

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

## Enem chemical questions: an approach on levels representational

**Alexandre Mota Menezes**

Universidade Federal de Sergipe – Campus do Sertão  
xandy1991@academico.ufs.br

**Rosane Costa Fontes**

Colégio Estadual Roque José de Souza  
nane-fontes@hotmail.com

### 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 de 2017 a 2019. Para o desenvolvimento desse trabalho, foi realizado um estudo sobre o ENEM a partir de documentos oficiais, buscando conhecer suas propostas e mudanças ao longo dos anos. Após esses estudos, deu-se seguimento à pesquisa sobre os níveis representacionais, desde sua definição até a abordagem de diferentes teóricos. Com isso, foi feita uma análise das questões, distribuindo-as em 4 categorias: Necessitam de conhecimento químico somente a nível macroscópico, necessitam de conhecimento químico somente a nível microscópico, necessitam de conhecimento químico somente a nível simbólico e necessitam de mais de um dos níveis citados anteriormente. Os resultados indicam que poucas questões relacionam os três níveis representacionais, sendo nível simbólico o mais presente nas provas.

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

### Abstract

This work aims to analyze the approach of the representational levels in the specific chemistry issues of ENEM (National High School Exam), corresponding to the area of Natural Sciences and its Technologies from 2017 to 2019. For the development of this work, the study about ENEM from official documents, seeking to know its proposals and changes over the years. After these studies, research on representational levels was continued, from its definition to the approach of different theorists. With that, an analysis of the questions was made, distributing them in 4 categories: They need chemical knowledge only at the macroscopic level, they need chemical knowledge only at the microscopic level, they need chemical knowledge only at the symbolic level and they need more than one of the levels mentioned above. The results indicate that few questions relate the three representational levels, with the symbolic level being the most present in the tests.

**Key words:** Representational levels, ENEM, chemical knowledge.

## Introdução

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 formação acadêmica capaz de atender as novas perspectivas 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).

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 associadas a conteúdos das disciplinas (QUEIROZ *et al.*, 2011).

Reformulado ao longo dos anos, em 2009, o ENEM sofreu expressivas mudanças e uma das principais foi sua 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 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. O ENEM 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).

O objetivo deste trabalho é analisar as questões específicas de química correspondente à área de Ciências da natureza e suas tecnologias, nos anos de 2017, 2018 e 2019 do ENEM. Esta análise consiste em identificar por meio das concepções dos teóricos, como Johnstone (1982;1993), Gabel (1999), 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.

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).

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).

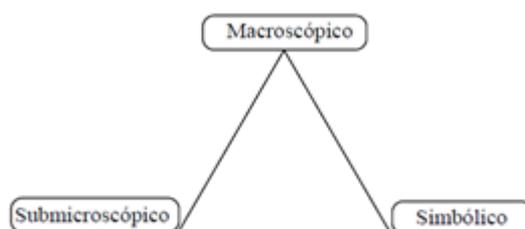
Diante do caráter polissêmico do termo, não basta ter apenas conhecimento em Química, no que se refere a fórmulas, equações, mecanismos de reações, é necessário observar e desenvolver estratégias de modo a explicar situações e fenômenos que os rege. Sistemas terminantes de interpretação dão suporte ao 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).

Johnstone 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” de 1982. Nesse foram propostos três níveis, o macroscópico se refere às representações mentais adquiridas pela experiência sensorial. O submicroscópico corresponde às representações abstratas. O 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*, Johnstone (1993) traz os três níveis: macroscópico, submicroscópico e simbólicos dispostos nos vértices de um triângulo, onde considera que, por muitos anos, o ensino de Química centrou interesse apenas nos vértices macroscópico e simbólico, tendo o vértice submicroscópico pouco explorado. Sendo assim, segundo Johnstone, o Ensino de Química encontra dificuldades que alcance inter-relações entre os três níveis para a compreensão do conhecimento químico.

**Figura 1:** Os três componentes básicos da “nova Química”.



**Fonte:** 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 nessas 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, fórmulas e equações representa-o como um todo (WARTHA et al., 2011).

