada sua relevância no cenário educacional brasileiro. Dessa forma, analisamos as questões de química do ENEM de 1998 a 2019, a partir do modelo de tetraedro de Sjöström (2013), com o objetivo de compreender as características mais privilegiadas 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. Dessas análises, assumimos que os dados sugerem que o foco das questões de Química do ENEM não está direcionado em avaliar um pensamento crítico, e dessa forma, problematizamos o objetivo desse instrumento de avaliação.

Palavras chave: Ensino de Química, ENEM, contextualização.

Abstract

ENEM is an important selection mechanism used by both public and private universities. Thus, investigating it becomes valid given your company in the Brazilian educational scenario. Thus, we analyzed the chemistry issues of ENEM from 1998 to 2019, based on the tetrahedron model of Sjöström (2013), in order to understand the most privileged characteristics of chemical knowledge, its focuses, central concepts and approaches. Given the analysis, we centered the discussion on one category, referring to elements of high conceptual level not contextualized. From these analyzes, assuming that the data obtained in the focus of ENEM Chemistry questions is not aimed at evaluating critical thinking, in this way, we problematize the objective of this evaluation instrument.

Key words: Chemistry teaching, ENEM, contextualization.

Introdução

Esta pesquisa, inserida em um estudo maior, busca investigar a abordagem de conceitos e conteúdos fundamentais que são propostos ao Ensino da Química a partir de questões do Exame Nacional do Ensino Médio (ENEM) de 1998 a 2019 voltadas para Química/Ciências. Nosso grupo, em trabalhos passados, tem pesquisado sobre 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.

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 (TABER, 2019). 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 (SJÖSTRÖM, 2013).

O ENEM foi criado inicialmente para avaliar o desempenho dos estudantes no final da educação básica, ou seja, no final do Ensino Médio, ao longo do tempo suas políticas foram sendo reformuladas e hoje é um importante mecanismo de seleção usada tanto pelas universidades públicas quanto particulares. Com isso vemos que o ENEM como importante política educacional, bem como auxiliam a construir a argumentação de que o Exame 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).

A motivação para estudar e aprender química pode ser alcançada com a elaboração de um material didático que seja potencialmente significativo, permitindo a integração entre o conhecimento prévio do aluno e a nova informação apresentada pelo professor, que juntos produzirão um conhecimento potencialmente significativo (MOREIRA, 2005). A partir daí, o aluno tomará sua decisão e dessa forma, interagirá com o mundo enquanto indivíduo e cidadão (BRASIL, 1999).

Articulando 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.

Metodologia

Para analisar no ENEM as questões de química, o *corpus* foi construído a partir de quatro

etapas, assumidas a partir da 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)

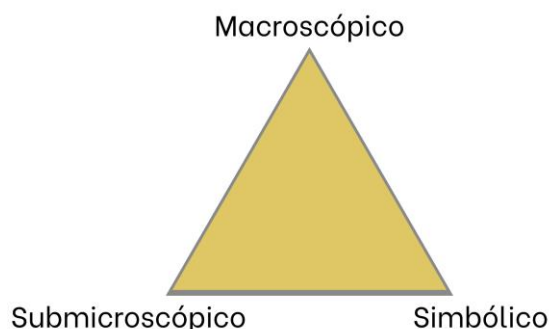
Assim, num primeiro momento, de organização do material, foram separadas, de todas as edições desde 1998 a 2019, somente as questões que abrangiam a área da Química (direta ou indiretamente). Esse processo originou 227 questões como material de análise. Na sequência, o processo de unitarização foi desenvolvido 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 evidência 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 destacamos, após a seção relativa ao referencial teórico, uma das três categorias construídas: a abrangência de questões do nível 1 (Química Aplicada) no ENEM. Devido a extensão e o espaço deste trabalho, iremos discutir somente as questões de nível 1, embora, no texto, realizemos alguns apontamentos sobre as demais categorias que, esperamos, possamos divulgar em breve em outros trabalhos.

