

# ANÁLISE DE ITENS DE QUÍMICA DE UMA AVALIAÇÃO EDUCACIONAL EM LARGA ESCALA BASEADOS EM LINGUAGEM SIMBÓLICA

Alexandre da Silva Ferry

*Programa de Pós-graduação em Educação Tecnológica.*

*Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais, Belo Horizonte, Brasil.*

*Instituto de Educação da Universidade do Minho, Braga, Portugal.*

Lúcia Emília Letro Ribeiro, Jeannette de Magalhães Moreira Lopes

*Departamento de Química.*

*Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais, Belo Horizonte, Brasil.*

**RESUMO:** Neste trabalho apresentamos uma análise de itens de resposta orientada de uma avaliação educacional em larga escala brasileira, conhecida pela sigla ENEM. Foram analisados itens de Química das provas de 10 edições realizadas no período de 2009 a 2016. Consideramos a utilização de representações semióticas próprias da linguagem da Química: fórmulas, equações, notação simbólica e nomenclatura descritiva. Os resultados evidenciam que as representações mencionadas estão presentes nas provas das 10 edições consideradas e que a resolução correta da maioria dos itens analisados (56,7%) demanda a decodificação dessas representações, isto é, o domínio da linguagem simbólica própria da Química, para além de formas meramente verbais.

**PALAVRAS-CHAVE:** Avaliação em larga escala, Item de resposta orientada, Linguagem simbólica da Química.

**OBJETIVOS:** Contribuir para o entendimento a respeito das características dos itens de resposta orientada da área de *Ciências da Natureza*, constituintes de uma avaliação educacional em larga escala brasileira, conhecida como *Exame Nacional do Ensino Médio* (ENEM). Em nosso trabalho mais amplo, analisamos itens da referida área de conhecimento agrupados segundo cinco categorias: (i) itens baseados em experimentação; (ii) itens baseados na interpretação de gráficos e tabelas; (iii) itens baseados em linguagem simbólica, códigos e nomenclatura própria da Química; (iv) itens baseados em analogias; e (v) itens baseados em modelagem. O objetivo específico deste trabalho consiste em analisar itens baseados em linguagem simbólica própria da Química presentes em provas de *Ciências da Natureza e suas Tecnologias*, de dez edições do ENEM, no período de 2009 a 2016. Por meio da nossa análise, pretendemos responder às seguintes questões: (1<sup>a</sup>) *Qual a recorrência do uso de itens de Química baseados em linguagem simbólica nas avaliações em larga escala do ENEM ?* e (2<sup>a</sup>) *Qual o perfil dos itens do ENEM baseados em formas de linguagem própria da Química?*

## QUADRO TEÓRICO

### Formas de linguagem em Química

O ensino de Química é caracterizado pelo uso de diferentes representações ou formas de linguagem como fórmulas, modelos e equações, dentre outras. Essa característica remonta à época dos alquimistas, que utilizavam representações enigmáticas, na forma de signos e símbolos, tendo como objetivo limitar a compreensão dessa linguagem e resguardar o conhecimento. Com a evolução da Química e sua constituição como ciência, tornou-se necessário sistematizar e universalizar as formas de representação visando normatizar, melhorar a comunicação e permitir o acesso ao conhecimento químico construído ao longo dos anos a um número maior de pessoas. Contudo, a falta de domínio da linguagem química utilizada para representar fenômenos e processos ainda é um entrave para a compreensão dos conteúdos dessa área de conhecimento, aliada à variedade de conceitos fundamentais e ao alto nível de abstração necessário para a compreensão desta ciência. Segundo Pauletti, Fenner e Rosa (2013), evidencia-se um déficit na linguagem no ensino de Química devido à carência de interconexão entre os níveis simbólico, macroscópico e microscópico.

