

ASPECTOS REPRESENTACIONAIS EM QUESTÕES DO ENEM NA ÁREA DE CIÊNCIAS DA NATUREZA

REPRESENTATIONAL ASPECTS IN ENEM ISSUES AROUND NATURAL SCIENCES

Robson Fagner Ramos de Araújo¹, Ulisses Vieira Guimarães², Edson José Wartha³

Recebido: junho/2020 Aprovado: outubro/2020

Resumo: Considerando a importância das representações usadas como suporte em questões do Exame Nacional do Ensino Médio, esta pesquisa objetiva verificar se os aspectos representacionais e textuais, presentes como suporte nas questões na área de Ciências da Natureza, são determinantes no desempenho dos estudantes. Para tanto, o estudo foi realizado por meio de análise estatística descritiva do desempenho em questões previamente selecionadas dos exames realizados nos anos de 2012, 2013 e 2014. Os resultados indicam que os aspectos representacionais e textuais não se configuram como determinantes no desempenho escolar. Nas questões selecionadas para análise e no cruzamento com os dados socioeconômicos verificamos que o fator determinante do desempenho escolar é o fator renda familiar.


Palavras-chave: desempenho escolar; aspectos representacionais; aspectos textuais.


Abstract: Considering the importance of the representations used as support in questions of the National Examination of High School, this research aims to verify if the representational and textual aspects, present as support in the questions in the area of Sciences of the Nature, are determinant in the performance of the students. To do so, the study was performed through a descriptive statistical analysis of the performance in questions previously selected from the examinations carried out in the years of 2012, 2013 and 2014. The results indicate that the representational and textual aspects do not constitute determinants in school performance. In the questions selected for analysis and in the cross-referencing with socioeconomic data, we verified that the determinant of school performance is the family income factor.


Keywords: school performance; representational aspects; textual aspects.

1. Introdução

O Exame Nacional do Ensino Médio (ENEM) tem como objetivo principal avaliar os concluintes e egressos do Ensino Médio. O exame é realizado anualmente desde 1998 e, após as primeiras edições, passou também a ser utilizado como parte da nota em processos seletivos para cursos de graduação em instituições de Ensino Superior. Em 2009, o ENEM teve modificações significativas, sendo que a principal modificação diz respeito à sua nova função, ou seja, substituir processos seletivos de admissão na graduação em algumas instituições de ensino federais do país. Nos últimos exames realizados, verificou-se que a maioria das instituições de Ensino Superior usam total ou parcialmente as notas do ENEM em seus processos

¹  <https://orcid.org/0000-0002-7155-6706> - Mestre em Ensino de Ciências e Matemática pela Universidade Federal de Sergipe (UFS). Docente na ECITE Arlinda Pessoa da Silva, Juru, Paraíba, Brasil. Trav. Padre Cícero, nº 114, centro, Juru – PB, Brasil. E-mail: robson.amos.araujo@hotmail.com

²  <https://orcid.org/0000-0003-4203-8640> - Doutor em Educação Matemática pela Universidade Anhanguera de São Paulo. Docente (UFS), São Cristóvão, Sergipe, Brasil (Av. Marechal Rondon, s/n, DECAT/CCET, 49100-000, São Cristóvão, Sergipe, Brasil). E-Mail: prof.ulisses.ufs@gmail.com

³  <https://orcid.org/0000-0003-4919-3504> - Doutor em Ensino de Ciências (USP) na qual o diploma foi obtido. Professor Associado da Universidade Federal de Sergipe (UFS), São Cristóvão, Sergipe, Brasil. Cidade Univ. Prof. José Aloísio de Campos, Av. Marechal Rondon, s/n, Jd. Rosa Elze, São Cristóvão/SE/Brasil, CEP 49100-000. E-mail: ejwartha@academico.ufs.br

seletivos. O ENEM é um exame realizado em média por seis milhões de estudantes todos os anos.

A partir de 2009, o ENEM passou a ser aplicado em dois dias e está estruturado por meio de quatro matrizes, uma para cada área de conhecimento. A área de Ciências da Natureza e suas Tecnologias, objeto deste estudo, é composta por 45 questões, que resultam em uma avaliação de 180 itens de múltipla escolha, que avaliam diferentes competências e habilidades apresentadas na Matriz de Referência para o ENEM, além de uma redação (BRASILa, 2009).

O ENEM procura apresentar uma prova interdisciplinar e contextualizada, com a intenção de “verificar” competências e habilidades (BRASILb, 2009). Nesse contexto, as definições de competências e habilidades são entendidas como:

Competências são as modalidades estruturais da inteligência, ou melhor, ações e operações que utilizamos para estabelecer relações com e entre objetos, situações, fenômenos e pessoas que desejamos conhecer. As habilidades decorrem das competências adquiridas e referem-se ao plano imediato do 'saber fazer'. Por meio das ações e operações, as habilidades aperfeiçoam-se e articulam-se, possibilitando nova reorganização das competências (BRASIL, 1999, p. 7).

Entretanto, o sucesso efetivo deste sistema de avaliação em larga escala depende de que as provas do ENEM sejam bem formuladas, apresentando questões consistentes com a devida avaliação das habilidades e competências preconizadas para o Ensino Médio, garantindo a que o exame também exerça a função de um auxiliador da escola para que se construa o conhecimento do aluno, “desenvolvendo capacidades de aprender, criar, formular, ao invés do simples exercício de memorização” (BRASIL, 2000, p. 5).

A partir de 2009, as questões de múltipla escolha passaram a ser estruturadas em quatro matrizes, uma para cada área de conhecimento (linguagens, códigos e suas tecnologias (incluindo redação); ciências humanas e suas tecnologias; ciências da natureza e suas tecnologias e matemática e suas tecnologias), sendo que cada uma das áreas se compõe de quarenta e cinco questões. Assim, o exame passou a ser dividido em dois cadernos, aplicado em dois dias e contendo, ainda, a proposta de produção de texto. Nesse estudo, focamos nas capacidades dos estudantes em analisar e responder questões na área de ciências da natureza e suas tecnologias considerando habilidades que ressaltam aspectos representacionais na resolução dos itens, mais especificadamente em relação as habilidades descritas a seguir:

- 1) H17– relacionar informações apresentadas em diferentes formas de linguagem e representações usadas em química, bem como nos textos discursivos, gráficos, tabelas, relações matemáticas e na linguagem simbólica que estão envolvidos o conhecimento científico;
- 2) H24– Utilizar códigos e nomenclatura da química para caracterizar materiais, substâncias ou transformações químicas;
- 3) H25– Caracterizar materiais ou substâncias, identificando etapas, rendimentos ou implicações biológicas, sociais, econômicas ou ambientais de sua obtenção ou produção (BRASIL, 2009, p 8-9).

