

# QUESTÕES DE QUÍMICA DO ENEM: UMA ABORDAGEM SOBRE NÍVEIS REPRESENTACIONAIS

Enem chemical questions: an approach on levels representational

**Rosane Costa Fontes** [nane-fontes@hotmail.com]

**Valdilene de Jesus Lima** [valdilene55@hotmail.com]

**Juvenal Carolino da Silva Filho** [jcarolino@hotmail.com]

Universidade Federal de Sergipe - UFS

Campus Professor Alberto carvalho – Av. Ver. Olímpio Grande – Itabaiana/SE

## Resumo

Este trabalho tem como objetivo analisar a abordagem dos níveis representacionais nas questões específicas de Química do Exame Nacional do Ensino Médio (ENEM), correspondente à área de Ciências da Natureza e suas Tecnologias, no período de 2010 a 2012. Para o desenvolvimento desse trabalho, foi realizado o estudo sobre o ENEM dando seguimento à pesquisa sobre os níveis representacionais, desde sua definição até a abordagem de diferentes teóricos. Dessa forma, foi feita uma análise das questões, distribuindo-as em 4 categorias. A partir da análise das questões específicas de Química do ENEM, verificou-se que os níveis representacionais vêm sendo abordados tanto de forma isolada, como de forma conjunta com outros níveis. Entretanto, não há um número considerável de questões que aborde os três diferentes níveis representacionais de forma conjunta, o que é prejudicial à compreensão do conhecimento químico para os alunos.

**Palavras-chave:** Níveis representacionais, ENEM, Ensino de Química.

## Abstract

This paper aims to analyze the approach of representational levels in specific matters of Chemistry ENEM (National High School Exam), corresponding to the area of natural sciences and their technologies of the years 2010, 2011 and 2012. To develop this work, the study was conducted on ENEM following up the research on the representational levels, from definition to different theoretical approach. Thus, an analysis of the issues, distributing them into four categories. From the analysis of the specific issues of Chemical ENEM, it was found that the representational levels have been raised in isolation well as jointly with other levels. However, there is a considerable number of issues to address three different representational levels jointly.

**Keywords:** Representational levels, ENEM, Chemistry Teaching.

# QUESTÕES DE QUÍMICA DO ENEM: UMA ABORDAGEM SOBRE NÍVEIS REPRESENTACIONAIS

Enem chemical questions: an approach on levels representational

## Resumo

Este trabalho tem como objetivo analisar a abordagem dos níveis representacionais nas questões específicas de Química do ENEM (Exame Nacional do Ensino Médio), correspondente à área de Ciências da Natureza e suas Tecnologias dos anos de 2010, 2011 e 2012. Para o desenvolvimento desse trabalho, foi realizado o estudo sobre o ENEM dando seguimento à pesquisa sobre os níveis representacionais, desde sua definição até a abordagem de diferentes teóricos. Dessa forma, foi feita uma análise das questões, distribuindo-as em 4 categorias. A partir da análise das questões específicas de Química do ENEM, verificou-se que os níveis representacionais vêm sendo abordados tanto de forma isolada, como de forma conjunta com outros níveis. Entretanto, não há um número considerável de questões que aborde os três diferentes níveis representacionais de forma conjunta.

**Palavras-chave:** Níveis representacionais, ENEM, Ensino de Química.

## Abstract

This paper aims to analyze the approach of representational levels in specific matters of Chemistry ENEM (National High School Exam), corresponding to the area of natural sciences and their technologies of the years 2010, 2011 and 2012. To develop this work, the study was conducted on ENEM following up the research on the representational levels, from definition to different theoretical approach. Thus, an analysis of the issues, distributing them into four categories. From the analysis of the specific issues of Chemical ENEM, it was found that the representational levels have been raised in isolation well as jointly with other levels. However, there is a considerable number of issues to address three different representational levels jointly.

**Keywords:** Representational levels, ENEM, Chemistry Teaching.

## Introdução

### Enem

O progresso no sistema de globalização da modernização científica e tecnológica têm provocado importantes transformações nos setores da sociedade, principalmente no que se diz respeito a uma formação acadêmica que seja capaz de atender as perspectivas de excelência e também do mercado de trabalho. Diante de tal processo, na década de 1990, o Ministério da Educação (MEC) sugeriu uma reforma para o ensino médio, com o intuito de implementar um sistema de avaliação capaz de estimar o nível de qualidade da educação brasileira (CAVALCANTE *et al.*, 2006).