Outros autores como Gabel (1999) também considera os níveis macroscópico, microscópico e simbólico. A autora considera 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 a construção de modelos esclarecedores e coerentes que se aproximem dos científicos, pois, os estudantes se baseiam em informações sensoriais para caracterizar fenômenos. Adquirindo, assim, tendências em permanecer no nível macroscópico (ROSA e SCHNETZLER, 1998).

Parte do atual ensino praticado não proporciona o acesso a conhecimentos químicos que permitam a construção de uma visão do cotidiano mais associada 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 2017, 2018 e 2019, será possível identificar de que forma o exame desenvolve a abordagem dos níveis representacionais.

## Metodologia

A metodologia utilizada para o desenvolvimento do trabalho foi a pesquisa documental. Esta é constituída pela análise de materiais que não sofreram um tratamento analítico ou que podem ser reavaliados, dispostos a uma interpretação nova ou complementar (NEVES, 1996).

Pode-se dividir o desenvolvimento do projeto em três fases:

1ª fase: Pesquisas e estudos sobre artigos, documentos e citações referentes ao ENEM.

2ª fase: Revisão na literatura das obras de diferentes teóricos sobre os níveis representacionais.

3ª etapa: Análise das questões de química do ENEM (2017-2019) por dois professores do ensino médio e um professor do nível superior. Todos os professores tinham conhecimentos prévios sobre os níveis representacionais segundo o modelo de Johnstone.

Essa última etapa consistiu em analisar o conteúdo das questões de química do ENEM dos anos de 2017, 2018 e 2019. 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).

Por meio dessa técnica, foram analisadas as questões específicas de química, ou seja, questões que necessitam de algum conteúdo químico para resolvê-las. As provas escolhidas foram as de cor amarela do ENEM na área de Ciências da Natureza e suas Tecnologias.

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

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

Categorias	Características
1 - Questões que necessitam de conhecimento somente a 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 a nível microscópico.	As representações a nível microscópico são caracterizadas por associações abstratas, como átomos, moléculas, íons.
3 - Questões que necessitam de conhecimento somente a nível simbólico.	As representações a nível simbólico são constituídas por fórmulas, equações químicas, gráficos, modelos.
4 - Questões que necessitam de conhecimento em mais de um nível representacional.	Subcategorias (ver características das categorias anteriores).
	4.1 Macroscópico e Microscópico
	4.2 Macroscópico e simbólico
	4.3 Microscópico e simbólico
	4.4 Macroscópico, Microscópico e Simbólico

**Fonte:** adaptação das ideias de Johnstone.

## Resultados e Considerações

As questões referentes à prova do ENEM dos anos de 2017, 2018 e 2019 pertencentes à área de Ciências da Natureza e suas Tecnologias, foram dispostas nas 4 categorias presentes na tabela abaixo:

**Quadro 2:** Ferramenta de análise correspondente às provas dos anos de 2018-2019 do ENEM.

Categorias		Questões		
		ENEM 2017	ENEM 2018	ENEM 2019
Categoria 1		95;	104; 135;	108; 115;
Categoria 2		126; 133;	-	93;
Categoria 3		96; 102; 105; 114; 116; 128;	94; 101; 108; 111; 119; 129;	101; 113; 125; 127; 133;
Categoria 4	4.1	91; 122;	99; 116; 132;	131;
	4.2	104;	127;	
	4.3	100; 120; 131;	97; 98; 113; 122;	94; 98; 114; 119; 123;
	4.4	117;	-	-

**Fonte:** do autor

Na categoria 1, a qual corresponde às questões que necessitam de conhecimento somente a nível macroscópico, é perceptível que essa categoria foi pouca abordada nas provas dos três últimos anos, com um número total de 5 questões. Exemplificando as classificações atribuídas, abaixo será apresentada uma questão que foi classificada nessa categoria:

**Figura 2:** Questão 115 prova amarela 2019.

### Questão 115

Algumas toneladas de medicamentos para uso humano e veterinário são produzidas por ano. Os fármacos são desenvolvidos para serem estáveis, mantendo suas propriedades químicas de forma a atender a um propósito terapêutico. Após o consumo de fármacos, parte de sua dosagem é excretada de forma inalterada, persistindo no meio ambiente. Em todo o mundo, antibióticos, hormônios, anestésicos, anti-inflamatórios, entre outros, são detectados em concentrações preocupantes no esgoto doméstico, em águas superficiais e de subsolo. Dessa forma, a ocorrência de fármacos residuais no meio ambiente pode apresentar efeitos adversos em organismos aquáticos e terrestres.

