

# ANÁLISE DE ITENS DE CIÊNCIAS DE UMA AVALIAÇÃO EM LARGA ESCALA BASEADOS EM EXPERIMENTAÇÃO

Clausymara Lara Sangiorge, Janice Cardoso Pereira Rocha,  
Júnia Vieira Braga, Terezinha Ribeiro Alvim  
*Departamento de Química. Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais,  
Belo Horizonte, Brasil.*

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.*

**RESUMO:** Neste trabalho apresentamos uma análise de itens (questões de múltipla escolha) de uma importante avaliação em larga escala brasileira, conhecida como Exame Nacional do Ensino Médio (ENEM). Especificamente, analisamos itens de Ciências baseados em experimentação aplicados nas edições de 2009 a 2016. Verificamos que em todas as edições do ENEM desse período, a proporção de itens com base em experimentação é muito baixa e que este tipo de item é mais comum na subárea da *Física* do que nas subáreas da *Biologia* e da *Química*.

**PALAVRAS-CHAVE:** Itens de resposta orientada, Avaliação em larga escala, Experimentação

**OBJETIVOS:** O presente trabalho constitui parte de uma análise mais ampla cujo objetivo geral consiste em contribuir para a compreensão a respeito das características dos itens de resposta orientada, da área das ciências da natureza, constituintes de uma avaliação em larga escala brasileira, conhecida como exame nacional do ensino médio (ENEM). O objetivo específico deste trabalho consiste em analisar itens baseados em experimentação. Por meio da nossa análise, pretendemos responder as seguintes questões: (1ª) *o uso de itens baseados em experimentação tem sido recorrente nas avaliações em larga escala do Exame Nacional do Ensino Médio brasileiro?*; (2ª) *qual o perfil desses itens do ENEM baseados em experimentação?*

## QUADRO TEÓRICO

### Experimentação no Ensino de Ciências

O papel da experimentação no ensino e aprendizagem de ciências tem sido um tema amplamente investigado e discutido por pesquisadores da área da Educação em Ciências como mostrado em algumas revisões sobre o assunto (Lunetta, Hofstein e Clough, 2007, Hofstein e Lunetta, 2004; Nakhleh, Polles e Malina, 2002). Os movimentos de reforma curricular ocorridos nos Estados Unidos e Reino Unido na década de 1960, como os projetos PSSC (*Physical Science Study Committee*), de BSCS (*Biological Science Curriculum Study*) e CBA (*Chemical Bond Approach*) colocaram o laboratório escolar como o

principal ambiente de ensino e aprendizagem de ciências nas escolas secundárias. A missão desses programas era formar jovens com interesse pela Ciência e com habilidades científicas.

Segundo Borges (2004) e Izquierdo, Sanmartí e Espinet (1999), o uso da experimentação no ensino de Ciências tem como principais objetivos: a verificação de um princípio ou teoria e/ou desenvolver habilidades práticas (técnicas e de investigação). Ao contrário dos países desenvolvidos, o uso de atividades práticas experimentais em aulas de Química, Física e Biologia, conduzidas em laboratórios de escolas de nível médio, principalmente as públicas, são praticamente inexistentes no Brasil (Gimenez et al, 2006; Silva e Peixoto, 2003). Mesmo nas escolas que possuem laboratórios estruturados, as atividades práticas experimentais são raras e muitas vezes desconectadas do conteúdo científico que está sendo trabalhado na sala de aula convencional. No entanto, pesquisas sobre o tema têm sido desenvolvidas em nosso país (Guimarães, 2009). O uso da experimentação no ensino de Ciências “pode ser uma estratégia eficiente para a criação de problemas reais que permitam a contextualização e o estímulo de questionamentos de investigação” (Guimarães, 2009, p.198), além de colocar os estudantes em contato direto com os fenômenos das Ciências. Diante disto consideramos relevante pesquisar como a experimentação tem sido explorada nos itens das avaliações do ENEM.