A partir do referencial teórico-metodológico do ENEM, é possível inferir que o exame nacional se baseia em alguns postos-chaves, tais como: competências/habilidades, foco na cidadania, contextualização, interdisciplinaridade e utilização de situações-problema. Nessa perspectiva, tais aspectos devem ser compreendidos em conjunto com o propósito do desenvolvimento dos objetivos do contexto educacional como um todo. Contudo, como salientam Silva e Ribas (2003), muitos professores apresentam dificuldades em inserir esses aspectos em suas aulas ou não os consideram importantes para o desenvolvimento de habilidades relacionadas aos aspectos representacionais do conhecimento científico.

Vale destacar que a partir do ano de 2003, o ENEM realizou uma mudança importante ao inserir na prova um questionário socioeconômico, que é respondido no momento da inscrição no exame, com a finalidade de conhecer melhor o perfil dos participantes. Essas informações podem auxiliar a conhecer melhor o perfil dos estudantes que realizam o exame e as condições de estudo durante toda a Educação Básica.

Este artigo faz parte de uma dissertação de mestrado (ARAÚJO, 2017) inserida em um projeto de pesquisa mais amplo intitulado: “Aspectos representacionais e textuais na área de ciências da natureza: um olhar sobre os itens do ENEM”, sendo financiada pela FAPITEC (Fundação de Amparo à Pesquisa e à Inovação Tecnológica do Estado de Sergipe). Neste sentido, buscamos identificar se os aspectos representacionais e textuais são determinantes no desempenho dos estudantes na área Ciências da Natureza com participantes do Estado de Sergipe que realizaram o ENEM nos anos de 2012, 2013 e 2014. Buscamos, também, identificar se fatores relacionados à heterogeneidade dos participantes como o contexto social, cultural, econômico, familiar, dentre outros, influenciam no desempenho deles no Exame.

2. A Prática de Leitura de Texto Científico na Compreensão dos Aspectos Representacionais no Ensino de Ciências

A constituição histórica da leitura no âmbito escolar é marcada pela decodificação da palavra, uma vez que, geralmente, estão embasadas em respostas prontas e rápidas dos questionamentos estabelecidos previamente, sendo considerados repetições formais. Dessa forma, questões relacionadas às capacidades leitoras dos estudantes podem provocar obstáculos na interação pessoal dos leitores, seja com o texto ou com as ideias construídas pelos estudantes. A capacidade leitora está ligada à capacidade de se interpretar, atribuir sentido e alcançar a clareza sobre as informações que aquele conjunto de ideias apresenta ao interlocutor. Essa compreensão é fundamental para a construção de conhecimento por parte dos estudantes, pois o aprendizado só é efetivo quando o leitor é capaz de compreender os textos debatidos, que, na maioria das vezes, não ocorre de maneira direta, mas a leitura passa a ser um processo que precisa ser aprendido (MARQUES, 2001).

Nesse contexto, os processos de ler e escrever tornam-se essenciais e devem ser trabalhados nas aulas de Ciências, auxiliando os leitores na construção de conhecimentos científicos. Para Francisco Junior *et al.* (2010), os estudantes apresentam dificuldades de interpretar questões e problemas que estão inseridos nos conteúdos de Ciências. Wenzel (2013) enfatiza que a prática da leitura possibilita ao estudante contato com uma nova linguagem, mais

específica, e, por isso, a leitura em sala de aula precisa ser orientada. Para Granger (1974), o conhecimento científico se desdobra num universo de linguagem e Lemke (1997) esclarece que, para aprender a linguagem da ciência, torna-se indispensável “Aprender Ciências”. E a aprendizagem em ciências implica aprender a falar o idioma próprio das Ciências, uma vez que tem o seu próprio e exclusivo modelo semântico e suas próprias formas de construir significados, ou seja, também é necessário compreender que as representações fazem parte do processo da linguagem científica.

Segundo Norris e Phillips (2003), a leitura do texto científico abrange grande parte do que é considerado fazer ciência, desta forma:

[...] a leitura e escrita não suporta apenas uma relação funcional com respeito à ciência, como simples ferramenta para o armazenamento e transmissão da ciência. Ao contrário, a relação é constitutiva, em que a leitura e a escrita são partes constitutivas da ciência. Relações constitutivas definem necessidades, porque os componentes são elementos essenciais do todo (NORRIS; PHILLIPS, 2003, p. 226).

No espaço formal de aprendizagem, como também no não-formal, torna-se necessário aprender a linguagem científica, pois a sua inserção efetivamente constituída de textos científicos, representações, símbolos, códigos e diferentes tipos de linguagens devam, cada vez mais, estar presente nas aulas e práticas pedagógicas do professor de ciências.

Nos Parâmetros Curriculares em ação (BRASIL, 2002) há ênfase na importância da introdução de conteúdos e elementos linguísticos na sala de aula, pois:

[...] é relevante também considerar as relações com as práticas sociais e produtivas e a inserção do aluno como cidadão em um mundo letrado e simbólico. A produção contemporânea é essencialmente simbólica e o convívio social requer o domínio das linguagens como instrumentos de comunicação e negociação de sentidos. No mundo contemporâneo, marcado por um apelo informativo imediato, a reflexão sobre a linguagem e seus sistemas, que se mostram articulados por múltiplos códigos, e sobre os processos e procedimentos comunicativos, é, mais do que uma necessidade, uma garantia de participação ativa na vida social, a cidadania desejada (BRASIL, 2002, p. 32).

Com os estudos nos últimos anos sobre a importância dos modelos científicos, pautados na compreensão da Natureza da Ciência (NdC) e na utilização de representações teóricas nas explicações dos fenômenos, que podem ser representados na forma de modelos científicos, que apresentam suas potencialidades, como também as suas limitações. O documento produzido pela National Research Council (NRC, 2012) faz menção aos modelos no Ensino de Ciências. No documento intitulado “A Framework for K-12 Science Education: Practices, Crosscutting Concepts, and Core Ideas”, notamos a importância de explicações com modelos no Ensino de Ciências, pois contribuem para os estudantes aprenderem: (a) a construir suas próprias explicações de fenômenos usando o conhecimento de teorias cientificamente aceitas e ligando-as a modelos e evidências; (b) a usar evidências científicas primárias ou secundárias e modelos para dar suporte ou refutar uma descrição explicativa para um fenômeno; (c) a propor explicações causais apropriadas para o seu nível de conhecimento científico; (d) a identificar as

lacunas ou os pontos fracos em descrições explicativas (próprias ou de terceiros) (NRC, 2012, p. 69).