Referencial Teórico

Há quase 40 anos Johnstone (1982, 2000) propôs que o conteúdo de química poderia ser ensinado de acordo com um triângulo, como ilustrado na Figura 1. Novas discussões surgiram sobre esse modelo, como Gilbertt & Treagust (2009) e Mortimer, Machado & Romanelli (2000).

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

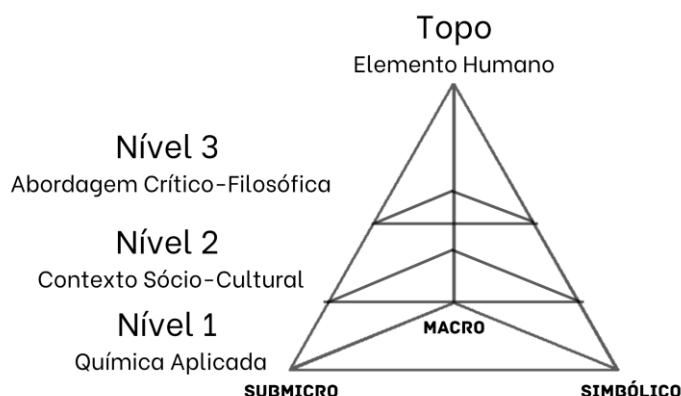


Fonte: Adaptado de Johnstone (1982, 2000)

Como ilustrado na 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 substântivo 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.

Resultados e discussões

Em nossos resultados obtivemos algumas relações possíveis das questões de química do ENEM com os diferentes níveis de expressão dessa área propostos no tetraedro construído por Sjöström (2013). Para o presente texto destacaremos, a seguir uma das categorias construídas a partir da análise, que é referente à evidenciação majoritária de questões ensartadas num nível da Química Aplicada.

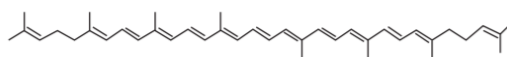
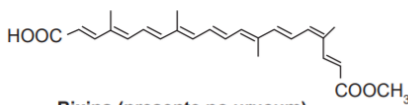
A quantidade de questões do nível 1 (Química Aplicada)

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 a questão E19.101 da edição mais recente do exame.

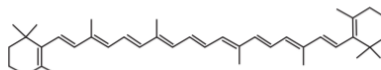
Figura 3: Questão nº 101 da edição de 2019 do Exame Nacional do Ensino Médio.

Questão 101

A utilização de corantes na indústria de alimentos é bastante difundida e a escolha por corantes naturais vem sendo mais explorada por diversas razões. A seguir são mostradas três estruturas de corantes naturais.



Licopeno (presente no tomate)



β -caroteno (presente na cenoura e na laranja)

HAMERSKI, L.; REZENDE, M. J. C.; SILVA, B. V. Usando as cores da natureza para atender aos desejos do consumidor: substâncias naturais como corantes na indústria alimentícia. *Revista Virtual de Química*, n. 3, 2013.

A propriedade comum às estruturas que confere cor a esses compostos é a presença de

- A cadeia conjugada.
- B cadeia ramificada.
- C átomos de carbonos terciários.
- D ligações duplas de configuração cis.
- E átomos de carbonos de hibridação sp^3 .

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

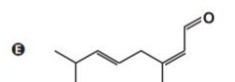
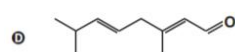
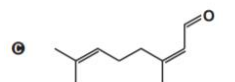
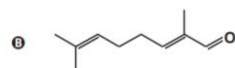
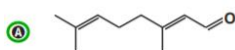
A E19.101 utiliza um exemplo bastante recorrente para dar um contexto à questão, referenciando uma revista conceituada da área da Química. Mas tanto a pergunta como a resposta não dependem desse conhecimento de contexto, ou seja, é um exemplo utilizado somente para propor uma situação, e não para retirar informações necessárias para responder a pergunta. Observe também a Figura 4.