### **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 de 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 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 Ministério da Educação (MEC) brasileiro 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 cinco eixos cognitivos comuns a todas as áreas. A área das “Ciências da Natureza e suas Tecnologias” passou a ser avaliada de acordo com 30 habilidades distribuídas

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.

em 8 competências específicas dessa área (Santos, 2011). Vale destacar que diferentes habilidades da matriz de referência do ENEM, específicas da área de *Ciências da Natureza e suas Tecnologias*, valorizam a linguagem como meio de construção do conhecimento, sendo importante que o estudante seja capaz de se apropriar de aspectos específicos da linguagem científica para interpretar adequadamente fenômenos e experimentos típicos dessa área de conhecimento.

No contexto deste trabalho, destacamos, como exemplo, a habilidade codificada como H07. De acordo com essa habilidade, os estudantes ao final da educação básica devem ser capazes de “selecionar testes de controle, parâmetros ou critérios para a comparação de materiais e produtos, tendo em vista a defesa do consumidor, a saúde do trabalhador ou a qualidade de vida”. Entendemos que essa habilidade, assim como outras contidas na matriz de referência do ENEM, pode sugerir aos elaboradores a produção de itens de Ciências baseados em experimentação.

### *Itens do ENEM*

Um item consiste em uma unidade básica de um instrumento de coleta de dados, que pode ser uma prova, 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).

As provas do ENEM, a partir de 2009, passaram a ser constituídas por 180 itens, organizados em quatro áreas de conhecimento. A prova de Ciências da Natureza e suas Tecnologias contém 45 itens de resposta orientada, e todos os itens apresentam cinco alternativas.

## **METODOLOGIA**

Primeiramente selecionamos os 10 cadernos azuis<sup>2</sup> das edições ocorridas após a reformulação da matriz de referência do ENEM em 2009, até o ano de 2016<sup>3</sup>. Os 10 (dez) cadernos selecionados totalizaram 450 itens de Ciências da Natureza e suas Tecnologias.

Em seguida, fizemos a identificação dos itens baseados em experimentação por meio da leitura focada nos enunciados dos 450 itens de Ciências. O foco no enunciado do item decorreu da importância que nós atribuímos a esse elemento em sua estrutura ao apresentar a pergunta a ser respondida ou a afirmação a ser completada por uma das cinco alternativas. A fim de nos auxiliar na seleção do item como sendo baseado, ou não, em alguma experimentação, a leitura do enunciado e, em alguns casos, do texto-base foi orientada pelo seguinte questionamento: *a resposta ao item demanda por parte do examinando a interpretação dos procedimentos ou resultados experimentais descritos no enunciado e/ou no texto-base?* Em caso afirmativo, considerávamos que o item era baseado em uma experimentação.

Após a seleção dos itens, prosseguimos com a caracterização um a um, identificando a(s) área(s) de conhecimento abordada(s) (*Biologia, Física, Química*), o tópico de conteúdo escolar e o tema específico do experimento explorado no item. Tal caracterização nos permitiu tecer considerações significativas a respeito da recorrência desse tipo de item nas edições do ENEM no período indicado.

2. A referência aos cadernos azuis torna-se relevante meramente para facilitar a identificação dos itens analisados neste trabalho, uma vez que a numeração atribuída a esses itens não é a mesma nos outros cadernos (branco, amarelo e rosa) do exame.
3. No ano de 2016 houve duas edições do ENEM. No entanto, tivemos acesso apenas à primeira edição.

## RESULTADOS

O gráfico 1 apresenta as quantidades de itens da área de Ciências da Natureza e suas Tecnologias das edições do ENEM de 2009 a 2016, organizadas por subárea, baseados em experimentação.