Como afirmam Pozo e Crespo (2009), a natureza altamente abstrata das ciências gera uma dificuldade para o estudante em compreender e analisar as propriedades e transformações da matéria, visto que eles precisam estabelecer conexões entre os conceitos e os fenômenos e, ainda, deparam-se com a necessidade de utilizar uma linguagem simbólica e formalizada junto com modelos de representações analógicas que tem a pretensão de representar aquilo que não é observável. A natureza abstrata da ciência exige dos estudantes que operem no nível formal e não mais no nível operacional (HERRON, 1975), ou seja, o estudante operacional formal começa a pensar em termos do que poderia acontecer, e vislumbra todas as mudanças possíveis. Isto o capacita a raciocinar sem suportes visuais, apenas com as representações. Sendo assim, o aluno necessita se apropriar de conceitos científicos fortemente abstratos, estabelecendo pontes entre esses conceitos e fenômenos, ordenado numa necessidade de se utilizar uma linguagem simbólica e formalizados juntamente com modelos de representações analógicas que possibilitam representar aquilo que não é observável no mundo macroscópico.

Os professores, frequentemente, usam apenas um determinado tipo de representação pictórica, o que limita a experiência dos estudantes com os modelos e, dessa forma, não contribuem para a percepção de que um modelo pode ser parcialmente ou completamente inadequado perante o conhecimento científico vigente (BARNEA; DORI, 2000). Em termos gerais, as habilidades viso-espaciais envolvem a ativação, retenção e/ou manipulação de representações mentais e, portanto, estão estreitamente relacionadas com a memória operacional, sendo o sistema cognitivo responsável pela retenção temporária, bem como pelo processamento da informação durante a realização de atividades cognitivas complexas (BADDELEY, 2012). A utilização de representações no Ensino de Ciências passa a favorecer tarefas que exigem uma série de operações cognitivas de domínio espacial, a exemplo de reconhecer convenções gráficas, bem como manipular informações espaciais fornecidas por uma estrutura molecular, e acompanhar mentalmente algumas restrições com base em conceitos químicos. Desse modo, é provável que a aprendizagem de conceitos científicos envolva determinadas habilidades viso-espaciais na execução de determinadas operações cognitivas (WU; SHAH, 2004).

Habilidade se refere à capacidade do indivíduo operar, eficientemente, na esfera cognitiva, determinados tipos de informação (JUAN-ESPINOSA, 1997; COLOM, 1998). Para Wartha (2013), a visualização no Ensino de Ciências tem sido utilizada para apresentar conceitos aos estudantes presentes nos conteúdos curriculares. Conforme o autor, o termo visualização em Ensino de Ciências significa:

[...] o uso de qualquer tipo de representação não verbal, como por exemplo, fórmulas químicas, diagramas, gráficos, símbolos químicos, representações estruturais, fotografias, imagens, modelos, simulações, animações, softwares interativos, com existência concreta ou virtual, em formato 1D, 2D ou 3D que permitem uma “interpretação científica”. Geralmente os termos recursos visuais, ferramentas visuais, representações visuais, por exemplo, são usadas como sinônimos de visualizações. No nosso entender o termo que

melhor se ajustaria à visualização seria modelagem ou imaginação, uma vez que o termo visualização refere-se a ver, o que não é o caso para os entes químicos, visto que eles são modelados e/ou imaginados (WARTHA, 2013, p. 78).

Justi (2011) chama atenção sobre as concepções dos professores e futuros professores de ciências, pois apresentam uma visão deformada sobre modelos: a de que os modelos são reprodução ou cópias de alguma coisa. Outros professores admitem nunca terem parado para pensar sobre o assunto, situação que repercute nos processos de ensino e aprendizagem das ciências.

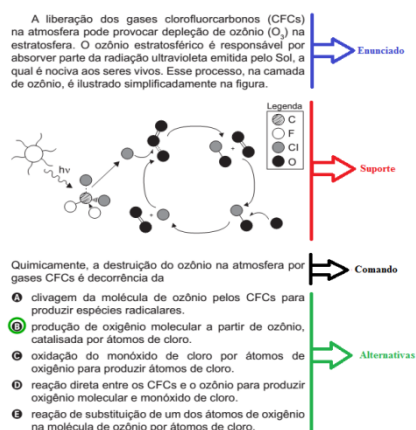
Apesar disso, as experiências com a manipulação de modelos por parte dos estudantes parecem ser cruciais no desenvolvimento das habilidades viso-espaciais, e a ocorrência desse desenvolvimento auxilia os estudantes na compreensão de problemas químicos que envolvem a representação de conceitos no nível submicroscópico, determinantes para a compreensão de uma série de propriedades e reatividade de compostos (WU; SHAH, 2004; GILBERT, 2005; SILVA; RIBEIRO, 2008). Esses autores concordam que a capacidade de visualização espacial no Ensino de Ciências é um ponto fundamental, pois sua aprendizagem envolve habilidades viso-espaciais que dão suporte para realizar determinadas operações cognitivas espacialmente, permitindo a transformação de representações bidimensionais em tridimensionais, usando informações explícitas para estabelecer as devidas relações viso-espaciais. A utilização destas informações para estabelecer a relação viso-espacial com as representações apresentadas na resolução de problemas nos testes e nas avaliações externas são necessárias aos estudantes para obterem um desempenho satisfatório durante seu percurso educacional.

3. Abordagem Metodológica

Neste artigo, adotamos uma abordagem quantitativa, para análise e discussão das categorias. A partir da análise estatística descritiva, desenvolvemos as interpretações numéricas acerca da taxa de acerto dos itens, bem como o cruzamento dos dados com as variáveis do questionário socioeconômico.

A amostra selecionada para este estudo foi constituída pelos estudantes que realizaram o Exame Nacional do Ensino Médio no Estado de Sergipe. Os itens selecionados foram referentes ao caderno Azul, que são apresentados com uma estrutura composta de um enunciado, suporte e um comando, possuindo apenas uma afirmativa correta (Figura 1).

Figura 1: Representação da questão 48 prova Azul de CN



Fonte: Caderno Azul de CN – ENEM 2014.