Figura 4: Questão nº 49 da edição de 2013 do Exame Nacional do Ensino Médio

QUESTÃO 49

O citral, substância de odor fortemente cítrico, é obtido a partir de algumas plantas como o capim-limão, cujo óleo essencial possui aproximadamente 80%, em massa, da substância. Uma de suas aplicações é na fabricação de produtos que atraem abelhas, especialmente do gênero *Apis*, pois seu cheiro é semelhante a um dos feromônios liberados por elas. Sua fórmula molecular é $C_{10}H_{16}O$, com uma cadeia alifática de oito carbonos, duas insaturações, nos carbonos 2 e 6; e dois grupos substituintes metila, nos carbonos 3 e 7. O citral possui dois isômeros geométricos, sendo o *trans* o que mais contribui para o forte odor.

Para que se consiga atrair um maior número de abelhas para uma determinada região, a molécula que deve estar presente em alta concentração no produto a ser utilizado é:



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

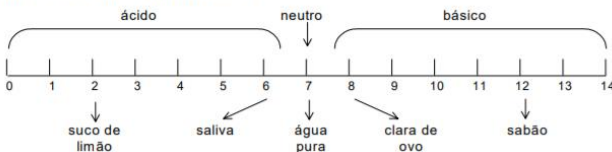
A questão E13.49 também utiliza um exemplo, a substância *citral*, não tão comum e de conhecimento popular, e por isso o enunciado cita algumas informações sobre ela. Ao longo da questão descreve sua estrutura representativa através de informações, como a fórmula molecular e quais dos átomos de carbono da cadeia possui insaturações, e utilizando somente esses dados, o participante consegue representar ou identificá-la, como é o caso, nas alternativas. Dessa forma, essas questões exemplificam a descrição do nível 1 dado por Sjöström (2013), por utilizar um contexto ou exemplo para aplicação direta de conceitos químicos, e, por ser desse nível, afasta-se do vértice humano. Gilbert (2006) também discute essa abordagem de “contexto” onde se utilizam situações ou eventos extraídos da vida cotidiana para “botar em prática” um conceito de química, nesse caso, identificá-lo. Também podemos observar que as duas questões se aproximam e focam do vértice simbólico, por se tratar de representação molecular e identificação de funções orgânicas, e do vértice microscópico, por referir-se ao nível atômico. Não identificamos alguma característica nas questões que foquem na visualização macroscópica ou discussão de tal proporção, principalmente por esse vértice ser tratado somente como um exemplo não utilizado para pensar e responder as questões.

Observando outros pontos intrigantes nas questões, trazemos a E98.63 na Figura 5.

Figura 5: Questão nº 63 da edição de 1998 do Exame Nacional do Ensino Médio.

ENEM/98

O pH informa a acidez ou a basicidade de uma solução. A escala abaixo apresenta a natureza e o pH de algumas soluções e da água pura, a 25°C.



Uma solução desconhecida estava sendo testada no laboratório por um grupo de alunos. Esses alunos decidiram que deveriam medir o pH dessa solução como um dos parâmetros escolhidos na identificação da solução. Os resultados obtidos estão na tabela abaixo.

Aluno	Valor de pH
Carlos	4,5
Gustavo	5,5
Simone	5,0
Valéria	6,0
Paulo	4,5
Wagner	5,0
Renata	5,0
Rodrigo	5,5
Augusta	5,0
Eliane	5,5

63 Da solução testada pelos alunos, o professor retirou 100ml e adicionou água até completar 200ml de solução diluída. O próximo grupo de alunos a medir o pH deverá encontrar para o mesmo:

(A) valores inferiores a 1,0.
(B) os mesmos valores.
(C) valores entre 5 e 7.
(D) valores entre 5 e 3.
(E) sempre o valor 7.