### Avaliações em Larga Escala

As avaliações em larga escala, também chamadas de avaliações externas, avaliações de monitoramento, ou ainda avaliações em massa, são um dos principais instrumentos para a elaboração de políticas públicas e redirecionamento das metas das unidades escolares. Seu foco é o desempenho da escola e o seu resultado é uma medida de proficiência que possibilita aos gestores a implementação de políticas públicas, e às unidades escolares um retrato de seu desempenho.

Os testes aplicados aos estudantes são compostos normalmente por itens de múltipla escolha, elaborados por professores das séries e disciplinas avaliadas, a partir dos descritores das matrizes de referência. Depois de elaborados, os itens são submetidos a uma revisão de conteúdo e forma, que compreende uma certificação da qualidade dos aspectos teóricos, pedagógicos e linguísticos, e à validação empírica, que verifica as características de comportamento dos itens após sua aplicação em campo, tendo como referência a Teoria de Resposta ao Item, por meio de seu modelo matemático e estatístico (Araújo, 2005).

#### *O Exame Nacional do Ensino Médio do Brasil e sua Matriz de Referência*

O Exame Nacional do Ensino Médio (ENEM) tem se tornado uma das principais e mais conhecidas avaliações em larga escala desenvolvidas no Brasil. De acordo com dados divulgados<sup>1</sup> pelo Ministério da Educação (MEC) brasileiro, a edição de 2016 registrou 9.276.328 inscritos, configurando um aumento de 9,4% em relação ao exame do ano anterior. No Brasil, esse exame tem sido o principal meio de seleção de estudantes para o ingresso no ensino superior. Além das universidades brasileiras, o ENEM vem sendo utilizado como processo seletivo de estudantes brasileiros em 18 instituições de ensino superior em Portugal, incluindo a Universidade de Lisboa, de Coimbra e do Porto e, mais recentemente, a Universidade do Minho.

A partir de 2009 o MEC estabeleceu uma nova Matriz de Referência para o “Novo ENEM”. Esta matriz passou a apresentar diferenças em relação à matriz anterior de 1998-2008, tais como a distinção de habilidades específicas para cada área do conhecimento distribuídas de acordo com competências e

1. Dados divulgados no portal do Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira (INEP): [www.inep.gov.br](http://www.inep.gov.br), acessado no dia 15 de novembro de 2016.

cinco eixos cognitivos comuns a todas as áreas. A área das Ciências da Natureza passou a ser avaliada de acordo com 30 habilidades distribuídas em 8 competências específicas dessa área (Santos, 2011).

No contexto deste trabalho, consideramos pertinente destacar como exemplo a habilidade codificada como H17. De acordo com essa habilidade, os estudantes ao final da educação básica devem ser capazes de “relacionar informações apresentadas *em diferentes formas de linguagem e representação* usadas nas ciências físicas, químicas ou biológicas, como texto discursivo, gráficos, tabelas, relações matemáticas ou *linguagem simbólica*”. Podemos dizer que essa habilidade abrange uma série de capacidades consideradas importantes para a aprendizagem em Ciências, entre elas, a capacidade de usar e interpretar as formas específicas de linguagem da Química.

A partir de 2009, o Exame Nacional do Ensino Médio passou a ser constituído por quatro provas: (1) Prova de Redação e Linguagens, Códigos e suas Tecnologias, (2) Prova de Matemática e suas Tecnologias, (3) Prova de Ciências da Natureza e suas Tecnologias e (4) Prova de Ciências Humanas e suas Tecnologias; todas constituídas por quarenta e cinco (45) itens de resposta orientada, todos com cinco alternativas, sendo que a primeira contém uma questão de conteúdo aberto, na forma de proposta de redação.

### *Itens do ENEM*

Um item consiste em uma unidade básica de um instrumento de coleta de dados, que pode ser uma prova ou um questionário, entre outros instrumentos. No contexto da avaliação educacional, *item* pode ser considerado sinônimo de *questão*, termo mais popular e utilizado com frequência nas escolas. Um item de resposta orientada, sob a forma de uma questão de múltipla escolha, é constituído basicamente por três partes: texto-base (suporte), enunciado (comando) e alternativas (gabarito e distratores).