Para a classificação do desempenho nos itens analisados, consideramos os acertos, segundo a teoria clássica de avaliação. Nesta perspectiva, avaliamos se o suporte representacional nos itens são determinantes para o acerto pelos estudantes que realizaram a prova no Estado de Sergipe. Os dados relacionados aos participantes dos exames, denominados de Microdados, nos anos de 2012, 2013 e 2014, foram obtidos diretamente no endereço eletrônico do INEP (<http://portal.inep.gov.br/basica-levantamentos-acessar>).

Selecionamos os itens de natureza objetiva para fazerem parte do *corpus* analítico, tendo como base a análise dos enunciados e suporte, a classificação das competências e habilidades exigidas nas provas, num diálogo entre a teoria e prática. Elaboramos três categorias:

Categoria I - Itens isentos de habilidades de representação: são itens que, de acordo com a matriz de referência, não mencionam necessidade de habilidades sobre uso de representação (equações químicas, fórmula molecular, gráfico, diagramas cartesianos, dentre outros), usadas nas Ciências da Natureza para resolução do problema (Tabela 1).

Tabela 1: Itens selecionados com as Competências e Habilidades

Categoria suporte representacional – Prova azul – 2012			Categoria suporte representacional – Prova azul – 2013			Categoria suporte representacional – Prova azul – 2014		
Itens	Competência	Habilidade	Itens	Competência	Habilidade	Itens	Competência	Habilidade
53	C5	H19	46	C6	H20	48	C3	H10
56	C4	H15	48	C6	H22	54	C1	H4
59	C7	H26	54	C7	H27	55	C2	H6
67	C5	H18	64	C5	H19	57	C2	H5
77	C2	H7	66	C2	H7	62	C6	H21
82	C2	H8	69	C7	H27	67	C1	H3
85	C4	H16	73	C8	H29	70	C7	H27
89	C7	H15	83	C2	H5	80	C5	H19
-	-	-	85	C6	H21	81	C8	H29
-	-	-	86	C5	H18	82	C6	H20

Fonte: Caderno azul – ENEM – 2012, 2013 e 2014.

Categoria II – Itens que apresentam habilidade de representação: são itens que, na sua elaboração, foi utilizado o critério de explorar habilidades que envolvem diferentes formas de linguagem científica, representação, símbolos, códigos, nomenclatura e caracterização de materiais ou substâncias, identificando etapas, obtenção ou produção usadas nas Ciências da Natureza (Tabela 2).

Tabela 2: Itens selecionados com base nas Competências e Habilidades

Categoria suporte habilidade– Prova azul – 2012			Categoria suporte habilidade– Prova azul – 2013			Categoria suporte habilidade– Prova azul – 2014		
Itens	Competência	Habilidade	Itens	Competência	Habilidade	Itens	Competência	Habilidade
49	C7	H24	47	C7	H24	58	C7	H24
58	C7	H25	58	C7	H24	59	C7	H25
60	C5	H17	68	C5	H25	64	C5	H17
66	C7	H25	71	C7	H25	65	C7	H24
79	C7	H25	87	C5	H17	77	C7	H24
90	C7	H25	90	C5	H17	78	C7	H25
-	-	-	-	-	-	83	C5	H17
-	-	-	-	-	-	88	C7	H25

Fonte: Caderno azul – ENEM – 2012, 2013 e 2014.

Categoria III - Itens sem representação: são itens que o seu enunciado é elaborado predominantemente em forma de linguagem natural ou texto explicativo na solução do problema (Tabela 3).

Tabela 3: Itens selecionados com as Competências e Habilidades

Categoria Suporte linguagem natural (texto) – Prova azul – 2012			Categoria Suporte linguagem natural (texto) – Prova azul – 2013			Categoria Suporte linguagem natural (texto) – Prova azul – 2014		
Itens	Competência	Habilidade	Itens	Competência	Habilidade	Itens	Competência	Habilidade
70	C7	H27	59	C3	H9	51	C3	H8
76	C1	H4	61	C1	H2	56	C7	H26
86	C4	H15	74	C3	H8	68	C5	H19
-	-	-	77	C7	H26	75	C4	H15
-	-	-	81	C1	H4	84	C1	H1
-	-	-	89	C6	H21	86	C7	H24

Fonte: Caderno azul – ENEM – 2012, 2013 e 2014.

Após categorização dos itens e identificação das competências e habilidades avaliadas nas provas aplicadas de 2012 a 2014, realizamos as análises dos dados, com o intuito de estabelecer as relações referentes à problemática investigada nessa pesquisa. Os dados foram filtrados, organizados e analisados com o programa estatístico SPSS (StatisticalPackage for the Social Sciences - versão 23, licença de nº 10101151124).

4. Resultados

Considerando os três anos de edições do ENEM utilizados neste estudo, obtivemos uma amostra de 61.112 indivíduos respondentes. Na Tabela 4, apresentamos a variável média das pontuações totais obtidas pelos participantes na prova de CN (Ciências da Natureza) de acordo com o ano e o tipo de escola.

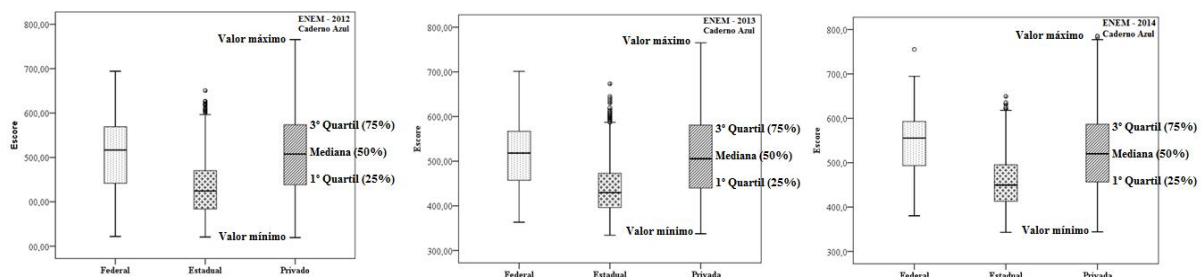
Tabela 4: Média da pontuação total na prova de CN.