BILA, D. M.; DEZOTTI, M. Fármacos no meio ambiente. *Química Nova*, v. 26, n. 4, ago. 2003 (adaptado).

Qual ação minimiza a permanência desses contaminantes nos recursos hídricos?

- A** Utilização de esterco como fertilizante na agricultura.
- B** Ampliação das redes de coleta de esgoto na zona urbana.
- C** Descarte dos medicamentos fora do prazo de validade em lixões.
- D** Desenvolvimento de novos processos nas estações de tratamento de efluentes.
- E** Reúso dos lodos provenientes das estações de tratamento de esgoto na agricultura.

**Fonte:** Prova amarela do ENEM 2019.

A questão acima aborda e exige um entendimento científico voltado ao nível sensorial, ou seja, em fenômenos observáveis e descritos.

Na categoria 2, correspondente às questões que necessitam de conhecimento somente a nível microscópico, nas provas de 2017 e 2019 foram encontradas questões nessa categoria. A seguir é apresentado uma das questões da prova de 2019 enquadrada nessa categoria.

**Figura 3:** Questão 93 prova amarela 2019.

**Questão 93**

Em 1808, Dalton publicou o seu famoso livro intitulado *Um novo sistema de filosofia química* (do original *A New System of Chemical Philosophy*), no qual continha os cinco postulados que serviam como alicerce da primeira teoria atômica da matéria fundamentada no método científico. Esses postulados são numerados a seguir:

1. A matéria é constituída de átomos indivisíveis.
2. Todos os átomos de um dado elemento químico são idênticos em massa e em todas as outras propriedades.
3. Diferentes elementos químicos têm diferentes tipos de átomos; em particular, seus átomos têm diferentes massas.
4. Os átomos são indestrutíveis e nas reações químicas mantêm suas identidades.
5. Átomos de elementos combinam com átomos de outros elementos em proporções de números inteiros pequenos para formar compostos.

Após o modelo de Dalton, outros modelos baseados em outros dados experimentais evidenciaram, entre outras coisas, a natureza elétrica da matéria, a composição e organização do átomo e a quantização da energia no modelo atômico.

OXTOBY, D. W.; GILLIS, H. P.; BUTLER, L. J. *Principles of Modern Chemistry*. Boston: Cengage Learning, 2012 (adaptado).

Com base no modelo atual que descreve o átomo, qual dos postulados de Dalton ainda é considerado correto?

A 1  
 B 2  
 C 3  
 D 4

**Fonte:** Prova amarela do ENEM 2019.

Para chegar à resposta o aluno deve fazer associações abstratas dos átomos em diferentes modelos criados ao longo da história da química.

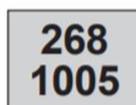
Quanto às questões que necessitam de conhecimento somente a nível simbólico, inserida na categoria 3, foi destaque nas provas dos três últimos anos, com um alto número de questões. Esse nível é caracterizado pelo uso de símbolos, gráficos, fórmulas ou modelos. Um exemplo de questões que se encaixa nesse nível é apresentado abaixo:

**Figura 4:** Questão 94 prova amarela 2018.

**QUESTÃO 94**

A identificação de riscos de produtos perigosos para o transporte rodoviário é obrigatória e realizada por meio da sinalização composta por um painel de segurança, de cor alaranjada, e um rótulo de risco. As informações inseridas no painel de segurança e no rótulo de risco, conforme determina a legislação, permitem que se identifique o produto transportado e os perigos a ele associados.

A sinalização mostrada identifica uma substância que está sendo transportada em um caminhão.



Os três algarismos da parte superior do painel indicam o "Número de risco". O número 268 indica tratar-se de um gás (2), tóxico (6) e corrosivo (8). Os quatro dígitos da parte inferior correspondem ao "Número ONU", que identifica o produto transportado.

BRASIL. Resolução n. 420, de 12/02/2004, da Agência Nacional de Transportes Terrestres (ANTT)/Ministério dos Transportes (adaptado).