## **METODOLOGIA**

Inicialmente, selecionamos 10 provas de Ciências da Natureza e suas Tecnologias, dos cadernos azuis<sup>2</sup>, das edições do ENEM ocorridas após a reformulação do exame<sup>3</sup>, no período de 2009 a 2016, totalizando 450 itens. Em seguida, identificamos e quantificamos aqueles considerados como pertencentes à área de Química. Esses foram analisados individualmente, buscando-se identificar, por meio da leitura de todo o item, incluindo as alternativas, aqueles baseados em linguagem simbólica própria da Química. Para isso, nos orientamos pelo seguinte questionamento: *a resposta ao item demanda, por parte do examinando, a decodificação de informações apresentadas sob a forma de linguagem simbólica própria da Química?* Em caso afirmativo, considerávamos que o item era baseado em linguagem simbólica própria da Química.

Proseguimos com a caracterização de cada um desses itens. Para isso, elegemos quatro sub-categorias de análise: (i) fórmulas químicas; (ii) equações químicas; (iii) notação simbólica e (iv) nomenclatura. Essa definição partiu da intenção de se verificar com qual frequência as formas de linguagem correspondentes foram empregadas, no período de dez anos, como elementos fundamentais para a resolução de itens. Essas formas de linguagem foram consideradas importantes por se tratar de formas de expressão, representação e comunicação universais da área de Química, cujos conteúdos científicos envolvem uma linguagem altamente simbólica. Para efeito de análise dos itens foram consideradas como fórmulas químicas as representações estruturais planas e espaciais das moléculas das substâncias; como notação sim-

2. A referência aos cadernos azuis é relevante para auxiliar a identificação dos itens analisados neste trabalho.

3. Foram consideradas as duas edições de 2010 e as duas de 2015. Além disso, não tivemos acesso à segunda aplicação do exame em 2016.

bólica, os símbolos universais de elementos químicos e as fórmulas moleculares e como nomenclatura, a nomenclatura química descritiva – os nomes de elementos e de substâncias indicados conforme normas oficiais. Apesar de se verificar a ocorrência de mais de uma forma de linguagem simbólica em quase todos os itens avaliados, seja no texto-base, no enunciado ou nas alternativas, a caracterização quanto à forma de linguagem foi realizada considerando aquela imprescindível para a resolução do mesmo.

## RESULTADOS

Verificamos que dentre os 450 itens inicialmente selecionados, 150 (33,3%) foram classificados como sendo de conteúdo exclusivo da área de Química, o que demonstra uma grande valorização dos conteúdos dessa área para a composição da prova de Ciências da Natureza e suas Tecnologias, que se acentuou a partir de 2013.

O gráfico 1 apresenta, para cada prova de Ciências da Natureza e suas Tecnologias analisada, o número de itens de Química, o número de itens baseados em linguagem simbólica própria da Química e o número de itens correspondentes a cada uma das formas de linguagem simbólica tomadas como sub-categorias de análise.