Área - Ano	Federal	Estadual	Privada
CN – 2012	512,77	430,90	511,15
CN – 2013	513,38	438,40	513,91
CN – 2014	547,40	456,10	523,70
Total	524,51	441,80	516,25

Fonte: Elaborado pelos autores (2017)

Observamos que os participantes oriundos das escolas federais e privadas obtiveram uma pontuação média semelhante, diferentemente daqueles das escolas estaduais, que obtiveram uma pontuação média consideravelmente mais baixa em todas as edições analisadas. Esse resultado é coerente com a distribuição de escores dos participantes na comparação dos três anos de realização do ENEM. Essas diferenças estão apresentadas nos gráficos de *box-plot* por dependências (tipo de escola: pública federal, pública estadual e privada) de Ensino Médio (Figura 2).

Figura 2: *Box-plot* referente à variável pontuação total na prova de CN de acordo com o tipo de escola e o ano.



Fonte: Elaborado pelos autores (2017)

Observamos nos gráficos que as escolas Federais e Privadas não apresentam diferença significativa na média das notas, ou seja, os 50% dos dados estão na mediana dentro do intervalo nos três anos analisados. Em relação à amplitude, no valor máximo, verificamos que as escolas privadas obtiveram notas maiores em comparação às demais modalidades de escolas. Em relação aos dados das escolas estaduais, notamos que há uma diferença significativa: nas três edições do ENEM, as notas estão 75% abaixo da mediana das demais escolas (federais e privadas).

Análise das categorias com os itens da prova – ENEM – 2012, 2013 e 2014

Com base nas competências gerais a serem desenvolvidas na área de Ciências da Natureza, destacamos os domínios das representações e comunicação, como meio de verificar se os aspectos representacionais e textuais são determinantes no desempenho escolar, visto

que nos documentos oficiais o ensino de ciências é apresentado como um dos meios de interpretar o mundo e intervir na realidade.

Ao analisarmos os itens, consideramos a estrutura adotada pelo INEP, mas inserindo mais uma estrutura característica denominada “suporte do enunciado”, que fornece mais um elemento na análise da situação-problema. Apresentamos, nesse momento, os resultados da pesquisa de acordo com as categorias.

Na categoria I, itens isentos de habilidades de representação, obtivemos os seguintes resultados (Tabela 5).

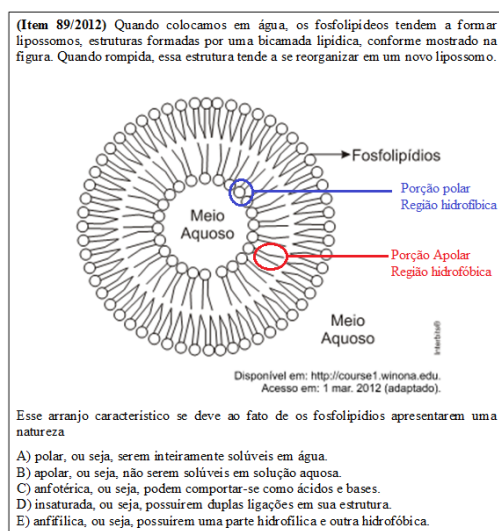
Tabela 5: Taxa de acerto em percentagem nos itens da categoria I

Suporte habilidades								
Itens-2012	(%) Acerto	Clas.	Itens-2013	(%) Acerto	Clas.	Itens-2014	(%) Acerto	Clas.
53	26,6	Baixo	46	16,1	Muito Baixo	8	19,5	Muito Baixo
56	37,6	Baixo	48	18,7	Muito Baixo	4	28,7	Baixo
59	24,2	Baixo	54	30,9	Baixo	5	26,5	Baixo
67	29,8	Baixo	4	21,8	Baixo	7	24,5	Baixo
77	25,1	Baixo	6	17,3	Baixo	2	11,6	Muito Baixo
82	21,2	Baixo	9	22,7	Baixo	7	14,0	Muito Baixo
85	33,5	Baixo	3	17,8	Muito Baixo	0	14,7	Muito Baixo
89	19,3	Muito Baixo	3	14,0	Muito Baixo	0	36,0	Baixo
-	-	-	5	15,3	Muito Baixo	1	29,3	Baixo
-	-	-	6	19,4	Muito Baixo	2	12,8	Muito Baixo
Prop.	27,2	Baixo		19,4	Muito Baixo		23,9	Baixo

Fonte: Elaborado pelos autores (2017).

Os resultados apresentados na Tabela 5 se referem à proporção de acertos nas três edições do ENEM. Notamos resultados não satisfatórios, pois estão classificados na sua maioria com taxas de acertos de desempenho baixo. Para melhor compreender esta questão, optamos por comentar apenas o item que obteve taxa de acerto muito baixo de Ciências da Natureza e apresentar a habilidade correspondente ao item de acordo com a Matriz de Referência (Figura 3).

Figura 3: Itens prova Azul ENEM 2012



Fonte: Caderno de CN azul do ENEM aplicada em 2012.

A Tabela 6 mostra que a maioria dos participantes não conseguiu interpretar o enunciado e, como consequência, foram confundidos pelos distratores. Um dado interessante é que na questão acima (Figura 3), 27,3% dos estudantes marcaram o distrator “D”. Existe a possibilidade de que os estudantes, ao visualizarem a estrutura da micela e dos fosfolípidos com dois traços, a tenham associado a uma dupla ligação e, portanto, optaram pelo distrator “D”. No entanto, a resposta correta está na letra “E”, que explora conceitos científicos, mas que apenas 19,3% reconheceram como válida. Os aspectos representacionais apresentados no suporte podem ter levado os estudantes a optarem pela alternativa que mais se aproximava do que observavam.

Tabela 6: Percentual de marcação e frequência por alternativas 2012.

Item – 89/2012		
Alternativa	Freq	(%)
A	2.967	18,4
B	3.622	22,4
C	1.835	11,4
D	4.420	27,3
E	3.119	19,3
Branco	178	1,1
Inválido	23	0,1
Total	16.164	100,0

Fonte: Elaborado pelo autor (2017).

A habilidade H15, isto é, “interpretar modelos e experimentos para explicar fenômenos ou processos biológicos em qualquer nível de organização dos sistemas biológicos”, está associada a aspectos representacionais e conceitos científicos que foram utilizados nesse item. Desta forma, imaginamos que o baixo acerto se deve à falta de compreensão conceitual do fenômeno apresentado.

Em relação à categoria com suporte habilidade, os participantes necessitam utilizar, na resolução dos itens, conhecimentos sobre a linguagem científica para a representação e as

transformações químicas, físicas, biológicas, através de símbolos, fórmulas, convenções e códigos. A competência é a de reconhecer e saber utilizar essa linguagem, sendo capaz de entender e empregar, a partir das informações, a representação simbólica das transformações analisadas. Os resultados estão apresentados na Tabela 7.