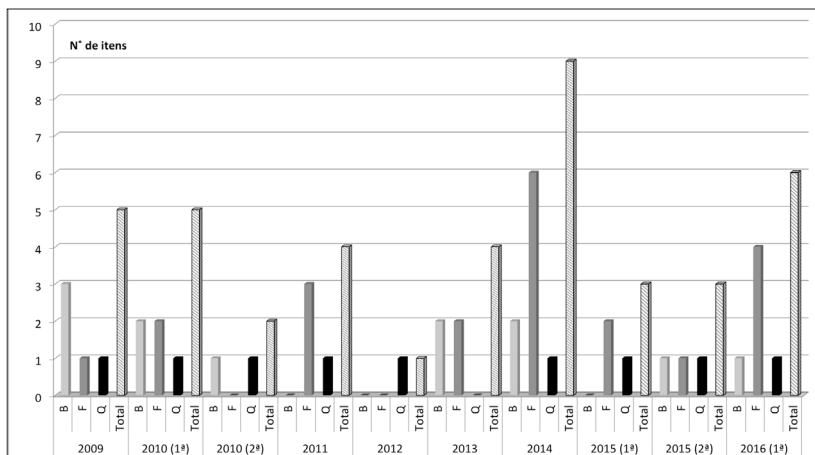


Gráfico 1. Quantidades de itens de Biologia (B), Física (F) e Química (Q), das edições do ENEM de 2009 a 2016, baseados em experimentação

Entre os 450 itens da área de *Ciências da Natureza* avaliados, verificamos a ocorrência de 42 itens (9,3%) baseados em experimentação nas avaliações do ENEM no período de 2009 a 2016. Destes, 50% são itens com tópicos de conteúdo referentes à Física. Temas referentes às disciplinas de Biologia e Química apareceram, respectivamente, em 28,6% (12 itens) e 21,4% (9 itens) dos itens baseados na interpretação de experimentos.

A respeito da recorrência de itens baseados em experimentação nas avaliações do ENEM, constatamos ao longo do período analisado uma média próxima a 4 itens por edição, sem qualquer tendência significativa de crescimento ou decréscimo na ocorrência desse tipo de item.

A Figura 1 mostra um dos itens que classificamos como baseado em experimentação da subárea da Química.

**QUESTÃO 51**

Em meados de 2003, mais de 20 pessoas morreram no Brasil após terem ingerido uma suspensão de sulfato de bário utilizada como contraste em exames radiológicos. O sulfato de bário é um sólido pouquíssimo solúvel em água, que não se dissolve mesmo na presença de ácidos. As mortes ocorreram porque um laboratório farmacêutico forneceu o produto contaminado com carbonato de bário, que é solúvel em meio ácido. Um simples teste para verificar a existência de íons bário solúveis poderia ter evitado a tragédia. Esse teste consiste em tratar a amostra com solução aquosa de HCl e, após filtrar para separar os compostos insolúveis de bário, adiciona-se solução aquosa de H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> sobre o filtrado e observa-se por 30 min.

TUBINO, M.; SIMONI, J. A. Refletindo sobre o caso Celobar®. *Química Nova*, n. 2, 2007 (adaptado).

A presença de íons bário solúveis na amostra é indicada pela

- A) liberação de calor.
- B) alteração da cor para rosa.
- C) precipitação de um sólido branco.
- D) formação de gás hidrogênio.
- E) volatilização de gás cloro.

Fig. 1. Item extraído do ENEM 2016 baseado em experimentação.

A leitura atenta do item utilizado como exemplo na figura 1 nos permite perceber algumas ca-

racterísticas de um item baseado em experimentação. No texto-base desse item há a descrição de um experimento – um teste químico – em um contexto que evidencia e justifica a realização dos seus procedimentos. O comando desse item demanda que o estudante interprete os procedimentos experimentais descritos no texto-base e recorra a conhecimentos químicos fundamentais sobre evidências de reações químicas. Considerando essas características e o seu contexto, podemos dizer que, provavelmente, esse item foi elaborado a partir do que está proposto na habilidade codificada como H07 na matriz de referência do ENEM: “selecionar testes de controle, parâmetros ou critérios para a comparação de materiais e produtos, tendo em vista a defesa do consumidor, a saúde do trabalhador ou a qualidade de vida”.