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

A E98.63 contém uma situação hipotética de experimento envolvendo o conceito de pH, discutindo a acidez de soluções diferentes. Sendo os subníveis do tetraedro distintos pela capacidade de criticidade e desenvolvimento desse pensamento ao longo dos níveis, essa questão enquadra-se no nível 1. A situação hipotética proposta não considera um contexto social ou cultural de um determinado público e, portanto, não depende do conhecimento desse contexto por inteiro, pois é necessário ter conhecimento do conceito e do conteúdo para

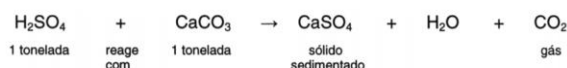
raciocinar e concluir a resposta. Ou seja, mesmo não conhecendo os procedimentos de análise de um laboratório, dadas as informações necessárias e situação proposta na pergunta final, o aluno precisa “aplicar” o conhecimento que obtém. Analisando uma situação semelhante trazemos a Figura 6.

Figura 6: Questão nº 50 da edição de 2004 do Exame Nacional do Ensino Médio

50.

Em setembro de 1998, cerca de 10.000 toneladas de ácido sulfúrico (H_2SO_4) foram derramadas pelo navio Bahamas no litoral do Rio Grande do Sul. Para minimizar o impacto ambiental de um desastre desse tipo, é preciso neutralizar a acidez resultante. Para isso pode-se, por exemplo, lançar calcário, minério rico em carbonato de cálcio (CaCO_3), na região atingida.

A equação química que representa a neutralização do H_2SO_4 por CaCO_3 , com a proporção aproximada entre as massas dessas substâncias é:



Pode-se avaliar o esforço de mobilização que deveria ser empreendido para enfrentar tal situação, estimando a quantidade de caminhões necessária para carregar o material neutralizante. Para transportar certo calcário que tem 80% de CaCO_3 , esse número de caminhões, cada um com carga de 30 toneladas, seria próximo de

- (A) 100. (B) 200. (C) 300. (D) 400. (E) 500.

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

A E04.50 também propõe uma situação hipotética, e considerando a equação química descrita, não necessita discutir ou compreender essa situação proposta no início do enunciado. A pergunta necessita do domínio de cálculo estequiométrico, e não necessita questionar esse contexto. Ainda que “soe” a situação de um contexto, nota-se que ele não é empregado na aplicação do pensamento químico. Assim, ainda que contenham enunciados que citam possíveis situações, as respostas, da E04.50 e da E98.63, não possuem cobrança ou incentivo de raciocínio além do conteúdo, de forma que elas não dependem da observação pessoal ou crítica individual do participante, e sim, do conhecimento que ele possui do conceito estrito.

A E04.50 se aproxima do nível simbólico, sendo ele necessário para as relações estequiométricas propostas, e do vértice macroscópico, tratando-se de grandes quantidades e do exemplo dado. A E98.63 se localiza próxima dos vértices microscópico, por tratar-se de uma situação hipotética de conceito abstrato, e do vértice macroscópico, considerando a exemplificação de substâncias na primeira parte da questão, e os dados da análise, como valores de pH. Acrescentamos, também, que a E98.63 se trata de uma abordagem do conceito que não abrange (ou reforça a não problematização de maiores discussões, a exemplo do que discute Scerri (2019) em relação à definição de que uma solução neutra depende da presença de um número igual de íons H^+ e OH^- , e essa situação pode ocorrer em valores de pH diferente de 7,0. Nessa perspectiva, essa questão reforça uma abordagem dos conceitos de química como consolidados e fixos, sem um caráter variante, alternativo e/ou discutível.

Nesse sentido, a maioria das questões analisadas se apresentaram mais próximas usualmente de dois vértices apenas (macro e micro, ou macro e simbólico, ou simbólico e micro), sendo que todas as questões desse grupo, por localizarem-se mais estritamente no campo da Química Aplicada (nível 1), implicaram em um significativo distanciamento do vértice do elemento humano. As questões focam em conceitos e conteúdos, e geralmente não dependem de conhecimento desses exemplos ou contexto propostos pela prova para respondê-las. Por definição, a grande maioria das questões do ENEM focam na aplicabilidade de conceitos, como define o nível 1.

Considerações Finais

No início desse texto apresentamos o significado e a importância do ENEM para o sistema de educação do Brasil. 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.