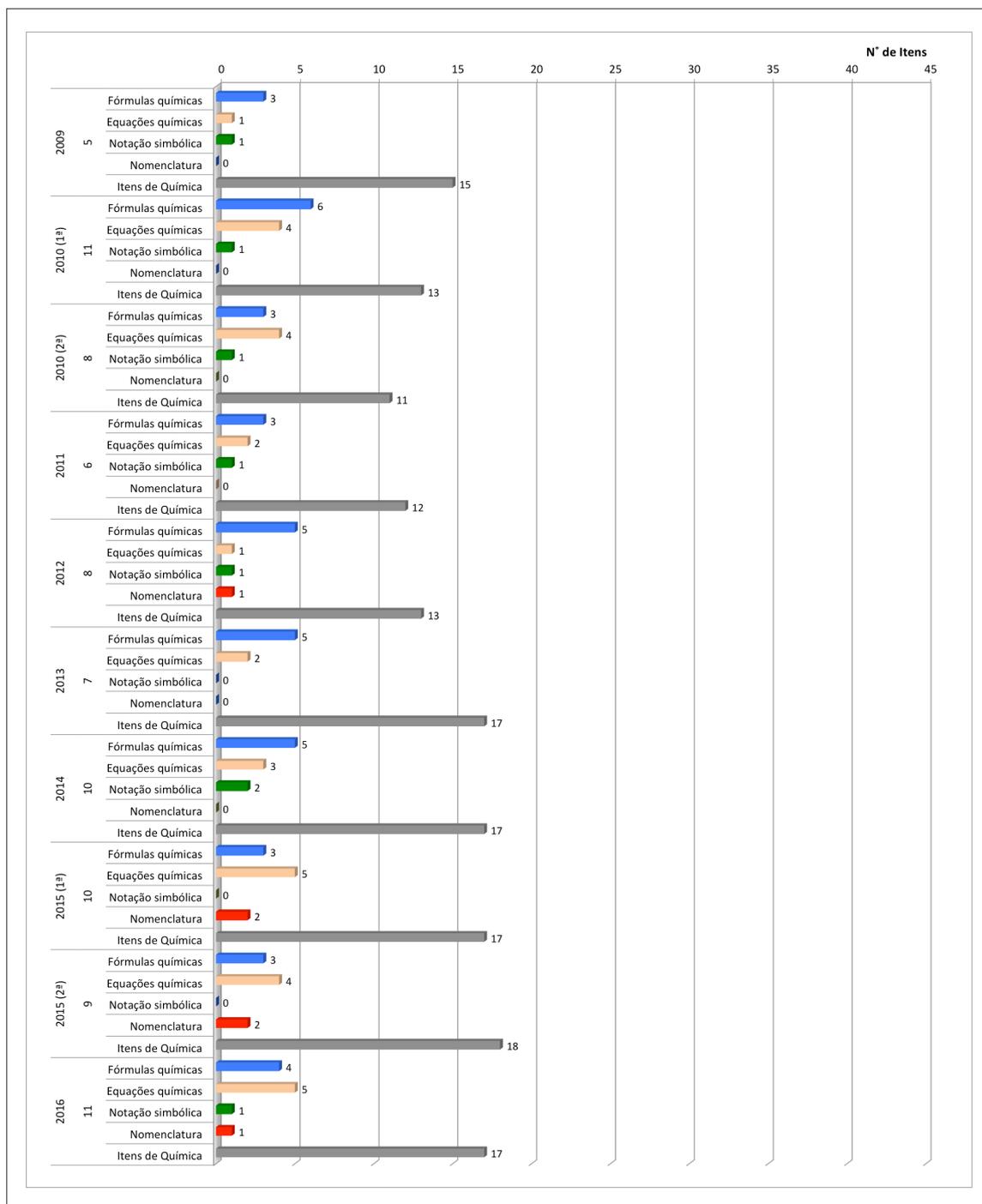
Verificamos que, dentre os 150 itens de Química, 85 (56,7%) são baseados em linguagem simbólica. Com relação ao perfil desses itens, considerando as sub-categorias pesquisadas, constatamos que 40 itens (47,1%) demandam a decodificação de fórmulas estruturais para sua correta resolução, sendo maioria em 60% das provas analisadas. Nos outros 40%, constatamos o predomínio de itens baseados em equações químicas, totalizando 31 itens (36,5%). Os itens baseados em notação simbólica e em nomenclatura correspondem a 8 (9,4%) e a 6 (7,6%), respectivamente. Ao lado dos menores valores percentuais, comparativamente às demais formas de linguagem, verificamos ainda que a avaliação de conhecimento relativa a esse quesito restringiu-se a um número de substâncias muito reduzido. Contudo, o domínio dessas duas formas de linguagem química, que juntas servem de base a 14 itens (17,4%), é avaliado indiretamente em questões baseadas em equações químicas. O peso de cada forma de linguagem simbólica, quando avaliado em relação ao total de 150 itens, onde se incluem a experimentação, a interpretação de gráficos e tabelas, as analogias e a modelagem (eleitas como categorias de análise em nosso trabalho mais amplo), corresponde a 26,7% para fórmulas químicas, 20,7% para equações químicas, 5,3 % para notação simbólica e 4% para nomenclatura.