ABNT. NBR 7500: identificação para o transporte terrestre, manuseio, movimentação e armazenamento de produtos. Rio de Janeiro, 2004 (adaptado).

Considerando a identificação apresentada no caminhão, o código 1005 corresponde à substância

- A** eteno ( $C_2H_4$ ).
- B** nitrogênio ( $N_2$ ).
- C** amônia ( $NH_3$ ).
- D** propano ( $C_3H_8$ ).
- E** dióxido de carbono ( $CO_2$ ).

**Fonte:** Prova amarela do ENEM 2018.

A categoria 4 refere-se as 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 a níveis macroscópico e microscópico. A subcategoria 4.2 refere-se às questões que necessitam de conhecimento químico a níveis macroscópico e simbólico. A subcategoria 4.3 refere-se às questões que necessitam de conhecimento químico a 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 a nível macroscópico e microscópico, foi abordada nas três provas. A subcategoria 4.2, correspondente às questões que necessitam de conhecimento químico a níveis macroscópico e simbólico, as questões correspondentes foram encontradas apenas nas provas de 2017 e 2018, apenas uma em cada. Na subcategoria 4.3, correspondente às questões que necessitam de conhecimento químico a níveis microscópico e simbólico, apresentou um número considerável de questões nos três anos de prova, com destaque para prova de 2019, que apresentava cinco questões.

A subcategoria 4.4, correspondente às questões que necessitam de conhecimento químico em torno dos três níveis representacionais, a prova de 2017 apresentou uma questão que se enquadrava nessa categoria, a mesma é apresentada abaixo:

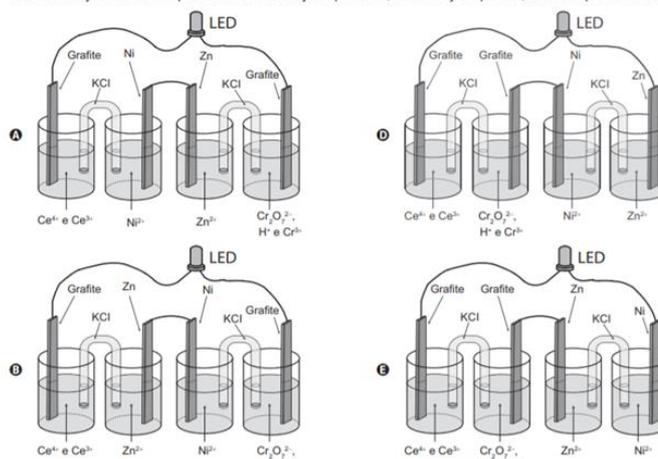
**Figura 5:** Questão 117 prova amarela 2017.

**QUESTÃO 117**

A invenção do LED azul, que permite a geração de outras cores para compor a luz branca, permitiu a construção de lâmpadas energeticamente mais eficientes e mais duráveis do que as incandescentes e fluorescentes. Em um experimento de laboratório, pretende-se associar duas pilhas em série para acender um LED azul que requer 3,6 volt para o seu funcionamento. Considere as semirreações de redução e seus respectivos potenciais mostrados no quadro

Semirreação de redução	$E^{\circ}$ (V)
$\text{Ce}^{4+}(\text{aq}) + \text{e}^{-} \rightarrow \text{Ce}^{3+}(\text{aq})$	+1,61
$\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}(\text{aq}) + 14 \text{H}^{+}(\text{aq}) + 6 \text{e}^{-} \rightarrow 2 \text{Cr}^{3+}(\text{aq}) + 7 \text{H}_2\text{O}(\text{l})$	+1,33
$\text{Ni}^{2+}(\text{aq}) + 2 \text{e}^{-} \rightarrow \text{Ni}(\text{s})$	-0,25
$\text{Zn}^{2+}(\text{aq}) + 2 \text{e}^{-} \rightarrow \text{Zn}(\text{s})$	-0,76

Qual associação em série de pilhas fornece diferença de potencial, nas condições-padrão, suficiente para acender o LED azul?