Essa avaliação em relação à qualidade da educação torna-se uma importante ferramenta nos projetos do governo, resultando em mudanças no plano das políticas de avaliação nos níveis de ensino, consubstanciadas na Lei de Diretrizes e Bases da Educação (LDB, 1996) (VILLAS BOAS, 2006).

Nessa perspectiva, surge em 1998, o Exame Nacional do Ensino Médio (ENEM), organizado pelo Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira (INEP) (FERNANDES, 2011). Tendo como principal objetivo avaliar o perfil de saída dos alunos do ensino médio, possibilitando uma avaliação de desempenho segundo um alicerce de competências associados aos conteúdos das disciplinas (QUEIROZ *et al.*, 2011).

Reformulado ao longo dos anos, em 2009, o ENEM sofreu expressivas mudanças e uma das principais modificações no ENEM foi em relação à sua nova finalidade, que passa a substituir alguns sistemas de vestibulares de instituições federais do Brasil (BRASIL, 2009). Outra mudança no ENEM está associada à estrutura da prova que anteriormente possuía 63 questões de múltipla escolha e tinha um cunho interdisciplinar, além de uma redação, ambas realizadas em um único dia. Com a reformulação, o exame passou a ser dividido em quatro áreas, com um total de 180 questões. As áreas correspondem à: Linguagens, Códigos e suas Tecnologias, Ciências da Natureza e suas Tecnologias e Matemática e suas Tecnologias (FERNANDES, 2011).

Nesse contexto, o modelo de avaliação do ENEM é considerado inovador por romper com a educação baseada no ensino transmissão e recepção, que possibilita uma simples transferência do conhecimento do professor para o aluno, baseado na memorização de fatos, regras e conceitos. Esse exame exige que o aluno demonstre o domínio de competências e habilidades na solução de problemas, através dos conhecimentos adquiridos na escola e na sua experiência de vida (SOUZA, 2009).

Na Matriz de Referência para o ENEM 2009 são descritos cinco eixos, sendo eles: domínio sobre linguagens, conhecimento e compreensão de fenômenos, resolução de situações-problema, elaborar argumentação e construir propostas (BRASIL, 2009).

Com relação à Matriz de Referência de Ciências da Natureza e suas Tecnologias, o conhecimento dos alunos são avaliados de acordo com oito competências, que estão subdivididas em trinta habilidades. A análise de competências por área e das habilidades presentes nessa matriz, valorizam a conexão entre conhecimentos científicos e do cotidiano para o processo de ensino e aprendizagem, a interdisciplinaridade juntamente com a contextualização. Desse modo, o ENEM pode impulsionar mudanças pedagógicas e curriculares inseridas nos espaços escolares. (MACENO *et al.*, 2011).

O objetivo deste trabalho é analisar as questões específicas de química correspondente à área de Ciências da natureza e suas tecnologias, nos anos de 2010, 2011 e 2012 da prova do ENEM.

Esta análise consiste em identificar por meio das concepções dos teóricos, como Johnstone (1982;1993), Gabel (1999) e Wartha *et al* (2011), de que forma a abordagem dos níveis representacionais está sendo explorada e as consequências de tais níveis de representação para o ensino de química.

### **Concepções sobre Níveis Representacionais**

Representação é um tipo de operação em que as pessoas produzem quando se referem ao meio em que estão interagindo, sejam objetos, situações ou até fenômenos. A representação desenvolvida por um indivíduo permite que ele reproduza esses aspectos sem a necessidade da presença deles (WARTHA *et al.*, 2012).

O conceito de representação apresenta distintas raízes históricas. E sua utilização é tão antiga quanto sua origem, podendo ser encontrada em forma de sinais simbólicos em documentos arcaicos, utilizados principalmente por alquimistas (OBRIST, 2003).

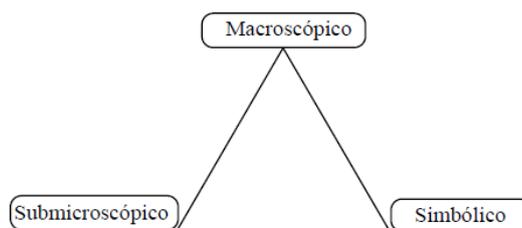
De acordo com a etimologia, o termo representação é proveniente da forma latina *repraesentare*, que designa como revelar, fazer presente ou indicar-se (ARAUJO, 2012). Representação pode ser considerada a reposição de algo ou alguém, em que a linguagem é compreendida com as diferentes associações no espaço simbólico (MOSCOVICI, 1978).