Tabela 7: Percentagem de acertos sobre os itens da categoria II.

Suporte Habilidade								
Itens-2012	(%) Acerto	Clas.	Itens-2013	(%) Acerto	Clas.	Itens-2014	(%) Acerto	Clas.
49	17,1	Muito Baixo	47	27,0	Baixo	8	0,3	Baixo
58	34,3	Baixo	58	16,1	Muito Baixo	9	17,3	Muito Baixo
60	25,3	Baixo	68	23,7	Baixo	4	20,3	Baixo
66	17,4	Muito Baixo	71	20,1	Baixo	5	17,0	Muito Baixo
79	34,7	Baixo	87	17,5	Muito Baixo	7	23,9	Baixo
90	19,2	Muito Baixo	90	27,7	Baixo	8	29,9	Baixo
-	-	-	-	-	-	-	3	22,5
-	-	-	-	-	-	-	8	24,3
Prop.	24,6	Baixo	20	Baixo	20	20	Baixo	Baixo

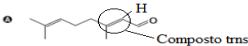
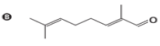
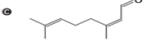
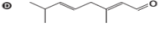
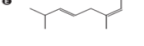
Fonte: Elaborado pelos autores (2017).

Observamos, mais uma vez, taxa de desempenho baixo e muito baixo nas três edições do exame (Tabela 7). Por exemplo, o item 58 (ENEM-2013) obteve taxas de acerto muito baixo na área de Ciências da Natureza (Figura 4).

Figura 4: Item prova Azul ENEM-2013

(Item 58/2013) 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:

-  Composto *trans*
- 
- 
- 
- 

Fonte: Caderno de CN azul do ENEM aplicada em 2013.

Dentre as alternativas disponíveis, os distratores “C” e “D” foram escolhidos como resposta pela maioria dos alunos, enquanto a afirmação na letra “A” foi assinalada como resposta correta na proporção de 16,1% (Tabela 7).

Tabela 8: Percentual de marcação e frequência por alternativas 2013.

Item – 58/2013		
Alternativa	Freq	(%)
A	3.340	6,1
B	4.650	2,5
C	5.400	6,1
D	3.831	8,5
E	3.245	5,7
Branco	147	0,7
Inválido	95	0,5
Total	16.164	00,0

Fonte: Elaborado pelos autores (2017).

Percebemos que os participantes não souberam utilizar a habilidade necessária no item 58, ou seja, a habilidade 24 que faz menção de “utilizar códigos e nomenclatura da química para caracterizar materiais, substâncias ou transformações químicas”.

Por fim, a categoria com suporte linguagem natural traz os itens que necessitavam de uma leitura e interpretação dos conhecimentos científicos sobre os fenômenos. Neste contexto, Nigro e Trivelato (2005) enfatizam que o modelo interativo-constructivo de leitura possibilita os estudantes representarem cognitivamente os eventos, os objetos, situações, e construir significados ao interagirem com o texto.

Na Tabela 9, mostramos os resultados dos itens classificados como “linguagem natural explicativa” na solução do problema.

Tabela 9: Percentagem de acertos sobre os itens da categoria III.

Suporte Linguagem Natural								
Itens-2012	(%) Acerto	Clas.	Itens-2013	(%) Acerto	Clas.	Itens-2014	(%) Acerto	Clas.
70	14,0	Muito Baixo	59	14,4	Muito Baixo	51	37,9	Baixo
76	23,6	Baixo	61	26,7	Baixo	56	25,7	Baixo
86	23,8	Baixo	74	15,8	Muito Baixo	68	15,1	Muito Baixo
-	-	-	77	21,1	Baixo	75	35,5	Baixo
-	-	-	81	24,1	Baixo	84	20,4	Baixo
-	-	-	89	37,6	Baixo	86	35,8	Baixo
Prop.	20,5	Baixo	24	Baixo	28,4	Baixo	28,4	Baixo

Fonte: Elaborado pelos autores (2017).

Observamos que os itens analisados obtiveram um percentual de acertos menor ou igual a 37,9%, o que classificamos como uma taxa de acerto baixo. Em outros itens o desempenho foi muito baixo, como no item 68/2014 (Figura 5).

Figura 5: Item prova Azul ENEM-2014.

(Item 68/2014) Uma proposta de dispositivo capaz de indicar a qualidade da gasolina vendida em postos e, conseqüentemente, evitar fraudes, poderia utilizar o conceito de refração luminosa. Nesse sentido, a gasolina não adulterada, na temperatura ambiente, apresenta razão entre os senos dos raios incidente e refratado igual a 1,4. Desse modo, fazendo incidir o feixe de luz proveniente do ar com um ângulo fixo e maior que zero, qualquer modificação no ângulo do feixe refratado indicará adulteração no combustível.

A) Mudou de sentido.
 B) sofreu reflexão total
 C) Atingiu o valor do ângulo limite.
 D) Direcionou-se para a superfície de separação.
 E) Aproximou-se da normal à superfície de separação.

Fonte: Caderno de CN azul do ENEM aplicada em 2014.

Esse item explora a habilidade H19, isto é, “avaliar métodos, processos ou procedimentos das Ciências Naturais que contribuam para diagnosticar ou solucionar problemas de ordem social, econômica ou ambiental”.

Tabela 10: Percentual de marcação e frequência por alternativas 2014.

Item – 68/2014		
Alternativa	Freq.	(%)
A	5.101	21,0
B	5.412	22,3
C	5.326	22,0
D	4.556	18,8
E	3.673	15,2
Branco	116	0,5
Inválido	56	0,2
Total	16.164	100,0

Fonte: Elaborado pelos autores (2017).

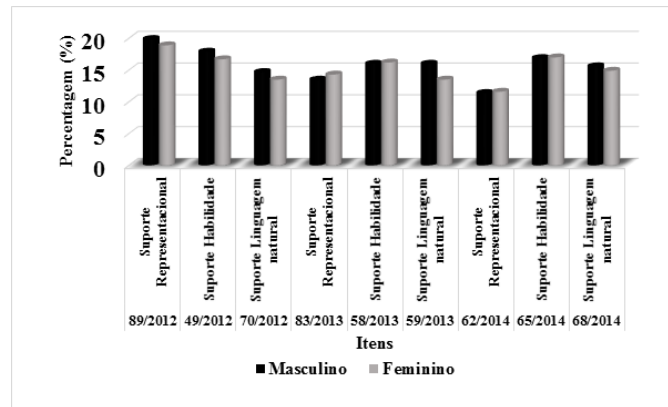
A partir da Tabela 10, notamos desempenho muito baixo sobre o item, com a alternativa “E” assinalada por 15,2% dos participantes. Os distratares obtiveram uma maior taxa de marcação, o que indica que os participantes não conseguiram interpretar a situação-problema exposta nem utilizar as leis da física para solucionar o questionamento.