## CONCLUSÕES

Podemos verificar que, assim como a “experimentação” é pouco usada como recurso de mediação didática no ensino de Ciências no Brasil, os itens do ENEM exploram pouco este tema em seus textos-base e enunciados. Observamos que em todas as edições do exame a proporção de itens com base em experimentação é, de modo geral, muito baixa. Mesmo que em todas as edições do ENEM apareça no mínimo um (1) item abordando experimentação, achamos muito pouco quando se trata das *Ciências da Natureza*, que são construídas essencialmente via experimentos.

Conforme tínhamos destacado anteriormente, diferentes habilidades da matriz de referência do ENEM, específicas da área de Ciências da Natureza e suas Tecnologias, valorizam a linguagem como meio de construção do conhecimento e sugerem que os estudantes sejam capazes de interpretar experimentos. Neste contexto, a existência de itens baseados em experimentação em avaliações de larga escala pode se tornar um meio eficiente para a criação de problemas que permitam a contextualização e o estímulo de questionamentos de investigação, de modo que os estudantes sejam desafiados a usar a linguagem das Ciências para interpretar experimentos e, conseqüentemente, sejam colocados em contato mais próximo com os fenômenos das Ciências.

A respeito da recorrência desse tipo de item na avaliação em larga escala analisada, observamos que itens sobre experimentação são mais comuns na subárea da *Física* (21 itens) do que nas subáreas da *Biologia* (12 itens) e da *Química* (9 itens) nos exames aplicados de 2009 até 2016. Em prosseguimento à nossa pesquisa, uma análise mais aprofundada e detalhada é necessária e será realizada para um melhor entendimento das causas e efeitos do quadro aqui apresentado.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- 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.
- BORGES, A. T. (2004) Novos rumos para o laboratório escolar de ciências. *Caderno Brasileiro de Ensino de Física*, 21(3), 9-30.
- 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(4).
- GIMENEZ, S. M. N. et al (2006). Diagnóstico das Condições de Laboratórios, Execução de Atividades Práticas e Resíduos Químicos Produzidos nas Escolas de Ensino Médio de Londrina - PR. *Química Nova na Escola*, 23, 32-36 .

- GUIMARÃES, C. C. (2009). Experimentação no Ensino de Química: Caminhos e Descaminhos Rumo à Aprendizagem Significativa. *Química Nova na Escola*, 31(3), 198-202.
- HOFSTEIN, A.; LUNETTA, V. N. (2004) The Laboratory in Science Education: Foundations for the Twenty-First Century. *Science Education*, 88(1), 28-54.
- IZQUIERDO, M.; SANMARTÍ, N. e ESPINET, M. (1999). Fundamentación y diseño de las prácticas escolares de ciencias experimentales. *Enseñanza de las Ciencias*, 17(1), 45-60.
- LUNETTA, V. N.; HOFSTEIN, A.; CLOUGH, M. P. (2007). Learning and Teaching in the School Science Laboratory: An Analysis of Research, Theory, and Practice. In: Abell, S. K.; Lederman, N. (Eds.). *Handbook of Research on Science Education*. London: Lawrence Erlbaum Associates, cap.15, 393-441.
- NAKHLEH, M. B.; POLLES, J.; MALINA, E. (2002) Learning Chemistry in a Laboratory Environment. In: Gilbert, J. K. *et al* (Eds.). *Chemical Education: Towards Research-based Practice*. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers, cap.4, 69-94.
- SANTOS, E. DOS. (2011). Proficiência em Ciências ou Interpretação de Texto? Analisando matrizes e provas no novo Enem. *Contexto & Educação*, 26(86),140-162.
- SILVA, F. W. O.; PEIXOTO, M. A. N. Os laboratórios de ciências nas escolas estaduais de nível médio de Belo Horizonte. *Educação & Tecnologia*, 8(1), 27-33.