Diante do caráter polissêmico do termo representação, no conceito aplicado à ciência, não basta ter apenas conhecimento em Química, no que se referem a fórmulas, equações, mecanismos de reações, é necessário observar e desenvolver estratégias de modo a explicar situações e fenômenos que os rege. Sistemas terminantes de interpretação dão suporte ao conhecimento químico, de modo que, os modelos teóricos, constituídos de expressões e enunciados, adquirem sentido ao serem relacionados, diretamente ou indiretamente ao cotidiano. Logo, a mediação entre um sistema convencional teórico e seu caráter representacional, caracteriza-se como um modelo científico, ou seja, a resposta do processo onde se é capaz de produzir qualquer tipo de representação, seja ela abstrata, visual ou conceitual de determinados fenômenos com o objetivo de analisá-los ou explorá-los (ADÚRIZ-BRAVO, 1999).

Diferentes métodos de classificação utilizados na química sejam para fazer suposições ou explicações, são fundamentados nas caracterizações dos níveis representacionais (STAINS E TALANQUER, 2007). E para a uma aprendizagem considerada significativa, o aluno deve desenvolver habilidades que sejam capazes de relacionar o conceito ou fenômeno em diferentes representações e situações problemas.

Johnstone (1982) foi um dos pioneiros a propor um modelo para explicar a correlação entre os níveis de representação sobre o conhecimento químico em seu artigo "*Macro and micro-chemistry*" (JOHNSTONE, 1982). Nesse modelo foram propostos três níveis: o nível macroscópico se refere às representações mentais adquiridas pela experiência sensorial; O nível submicroscópico corresponde às representações abstratas e o nível simbólico se refere aos conhecimentos químicos que os estudantes têm sobre a química associados a fórmulas e equações químicas (JOHNSTONE, 1991).

No artigo *The Development of Chemistry Teaching*, Jhonstone (1993) faz alusão aos três níveis representacionais: macroscópico, submicroscópico e simbólico dispostos nos vértices de um triângulo, onde considera que, por muitos anos, o ensino de Química centrou interesse apenas nos vértices microscópico e simbólico, tendo o vértice macroscópico pouco explorado. Sendo assim, segundo Johnstone, o Ensino de Química apresenta dificuldades para alcançar as inter - relações entre os três níveis representacionais para a compreensão integral do conhecimento químico.



**Figura 1.** Os três componentes básicos da “nova Química” de Johnstone (Wartha, 2011).

Johnstone (1982; 1993) apoia-se nas vertentes de Ausubel, onde defende que no processo de ensino e aprendizagem em Química, o aluno deverá oscilar no interior do triângulo para o desenvolvimento dos seus três vértices. Segundo esse pensamento, a explicação de uma transformação química pode ser baseada nesses três componentes, ou seja, no nível macroscópico, que se fundamenta na observação e experiência, no nível submicroscópico o alicerce está no modelo de abstração, ou seja, relacionado a átomos, moléculas e partículas e no nível simbólico, que corresponde à representação do fenômeno em termos de fórmulas e equações química (WARTHA *et al.*, 2011).

Outros autores também pesquisam sobre os níveis representacionais, tal como Gabel (1999), que em seu trabalho intitulado *Improving Teaching and Learning through Chemistry Education Research: A look to the Future* considera os níveis macroscópico, microscópico e simbólico, em seu artigo. Ela pondera que não é necessário sempre associar os três níveis de representação da matéria, como exposto por Johnstone, e sim compreender a relação desses níveis para assumir o papel de educador no ensino de Química (SILVA, 2012).

Em contrapartida, outros autores afirmam que o ensino desses níveis de forma isolada dificulta os alunos a construírem modelos esclarecedores e coerentes que se aproximem dos modelos científicos, pois, os estudantes se baseiam em informações sensoriais para caracterizar fenômenos, o que é visto pela tendência dos alunos a permanecer no nível macroscópico (ROSA e SCHNETZLER, 1998).

No artigo: *Use of Simultaneous-Synchronized Macroscopic, Microscopic and Learning of Chemical concepts*, Kozma et al (1997), apoiam a associação dos três níveis da Química com o cotidiano dos estudantes, de modo a facilitar a compreensão conceitual no processo de ensino-aprendizagem. Discute-se também que as dificuldades no processo de compreensão de fenômenos levam os alunos a apresentarem diferentes concepções e até mesmo concepções errôneas não admitidas pelo mundo científico (SILVA, 2012).