**Fonte:** Prova amarela do ENEM 2017.

A questão 117 trabalha as três vertentes dos níveis representacionais. Ao abordar fórmulas químicas, adquire caráter simbólico, quando são citados os termos “acender a luz”, 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 do quadro 2, evidenciou-se que nas provas do ENEM é bem presente a desarticulação entre os três níveis, sendo que a maioria das questões em todas as provas trabalham apenas com um dos níveis representacionais, algo que Johnstone já chamara atenção em 1982. Além disso, destaca-se o alto número de questões que trabalham com apenas o nível simbólico, e as poucas questões que trabalham o nível microscópico, fortalecendo a tendência dos alunos em permanecerem nos níveis macroscópicos e simbólico. (ROSA e SCHNETZLER, 1998).

A análise das questões do exame 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, apenas uma questão em 2017 abordava os três níveis.

Foi possível identificar um número significativo de questões específicas de Química da prova do ENEM que abordaram mais de um nível representacional (normalmente dois). Entretanto, ao longo dos três anos do exame, questões que abordaram os níveis representacionais de forma isolada ocupa mais as provas. O nível simbólico se destaca diante dos demais, sendo o mais abordado de forma isolada ou relacionando-se com outros níveis, isso mostra que o ENEM apresenta dificuldades quanto à abordagem comum dos três níveis de representação.

## Referências

ADÚRIZ-BRAVO, A. **Elementos de teoría y de campo para la construcción de un análisis epistemológico de la didáctica de las ciencias.** Dissertação de mestrado. Universitat

Autònoma de Barcelona, 1999.

ARAUJO NETO, W. N. Estudos sobre a Noção de Representação Estrutural na Educação em Química a Partir da Semiótica e da Filosofia da Química. **Revista Virtual de Química**, v.4, n.6, p.719-738, 2012.

BRASIL, MEC/ INEP. Textos Teóricos e Metodológicos ENEM 2009.

CAVALCANTE et al. ENEM 2005 – Pressupostos teóricos desenho metodológico e análise dos resultados. **Revista de C. Humanas**, v. 6, n.2, p. 309-319, 2006.

FERNANDES, C. D. S. **O Exame Nacional do Ensino Médio e a educação: em busca da contextualização**. Dissertação (Mestrado em Educação Científica e Tecnológica). Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis, p. 1-169, 2011.

GABEL, D. Improving Teaching and Learning through Chemistry Education Research: A Look to the Future. **Journal of Chemical Education**, v.76, n.4, p. 548-554, 1999.

JOHNSTONE, A. H. The Development of chemistry teaching: A changing response to changing demand. **Journal of Chemical Education**, v.20, n. 70, p.701-704, 1993.

JOHNSTONE, A. H. Macro and micro-Chemistry. **The School Review**, v. 64, n. 227, p. 377-379, 1982.

JOHNSTONE, A. H. Why Science difficult to learn? Things are seldom what they seem. **Journal of Computer Assisted Learning**, v.7, p.75-83, 1991.

MOSCOVICI, S. **A Representação Social da Psicanálise**. Rio de Janeiro: Zahar, 1978.

NEVES, L. J. Pesquisa qualitativa – características, usos e possibilidades. **Caderno de pesquisas em administração**, São Paulo, v.1, n.3, 1996.

QUEIROZ, B. M. N.; F, C. E; O novo ENEM e a prática pedagógica do professor de física na cidade de Maceió. In: I Encontro da Associação Nacional de Política e Administração em Educação - ANPAE/AL. ISSN: 1981-3031.

ROSA, M. I. F. P. S.; SCHNETZLER, R. P. Sobre a importância do conceito transformação química no processo de aquisição do conhecimento químico. **Química Nova na Escola**, n.8, p. 31-35, 1998.

SILVA, 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, 2012.

SOUZA, P. A.; PEREIRA, C. C. Y. O ENEM como referencial para a integração curricular por competências. In: IX Congresso Nacional de Educação e III Encontro Sul Brasileiro de Psicopedagogia. Vale do Itajaí, p. 2430-2445, 2009.

WARTHA, J. E.; FILHO, G. J. de.; JESUS, M. R. de. O experimento da gota salina e os níveis de representação em química. **Educación química**, v.23, n.1, p.55-61, 2012.

WARTHA, J. E.; REZENDE, B. D. Os níveis de representação no ensino de química e as categorias da semiótica de Peirce. **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 16, n. 2, p. 275-290, 2011.