Após a análise destas categorias, concluímos que os aspectos representacionais não são determinantes no desempenho dos participantes, pois observamos percentuais baixos e muito baixos de acertos nos itens, conforme análise estatística descritiva. Fizemos também uma análise dos itens com suporte “linguagem natural” e notamos desempenho muito baixo ou baixo dos participantes. Entendemos que os aspectos da linguagem natural também não são um fator determinante ou que, em razão da proximidade com o erro estatístico (20%), não é possível realizar qualquer inferência sobre os resultados.

Diante desses resultados, surgiu a necessidade de analisar possíveis influências de características socioeconômicas no desempenho em Ciências da Natureza que podem ser determinantes no desempenho dos participantes. Dentre as variáveis analisadas, destacamos a diferença de desempenho entre sexo, escolaridade dos pais, e renda familiar.

Os resultados (Gráfico 1) se referem às percentagens sobre a variável socioeconômica e o gênero, o que ajuda a produzir uma visão mais detalhada do desempenho no exame. O cruzamento entre as variáveis fornece mais informações para entender o desempenho dos participantes.

Gráfico 1: Desempenho nas categorias em função do sexo nos itens de CN no Enem 2012 a 2014.

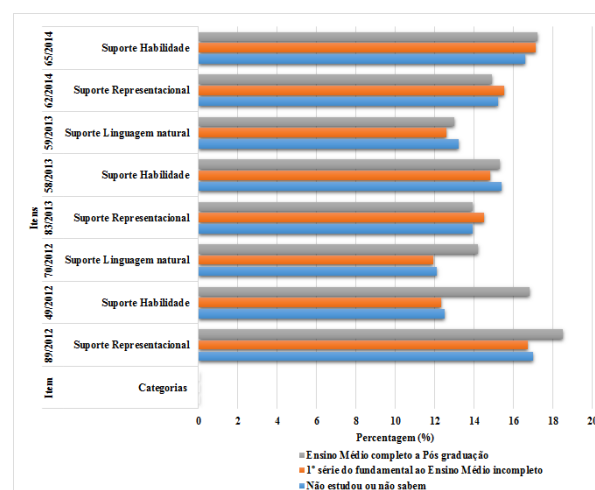


Fonte: Elaborado pelos autores (2017).

Os dados indicam que os sujeitos da pesquisa em ambos os gêneros não demonstram diferenças no desempenho, mesmo que sutis, uma vez que os acertos dos itens estão abaixo de 20% e seguem bem distribuídos (Gráfico 2).

Consideramos a escolaridade familiar no perfil socioeconômico, pois existe forte relação cultural entre as classes sociais e exclusão escolar. Essa relação pode influenciar as resoluções dos itens. Os resultados no gráfico 2 enfatizam o desempenho nas três categorias.

Gráfico 2: Desempenho nas categorias em função do nível escolar dos pais sobre os itens de CN no Enem 2012 a 2014.

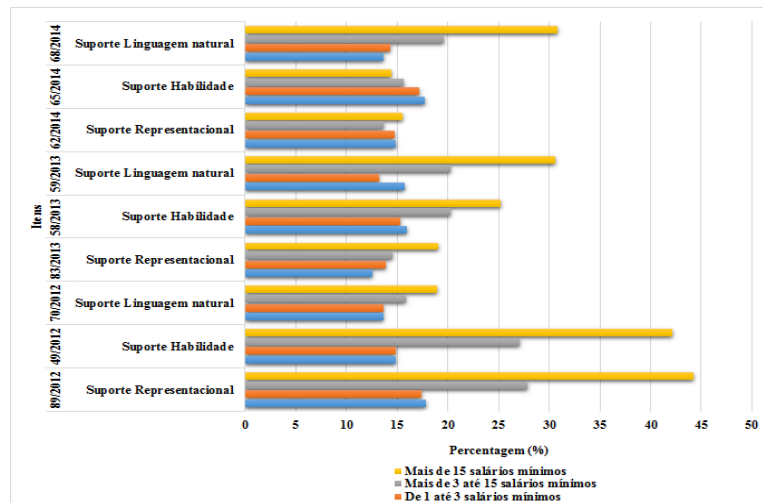


Fonte: Elaborado pelos autores (2016).

Os dados apresentados acima indicam as possibilidades de os participantes acertarem os itens crescerem de acordo com a escolaridade familiar, ou seja, quando os participantes possuem pais com pelo menos o Ensino Médio completo e avança até a pós-graduação. No entanto, apesar do gráfico apresentar essa pequena relação com os resultados revelam que ainda permanecem um valor abaixo de 20% considerado um desempenho muito baixo, partindo

desta variável não é um fator determinante. Por fim, o gráfico 3 apresenta o cruzamento da variável renda familiar com os itens selecionados.

Gráfico 3: Desempenho na categoria III em função da renda familiar sobre os itens de CN no Enem 2012 a 2014.



Fonte: Elaborado pelos autores (2017).

Na análise do gráfico 3, verificamos relação entre aumento de renda familiar e acertos dos itens, o que indica ser a renda um fator determinante no desempenho dos participantes. No entanto, observamos também que, apesar de ser um fator determinantes em relação aos demais considerados neste estudo, a estatística revela uma taxa de acertos abaixo de 45% de marcação, sendo considerado uma taxa de desempenho médio.

Notamos aumento significativo nas três categorias analisadas (sexo, renda familiar e escolaridade dos pais), evidenciado que a partir da renda superior a 3 salários mínimos, com a taxa de acertos aumentando gradativamente, enquanto que a taxa de acerto mais baixo está na faixa de renda familiar inferior a 3 salários mínimos. Nesse contexto, a família é uma variável importante no sucesso acadêmico dos estudantes e é uma das causas, não isoladamente, do fracasso escolar. Tais resultados evidenciam a necessidade de políticas públicas que busquem melhorar a qualidade do ensino, como por exemplo, a adoção da Lei de Cotas, no sentido minimizar essas diferenças entre as classes sociais, bem como maiores investimentos na Educação Básica com incentivos a permanência e a continuidade dos estudos.