Parte do atual ensino praticado nas escolas não proporciona o acesso a conhecimentos químicos que permitam a construção de uma visão do cotidiano mais integrada e menos fragmentada, principalmente no que se diz respeito a abordagem dos níveis representacionais. Dessa forma, através da análise das questões específicas de Química da prova do ENEM dos anos de 2010, 2011 e 2012, será possível identificar de que forma o exame desenvolve a abordagem dos níveis representacionais.

## **Metodologia**

A metodologia inicial utilizada para o desenvolvimento do trabalho foi a pesquisa documental. Este tipo de pesquisa é constituído pela análise de materiais que não sofreram um tratamento analítico ou que podem ser reavaliados, dispostos a uma interpretação nova ou

complementar (NEVES, 1996). A investigação documental procura constatar informações factuais nos documentos por meio de hipóteses e questões de interesse (LÜDKE *et al.*, 1986).

Podemos dividir o desenvolvimento do projeto em duas fases:

**1ª fase:** Seleção das questões específicas de Química dentre a área de Ciências da Natureza e suas Tecnologias.

Nessa primeira fase buscou-se selecionar as questões específicas de Química, ou seja, as que exigem somente conhecimento químico para respondê-las.

**2ª etapa:** Análise das questões do ENEM (2010-2012).

Essa última etapa consistiu em analisar o conteúdo das questões de química do ENEM dos anos de 2010, 2011 e 2012, a escolha dessas três últimas provas partiu da reformulação da prova do ENEM que se iniciou a partir de 2009. Muitos autores referem-se à Análise de Conteúdo como um instrumento de pesquisa que interage com a palavra, sendo capaz de explorar determinado conteúdo aplicado em um texto. O analista busca categorizar o objeto em estudo, inferindo uma expressão que o designa (NEVES, 1996).

Através da categorização foram analisadas as questões específicas de química, ou seja, questões que necessitam de algum conhecimento químico para resolvê-las. As provas escolhidas foram as de cor azul do ENEM na área de Ciências da Natureza e suas Tecnologias. A análise dessas questões permitiu identificar de que forma estão sendo abordados os níveis representacionais na prova do ENEM de acordo com os teóricos sobre o assunto, desenvolvendo desta forma uma análise sintática de termos presentes nas questões que se relacionam aos três diferentes níveis representacionais.

## Resultados

A análise das questões foi dividida em quatro categorias, de acordo com a Tabela 1. A quarta categoria subdividiu-se em quatro subcategorias. Essas subcategorias identificam as questões que necessitam de conhecimento químico a mais de um nível representacional.

Categorias	Características
1 - Questões que necessitam de conhecimento somente em nível macroscópico.	As representações a nível macroscópico envolvem o aspecto sensorial, as mudanças físicas perceptíveis em torno do meio externo.
2 - Questões que necessitam de conhecimento somente em nível microscópico.	As representações a nível microscópico são caracterizadas por associações abstratas, como átomos, moléculas, íons.
3 - Questões que necessitam de conhecimento somente em nível simbólico.	As representações a nível simbólico é constituída por fórmulas, equações químicas, gráficos, modelos.
4 - Questões que necessitam de conhecimento em mais de um nível representacional.	Subcategorias
	4.1 Macroscópico e Microscópico
	4.2 Macroscópico e simbólico
	4.3 Microscópico e simbólico
	4.4 Macroscópico, Microscópico e Simbólico

**Tabela 1:** Descrição das categorias e subcategorias para análise das questões específicas de Química da prova do ENEM.

As questões referentes à prova do ENEM dos anos de 2010, 2011 e 2012 pertencentes à área de Ciências da Natureza e suas Tecnologias, foram dispostas em 4 categorias e são mostradas na tabela abaixo:

Categorias	Questões		
	2010	2011	2012
1- Questões que necessitam de conhecimento somente em nível macroscópico.	4	-	-
2- Questões que necessitam de conhecimento somente em nível microscópico	-	-	-
3- Questões que necessitam de conhecimento somente em nível simbólico.	1	2	6
4- Questões que necessitam de conhecimento em mais de um nível representacional.	4.1	-	1
	4.2	1	2
	4.3	4	4
	4.4	4	2

**Tabela 2:** Ferramenta de análise correspondente às provas dos anos de 2010-2012 do ENEM.

Na categoria 1, a qual corresponde às questões que necessitam de conhecimento somente em nível macroscópico, é perceptível que essa categoria foi abordada de forma isolada das demais categorias somente na prova do ano de 2010, com um número total de 4 questões. Exemplificando as classificações atribuídas, serão destacados alguns trechos das questões ou as próprias questões ao longo da discussão:

Dentre as questões presentes nessa categoria, destacou-se a questão 50 da prova azul:

#### Questão 50

Em nosso cotidiano, utilizamos as palavras “calor” e “temperatura” de forma diferente de como elas são usadas no meio científico. Na linguagem corrente, calor é identificado como “algo quente” e temperatura mede a “quantidade de calor de um corpo”. Esses significados, no entanto, não conseguem explicar diversas situações que podem ser verificadas na prática.