## CONCLUSÕES

Os resultados deste trabalho permitem fazer algumas considerações que podem contribuir para entender as características dos itens nas edições do ENEM, no período de 2009 a 2016, avaliar a recorrência de itens baseados em linguagem simbólica, bem como o impacto do ENEM sobre os processos de ensino e de aprendizagem de Química no Ensino Médio no Brasil, particularmente no que se refere às representações semióticas e à linguagem própria da Química.

Considerando o total de itens de Química analisados, verificou-se que em 56,7% dos itens é necessário o domínio de representações semióticas baseadas em linguagem química para o acerto do item. Destaca-se maior número de itens cuja resolução envolve conteúdos relacionados a fórmulas estruturais, seguida de equações químicas. Verificou-se um número reduzido de itens que dependem, para sua resolução, de linguagem própria da Química nas sub-categorias notação e nomenclatura. Ficou evidenciada pouca articulação entre as diferentes representações semióticas indicadas em um mesmo item para a sua resolução. Chama atenção a importância atribuída à contextualização dos fenômenos e processos químicos indicados nos itens, possivelmente com o objetivo de relacionar o conheci-

Gráfico 1.  
Caracterização de itens de Química de provas do ENEM (2009-2016)  
da área de Ciências da Natureza, segundo a forma de linguagem simbólica



Fonte: Elaborado pelos autores

mento químico nos níveis macroscópico (fenômeno), simbólico (linguagem química) e microscópico, com prevalência daqueles que fazem parte do cotidiano dos alunos. Desse modo, os conhecimentos disciplinares podem também ser avaliados em sua dimensão cultural, social ou de sentido prático. Por fim, considerando que o domínio da linguagem é um importante instrumento para a apreensão de conhecimentos na área de Química, bem como de avaliação do desenvolvimento dos estudantes pelos professores, espera-se que avaliações em larga escala como o ENEM possam contribuir para a valorização do uso de diferentes representações semióticas necessárias à representação e comunicação de fenômenos químicos, potencializando o ensino de Química no Brasil.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ANDRADE, D. F.; TAVARES, H. R.; VALLE, R. C. (2000). Teoria da Resposta ao Item: Conceitos e Aplicações. Simpósio Nacional de Probabilidade e Estatística – SINAPE.
- ANDRADE NETO, A. S. ; D. ; MOREIRA, M. A. A evolução histórica da linguagem representacional Química: uma interpretação baseada na teoria dos campos conceituais. *VII Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências*. Florianópolis, 2000.
- ARAÚJO, C. H.; LUZIO, NILDO. (2005). Avaliação da Educação Básica: em busca da qualidade e equidade no Brasil. – Brasília: Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira, 71 p.
- BRASIL. (2001). Ministério da Educação e Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira. *Avaliação na Educação Básica (1990-1998)*. Coordenação: Elba Siqueira de Sá Barreto, Regina Pahim Pinto. – Brasília: MEC/Inep/Comped, 2001. 219 p.: il. (Série Estado do Conhecimento, ISSN 1518-3653, n. 4).
- MALDANER, O. A.; GUIMARÃES, O. M.; MACENO, N. G.; RITTER-PEREIRA, J. (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.
- PAULETTI, F.; FENNER, R. S. F.; ROSA, M. P. A. (2013) A linguagem como recurso potencializador no ensino de química. *Perspectiva*, Erechim. 37(139), 7-17.
- SANTOS, EVERALDO DOS. (2011). Proficiência em Ciências ou Interpretação de Texto? Analisando matrizes e provas no novo Enem. *Contexto & Educação*. 26(86), 140-162.