As abordagens baseadas no tetraedro de Sjöström (2013) demonstram a relação (ou a falta dela) da química com diferentes contextos e culturas. Ao longo do texto observamos e discutimos quatro questões, representando a quantidade significativa delas no nível 1, ou seja, distantes do vértice humano e enfatizando elementos conceituais puramente aplicados e descontextualizados.

Pelas análises, categorizações e ideias apontadas, os dados sugerem que o foco do ENEM não está direcionado em avaliar um pensamento crítico, ou seja, que relacionem os conceitos de química com situações e fenômenos, e a falta de incentivo que através desse conhecimento, poder intervir em situações, utilizando dessa relação de conhecimento químico e vivência. 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 posteriormente.

Agradecimentos

Agradecemos ao CNPq e à FAPERGS pelo incentivo e financiamento da pesquisa.

Referências

BRASIL, Ministério de Educação e Cultura. Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio. Química – 1º ao 3º ano. Brasília, SEF, 1999.

GILBERT, John K.. On the Nature of “Context” in Chemical Education. **International Journal Of Science Education**, [S.L.], v. 28, n. 9, p. 957-976, 14 jul. 2006. Informa UK Limited. <http://dx.doi.org/10.1080/09500690600702470>.

GILBERT, John K.; TREAGUST, David F.. Introduction: Macro, Submicro and Symbolic Representations and the Relationship Between Them: Key Models in Chemical Education. In: GILBERT, John K.; TREAGUST, David. **Multiple Representations in Chemical Education**. Dordrecht: Springer, 2009. p. 1-8.

JOHNSTONE, Alex H.. Macro and microchemistry. **School Science Review** , v. 64, p. 377-379. 1982.

JOHNSTONE, Alex H.. Teaching of chemistry: logical or psychological? **Chem. Educ. Res. Pract.**, [S.L.], v. 1, n. 1, p. 9-15, 2000. Royal Society of Chemistry (RSC). <http://dx.doi.org/10.1039/a9rp90001b>.

MAHAFFY, Peter. The future shape of chemistry education. **Chem. Educ. Res. Pract.**, [S.L.], v. 5, n. 3, p. 229-245, 2004. Royal Society of Chemistry (RSC). <http://dx.doi.org/10.1039/b4rp90026j>.

MORAES, Roque; GALIAZZI, Maria do Carmo. Análise textual discursiva: processo reconstrutivo de múltiplas faces. **Ciência & Educação (Bauru)**, [S.L.], v. 12, n. 1, p. 117-128, abr. 2006. FapUNIFESP (SciELO). <http://dx.doi.org/10.1590/s1516-73132006000100009>.

MORTIMER, Eduardo Fleury; MACHADO, Andréa Horta; ROMANELLI, Lilavate Izapovitz. A proposta curricular de química do Estado de Minas Gerais: fundamentos e pressupostos. **Química Nova**, [S.L.], v. 23, n. 2, p. 273-283, abr. 2000. FapUNIFESP (SciELO). <http://dx.doi.org/10.1590/s0100-40422000000200022>

ROCHA, Paula del Ponte; FERREIRA, Maira. O ENEM como política de avaliação: efeitos na educação básica e na produção de sujeitos. **Revista de Educação, Ciência e Cultura**, Canoas, v. 25, n. 1, p. 253-266, ago. 2020.

SCERRI, Eric R.. Five ideas in chemical education that must die. *Foundations Of Chemistry*, [S.L.], v. 21, n. 1, p. 61-69, 3 jan. 2019. Springer Science and Business Media LLC. <http://dx.doi.org/10.1007/s10698-018-09327-y>.

SJÖSTRÖM, Jesper. Towards Bildung Oriented Chemistry Education. **Science & Education**, [S.L.], v. 22, n. 7, p. 1873-1890, 25 out. 2011. Springer Science and Business Media LLC. <http://dx.doi.org/10.1007/s11191-011-9401-0>.

TABER, Keith S.. Conceptual confusion in the chemistry curriculum: exemplifying the problematic nature of representing chemical concepts as target knowledge. **Foundations Of Chemistry**, [s.l.], p.1-26, 26 set. 2019. Springer Science and Business Media LLC.