Do ponto de vista científico, que situação prática mostra a limitação dos conceitos corriqueiros de calor e temperatura?

- A A temperatura da água pode ficar constante durante o tempo em que estiver fervendo.
- B Uma mãe coloca a mão na água da banheira do bebê para verificar a temperatura da água.
- C A chama de um fogão pode ser usada para aumentar a temperatura da água em uma panela.
- D A água quente que está em uma caneca é passada para outra caneca a fim de diminuir sua temperatura.
- E Um forno pode fornecer calor para uma vasilha de água que está em seu interior com menor temperatura do que a dele.

**Figura 1:** Questão 50 prova azul do ENEM 2010.

A questão acima aborda e exige um entendimento científico voltado ao nível sensorial, ou seja, em fenômenos observáveis e descritos. Algumas expressões presentes na questão auxiliam na atribuição a esse nível - *calor é identificado como “algo quente” e temperatura mede a “quantidade de calor de um corpo”*.

Na categoria 2, correspondente às questões que necessitam de conhecimento somente em nível microscópico, não foi identificada nenhuma questão específica referente a essa categoria ao longo das três provas. A ausência de questões do ENEM nessa categoria pode ser atribuída possivelmente ao fato de dificuldades dos próprios elaboradores da prova em abordar esse nível representacional, por seu caráter intangível e abstrato.

Quanto às questões que necessitam de conhecimento somente em nível simbólico, inserida na categoria 3, apenas a questão 80 foi identificada na prova de 2010, e as questões 54 e 72 na prova do ano de 2011. Já no ano de 2012, houve um crescimento significativo no número de questões referentes a essa categoria, sendo possível identificar 6 questões: 49,53,58,77,79,84.

Questão 72 da prova azul do ano de 2011:

*Partindo do ácido cólico representado na figura, ocorre formação dos ácidos glicocólico e taurocólico (...) A combinação entre o ácido cólico e a glicina ou taurina origina a função amida (...)*

A questão 72 apresenta expressões que podem ser subjugadas na categoria 3 – *partindo do ácido cólico* – ao abordar compostos químicos que exigem o conhecimento científico de sua fórmula química para obtenção da reação de compostos orgânicos. Pois, segundo Johnstone (1982), este nível está relacionado com a representação de substâncias químicas em forma de fórmulas e equações.

Questão 49 da prova azul do ano de 2012:

*Identifique as funções orgânicas presentes simultaneamente nas estruturas (...)*

Apesar das informações adicionais dadas no enunciado da questão 49, a pergunta mostra determinada clareza quando pede a identificação das funções orgânicas presentes nas duas estruturas dadas na questão, ou seja, o conhecimento químico voltado para fórmulas de compostos e conhecimento das funções químicas é suficiente para responder a questão. Podendo assim, classificá-la também na categoria 3.

A categoria 4 refere-se às questões que necessitam de conhecimento em mais de um nível representacional, por isso, essa categoria foi dividida em 4 subcategorias. A subcategoria 4.1 refere-se às questões que necessitam de conhecimento químico em níveis macroscópico e microscópico. A subcategoria 4.2 refere-se às questões que necessitam de conhecimento químico em níveis macroscópico e simbólico. A subcategoria 4.3 refere-se às questões que necessitam de conhecimento químico em níveis microscópico e simbólico. E a categoria 4.4 refere-se às questões que necessitam de conhecimento químico aos três níveis representacionais: macroscópico, microscópico e simbólico.

Na subcategoria 4.1, correspondente às questões que necessitam de conhecimento químico em nível macroscópico e microscópico, foi abordada somente na prova de 2012, na questão 83:

*Aumentar a eficiência na queima do combustível dos motores a combustão e reduzir emissões de poluentes (...) É também o foco de uma pesquisa brasileira que envolve experimentos*

*com plasma, o quarto estado da matéria e que está presente no processo de ignição. A interação da faísca emitida pela vela de ignição com as moléculas de combustível gera o plasma que provoca a explosão liberadora de energia (...)*

O enunciado da questão 83 apresenta termos que podem ser conferidos à subcategoria 4.1. Ao citar “*plasma, o quarto estado da matéria*”, o conhecimento químico deve-se estar atrelado à compreensão de partículas ionizadas, interligado a atomística e a molecularidade. Atribuindo-se então a característica de microscópico. Já os termos “*interação da faísca emitida pela vela de ignição*” e “*provoca a explosão liberadora de energia*”, dão caráter macroscópico à questão, já que os termos envolvem aspectos ligados à observação de um determinado fenômeno.