5. CONSIDERAÇÕES

Os resultados encontrados apontam para uma dificuldade crescente no processo de aprendizagem, do sistema de ensino brasileiro para o ensino de Ciências da Natureza, visto o baixo desempenho dos participantes do exame. Diante dos resultados, concluímos que os aspectos representacionais e/ou habilidade e linguagem natural não permitem destacar de modo concreto diante dos dados estatísticos que são determinantes ou não no desempenho escolar. Nesse sentido, verificamos que os participantes têm um desempenho na maioria dos

itens classificados como muito baixo ou baixo, mas estatisticamente não é possível afirmar que esse desempenho é devido aos fatores analisados nesse trabalho.

Os resultados também apontam que o perfil socioeconômico dos participantes do Enem de 2012 a 2014 do estado de Sergipe- SE são de pessoas que possuem renda familiar mais baixa normalmente associada a uma menor escolaridade dos pais, influenciando significativamente no desempenho.

Por fim, nas três categorias apresentados, apenas no cruzamento de variáveis renda familiar com os itens levou ao entendimento de que contribui para participantes desenvolverem um desempenho mais significativo no ENEM.

6. REFERÊNCIAS

- ARAÚJO, R.F.R. **Aspectos representacionais e textuais na área de ciências da natureza: um olhar sobre os itens do ENEM**. 2017. 152f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências e Matemática) - Universidade Federal de Sergipe, São Cristóvão, 2017.
- BADDELEY, A. D. Working Memory: Theories, Models, and Controversies. **Annual Review of Psychology**, v. 63, 1-29. 2012.
- BARNEA, N; DORI, Y.J. Computerized molecular modeling the new technology for enhancing model perception among chemistry educators and learners. **Chemistry Education: Research and Practice in Europe**, 1, 1, 109-120. 2000.
- BRASIL. Lei n. 9394/96. Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional. Brasília, 1996.
- BRASIL. **Documento básico ENEM 2000**. Brasília: MEC/INEP, 2000.
- BRASIL. **Lei nº 10.172, de 9 de janeiro de 2001, aprova o Plano Nacional de Educação e dá outras providências**. Brasília: Presidência da República, 2001.
- BRASIL. **Secretaria de Educação Média e Tecnológica. PCN+ Ensino Médio. Orientações Educacionais Complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais**. Ensino Médio. Brasília, 2002.
- BRASIL. Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira. **Exame Nacional do Ensino Médio (ENEM): Relatório Pedagógico 2009**. Brasília, DF, 2009.
- BRASIL. Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira. **Exame Nacional do Ensino Médio (ENEM): Textos Teóricos metodológicos 2009**. Brasília, DF, 2009.
- BRASIL. **Lei n. 9394/96. Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional**. Brasília, 1996.
- COLOM, R.B.M. **Psicología de las Diferencias Individuales. Teoría y Práctica**. Madrid: Pirámide. 1998.
- FRANCISCO-JUNIOR, W.E. Estratégias de Leitura e Educação Química: Que relações? **Química nova na escola**. v. 32, n. 4, 2010.
- GILBERT, J. K. **Visualization in Science Education**. Netherlands: Springer, 2005.

GRANGER, G.G. **Filosofia do Estilo**. Trad. Scarlett Z. Marton. São Paulo: Perspectiva, Ed. da Universidade de São Paulo, 1974.

JUAN-ESPINOSA, M. **Geografia de la inteligencia humana**. Madrid: Pirámide. 1997.

JUSTI, R. Modelos e Modelagem no Ensino de Química: um olhar sobre os aspectos essenciais poucos discutidos. In: SANTOS, W. L. P.; MALDANER, O. A. **Ensino de Química em Foco**. Ijuí: Ed. Unijuí, 2011. p. 209-230.

HERRON, D. Piaget for chemists: explaining what "good" students cannot understand. **Journal of Chemical Education**, 52, n.3, p. 156, 1975.

LEMKE, J. L. **Aprender a hablar ciência-Lenguaje, aprendizaje y valores**. Barcelona: Paidós, 1997.

MARQUES, M. O. **Escrever é preciso: o princípio da pesquisa**. 4. Ed. Ijuí: Ed. UNIJUI, 2001, 168p.

N. R. C. **A Framework for K-12 Science Education: Practices, Crosscutting Concepts, and Core Ideas**. Committee on a Conceptual Framework for New K-12 Science Education Standards. Board on Science Education, Division of Behavioral and Social Sciences and Education. Washington, DC: The National Academies Press, 2012.

NORRIS, Stephen P.; PHILLIPS, Linda M. How literacy in its fundamental sense is central to scientific literacy. **Science Education**. v. 87, n. 2, p. 224-240, 2003.

NIGRO, R.G.; TRIVELATO, S.L.F. Textos no Ensino-Aprendizagem de Ciências: Primeiras Evidências a Favor de um Modelo de Trabalho Baseado em Teorias de Leitura. In: **V Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências**, Bauru (SP), 2005.

POZO, J. I.; CRESPO, M. Á. G. **A aprendizagem e o ensino de ciências: do conhecimento cotidiano ao conhecimento científico**. Tradução Naila Freitas. 5. ed. Porto Alegre: Artmed, 2009.

SILVA, A; RIBEIRO, N. **Modelagem molecular de compostos orgânicos**. III Congresso de Pesquisa e Inovação da Rede Norte Nordeste de Educação Tecnológica. Fortaleza, 2008.

SILVA, E. F., RIBAS, M. H.A. Prova do ENEM: O que pensam os professores de matemática? **Olhar de Professor**, vol. 6, nº 1, 2003.

WARTHA, E.J. **Processos de ensino e aprendizagem de conceitos de química orgânica sob um olhar da semiótica peirceana**. 2013. f. 243. Tese (Doutorado ensino de Química) – Faculdade de Educação, Instituto de Física, Instituto de Química e Instituto de Biociências. Universidade de São Paulo, São Paulo, 2013.

WENZEL, J.S. **A significação conceitual em química em processo orientado de escrita e reescrita e a resignificação da prática pedagógica**. 2013. Tese (doutorado) - Universidade Regional do Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul, Ijuí, 2013.

WU, H-K; SHAH, P. Exploring visuospatial thinking in chemistry learning. **Science Education**, 88(3), 465-492, 2004.