Na subcategoria 4.2, correspondente às questões que necessitam de conhecimento químico a níveis macroscópico e simbólico, as questões correspondentes a essa categoria foi a 67 do ano de 2010. Nenhuma questão foi encontrada com abordagem nessa categoria na prova do ano de 2011. Já na prova do ano de 2012, houve um aumento no número de questões, 70,76 e 90.

Questão 67 da prova azul do ano de 2010:

*Atualmente, uma das formas de se utilizar a energia solar tem sido armazená-la por meio de processos químicos endotérmicos que mais tarde podem ser revertidos para liberar calor. Considerando a reação:  $CH_{4(g)} + H_2O_{(v)} + calor \rightleftharpoons CO_{(g)} + 3H_{2(g)}$  e analisando-a como potencial mecanismo(...)*

A expressão “*liberar calor*” caracteriza a questão como nível macroscópico, que está ligado ao meio perceptível. Já a utilização de fórmulas químicas está ligada a linguagem visual da química, ou seja, o uso de símbolos que incluem sinais usados para a representação. Como por exemplo, a composição da matéria ( C, O, CO<sub>2</sub>), ou suas propriedades e comportamento ( + , →).

Questão 76 da prova azul do ano de 2012:

(...) Ao final da sua vida útil, uma das formas de descarte desses tubos pode ser a incineração. Nesse processo libera-se HCl<sub>(g)</sub>, cloreto de hidrogênio, dentre outras substâncias (...)

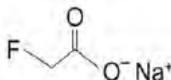
O termo “*incineração*” designa o processo de queima do lixo, caracterizando-se como um fenômeno macroscópico, juntamente com o termo “*liberação*”. A utilização de fórmulas químicas como o “HCl” exposto na questão, atribui-se ao nível simbólico.

Na subcategoria 4.3, correspondente às questões que necessitam de conhecimento químico em níveis microscópico e simbólico, apresentou um número considerável de questões nos três anos de prova, tendo uma maior incidência no ano de 2010, com 5 questões. No ano de 2011, 3 questões e no ano de 2012, 4 questões.

Questão 77 da prova azul do ano de 2010:

### Questão 77

No ano de 2004, diversas mortes de animais por envenenamento no zoológico de São Paulo foram evidenciadas. Estudos técnicos apontam suspeita de intoxicação por monofluoracetato de sódio, conhecido como composto 1080 e ilegalmente comercializado como raticida. O monofluoracetato de sódio é um derivado do ácido monofluoracético e age no organismo dos mamíferos bloqueando o ciclo de Krebs, que pode levar à parada da respiração celular oxidativa e ao acúmulo de amônia na circulação.



monofluoracetato de sódio.

Disponível em: <http://www1.folha.uol.com.br>. Acesso em: 05 ago. 2010 (adaptado).

O monofluoracetato de sódio pode ser obtido pela

- A desidratação do ácido monofluoracético, com liberação de água.
- B hidrólise do ácido monofluoracético, sem formação de água.
- C perda de íons hidroxila do ácido monofluoracético, com liberação de hidróxido de sódio.
- D neutralização do ácido monofluoracético usando hidróxido de sódio, com liberação de água.
- E substituição dos íons hidrogênio por sódio na estrutura do ácido monofluoracético, sem formação de água.

Figura 2: Questão 77 da prova azul do Enem 2010.

Na questão 77, o enunciado trata sobre o composto monofluoracetato de sódio e representa sua forma iônica, exigindo um conhecimento a nível abstrato de ionização, conferindo caráter microscópico. A utilização da estrutura do composto está voltada ao nível simbólico.

Questão 59 da prova azul do ano de 2012:

*(...) um gás de cozinha composto exclusivamente por butano ( $C_4H_{10}$ ), a mínima quantidade desse gás que um japonês deve deixar de queimar para atender à meta diária, apenas com esse gesto, é de: (Dados:  $CO_2$  (44 g/mol);  $C_4H_{10}$  (58 g/mol)).*

A questão 59 aborda fórmulas de elementos químicos juntamente com suas massas molares, identificando características do nível simbólico e microscópico respectivamente.

Na subcategoria 4.4, correspondente às questões que necessitam de conhecimento químico em torno dos três níveis representacionais, a prova de 2010 apresentou 4 questões, a prova de 2011, 2 questões e na prova de 2012, apenas uma questão.

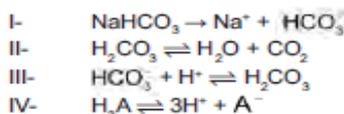
Questão 65 da prova azul de 2010:

### Questão 65

As misturas efervescentes, em pó ou em comprimidos, são comuns para a administração de vitamina C ou de medicamentos para azia. Essa forma farmacêutica sólida foi desenvolvida para facilitar o transporte, aumentar a estabilidade de substâncias e, quando em solução, acelerar a absorção do fármaco pelo organismo.

As matérias-primas que atuam na efervescência são, em geral, o ácido tartárico ou o ácido cítrico que reagem com um sal de caráter básico, como o bicarbonato de sódio ( $\text{NaHCO}_3$ ), quando em contato com a água. A partir do contato da mistura efervescente com a água, ocorre uma série de reações químicas simultâneas: liberação de íons, formação de ácido e liberação do gás carbônico — gerando a efervescência.

As equações a seguir representam as etapas da reação da mistura efervescente na água, em que foram omitidos os estados de agregação dos reagentes, e  $\text{H}_3\text{A}$  representa o ácido cítrico.



A ionização, a dissociação iônica, a formação do ácido e a liberação do gás ocorrem, respectivamente, nas seguintes etapas:

- A IV, I, II e III
- B I, IV, III e II
- C IV, III, I e II
- D I, IV, II e III
- E IV, I, III e II

Figura 3: Questão 65 da prova azul do Enem 2010.

A questão 65 trabalha as três vertentes dos níveis representacionais. Ao abordar fórmulas químicas, adquire caráter simbólico, quando são citados os termos “*formação de ácido e liberação de gás carbônico*”, atribui-se a aspectos sensoriais e conseqüentemente assume caráter macroscópico. E ao abordar compostos químicos em formas de íons, assume caráter microscópico.

Na análise dos dados da tabela 2, evidenciou-se que na prova do ENEM do ano de 2010, os elaboradores da prova utilizaram pouca abordagem dos níveis representacionais e de forma isolada, pois a maioria das questões se enquadraram na categoria 4, ou seja, questões que necessitam de conhecimento químico em mais de um nível representacional. Já no ano de 2011, foram identificadas poucas questões específicas de química, sendo que, somente duas delas foram caracterizadas na abordagem do nível simbólico de forma isolada dos outros níveis. No ano de 2012, o exame apresentou um número crescente de questões quando comparado ao ano anterior, e a maior parte dessas questões foram classificadas na categoria 4, e as outras questões foram atribuídas a categoria 3, que são questões que necessitam de conhecimento químico somente em nível simbólico.

A análise das questões do exame por meio de categorias permitiu classificar as questões específicas de Química quanto aos níveis representacionais. Verificando – se que os níveis representacionais vêm sendo abordados tanto de forma isolada, como de forma conjunta com outros níveis. Contudo, não há um número considerável de questões que aborde os três diferentes níveis representacionais de forma conjunta.

## Considerações finais

Em suma, podemos concluir que foi identificado um número significativo de questões específicas de Química da prova do ENEM que abordaram mais de um nível representacional. No ano de 2010 foram 9 questões, no ano de 2011 foram 4 questões e no ano de 2012 foram 9 questões. Entretanto, ao longo dos três anos do exame, foi possível identificar também questões que abordaram os níveis representacionais de forma isolada. Através desse estudo e classificação das questões, além das contribuições teóricas de diversos autores como Johnstone sobre os níveis representacionais no Ensino de Química, o Exame Nacional do Ensino Médio (ENEM) apresenta dificuldades quanto à abordagem comum dos três níveis de representação, e tal fato prejudica a compreensão da química para os alunos, visto que, a fragmentação dos níveis de representação prejudica a construção de um conhecimento científico coerente e a formação do indivíduo como um cidadão atuante na sociedade.

## Referências Bibliográficas

- Adúriz-Bravo, A. (1999). *Elementos de teoría y de campo para la construcción de un análisis epistemológico de la didáctica de las ciencias*. Barcelona, Espanha: Universitat Autònoma de Barcelona, Departament de Didàctica de les Matemàtiques i de les Ciències Experimentals.
- Araujo Neto, W. N. (2012). Estudos sobre a Noção de Representação Estrutural na Educação em Química a Partir da Semiótica e da Filosofia da Química. *Revista Virtual de Química*, 4(6), 719-738.
- Brasil, MEC/ INEP (2009). *Textos Teóricos e Metodológicos ENEM 2009*.
- (2009) Brasil, Ministério da Educação. *Matriz de Referência para o Enem 2009*. Retirado de: [http://portal.mec.gov.br/index.php?option=com\\_content&view=article&id=13318&Itemid=310&msg=1](http://portal.mec.gov.br/index.php?option=com_content&view=article&id=13318&Itemid=310&msg=1)
- Cavalcante, L. P. F; Oliveira, R. C. de.; Reali, A. M. M. R. de.; Tancredi, R. M. S. P. (2006). ENEM 2005 – Pressupostos teórico desenho metodológico e análise dos resultados. *Revista de Ciências Humanas*, 6(2), 309-319.
- Fernandes, C. S. (2011). O Exame Nacional do Ensino Médio e a educação química: em busca da contextualização. Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis, p. 1-169.
- Gabel, D. (1999). Improving Teaching and Learning through Chemistry Education Research: A Look to the Future. *Journal of Chemical Education*, 76(4), 548-554.
- Johnstone, A. H. (1993). The Development of chemistry teaching: A changing response to changing demand. *Journal of Chemical Education*, 20(70), 701-704.
- Johnstone, A. H. (1982). Macro and micro-Chemistry. *The School Review*, 64(227), 377-379.
- Johnstone, A. H. (1991). Why Science difficult to learn? Things are seldom what they seem. *Journal of Computer Assisted Learning*, 7, 75-83.
- Kozma, R.; Chin, E.; Russel, J.; Marx N. (2000). The roles of representations and tools in the chemistry laboratory and their implications for chemistry learning. *Journal of the Learning Sciences*, 9(2), 105-143.

- Maceno, N. G.; Ritter-Pereira, J.; Maldaner, O. A.; Guimarães, O. M. (2011). A Matriz de referência do Enem 2009 e o desafio de recriar o currículo de química na educação básica. *Química Nova na Escola*, 33(3), 153-159.
- Moscovici, S. (1978). *A Representação Social da Psicanálise*. Rio de Janeiro: Zahar.
- Neves, J. L. (1996). Pesquisa qualitativa – características, usos e possibilidades. *Caderno de pesquisas em administração*, São Paulo, 1(3), 1-5.
- Lüdke, M.; André, M.E.D.A. (1986). *Pesquisa em educação: abordagens qualitativas*. São Paulo, EPU.
- Obirst, B. (2003). Visualization in Medieval Alchemy from HYLE, *The International Journal for Philosophy of Chemistry*, 9(2).
- Piaget, J. (1975). *A formação do símbolo na criança*. Rio de Janeiro: Zahar Editores.
- Queiroz, N. M. B.; Fireman, E. C. O novo ENEM e a prática pedagógica do professor de física na cidade de Maceió. I Encontro da Associação Nacional de Política e Administração em Educação - ANPAE/AL. ISSN: 1981-3031, 1-11.
- Rosa, M. I. F. P. S.; Schnetzler, R. P. (1998). Sobre a importância do conceito transformação química no processo de aquisição do conhecimento químico. *Química Nova na Escola*, (8), 31-35.
- Silva, D. M. F. Leal, M. C. (2012). Apropriação por docentes do ensino médio da ideia de integração dos três aspectos constituintes do conhecimento químico: fenômenos, teorias e linguagem. São João del-Rei: UFSJ. Acessado em 22 de Janeiro de 2013. Disponível em: <http://www.nutes.ufrj.br/abrapec/viiienpec/resumos/R1109-1.pdf>
- Souza, A. P.; Pereira, Y. C. C. (2009). O ENEM como referencial para a integração curricular por competências. Vale do Itajaí. 2430-2445.
- Stains, M.; Talanquer, V. (2008). Classification of chemical reactions: Stages of expertise. *Journal of Research in Science Teaching*, 45(7), 771-793.
- Villas Boas, B. M. F. (2002). *Avaliação: políticas e práticas*. Campinas, SP: Papirus.
- Wartha, E. J.; Filho, G. J. De.; Jesus, M. R. de. (2012). O experimento da gota salina e os níveis de representação em química. *Educación química*, 23(1), 55-61.
- Wartha, E. J.; Rezende, D. B. de. (2011). Os níveis de representação no ensino de química e as categorias da semiótica de Peirce. *Investigações em Ensino de Ciências*, 16(2), 275-290.