

CONCEITOS DE QUÍMICA ORGÂNICA AVALIADOS NOS ITENS DO ENEM 2009-2014

Juliana Meuci Bastos Machado, Elaine Pavini Cintra
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de São Paulo – IFSP – SP

Eduardo Carvalho Sousa
Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira

RESUMO: Neste trabalho foram investigados, sob os pontos de vista pedagógico e estatístico, os itens de química, presentes no Exame Nacional do Ensino Médio - edições de 2009 a 2014, que exigiram conceitos de orgânica para a resolução da situação-problema. Os conhecimentos relacionados à química orgânica estiveram presente em 29% dos itens de química analisados e foram classificados em categorias de conhecimento associadas ao universo da química orgânica. O estudo das habilidades presentes dos itens permitiu confrontar as demandas presente na Matriz de Referência do Enem e nos itens avaliados. A Curva Característica do Item permitiu a identificação da probabilidade de resposta para cada alternativa e a relação com a proficiência dos respondentes.

PALABRAS CHAVE: Enem, química orgânica, curva característica do item, habilidades.

OBJETIVOS: Diante da expressiva ocorrência de itens envolvendo conhecimentos de química orgânica nos exames do Enem de 2009 a 2014, este trabalho tem como objetivo investigar os conceitos e habilidades avaliados em cada item, associando essas informações a dados estatísticos provenientes da curva característica do item. Considerando que a maioria dos respondentes do referido exame é proveniente do ensino público, no qual a química orgânica muitas vezes é trabalhada somente no final do ciclo, torna-se importante refletir se a ocorrência desses itens na proporção identificada, não estaria tornando o exame mais favorável a respondentes de determinadas dependências administrativas.

MARCO TEÓRICO

O Enem é um exame individual, de caráter voluntário, oferecido anualmente aos estudantes que estão concluindo ou que já concluíram o ensino médio em anos anteriores. Tem como objetivo mensurar e qualificar as interações de raciocínio vivenciadas e aprimoradas pelo indivíduo ao longo de sua trajetória escolar e de vida. Como documento norteador do Enem tem-se a Matriz de Referência, que se propõe a relacionar os conteúdos básicos ligados aos diversos campos do saber humano, às competências e habilidades requeridas pelo indivíduo para seu desenvolvimento cognitivo e social. (Fachinetto, 2016).

O exame abrange quatro áreas do conhecimento, dentre elas Ciências da Natureza e suas tecnologias na qual são avaliados conhecimentos relacionados à química, física e biologia. Cada teste desta área é

composto por 45 questões (ou itens) elaborados de forma a contemplar as 30 habilidades e os objetos de conhecimento previstos para a área (Brasil, 2009).

A partir de 2009 passou a ser utilizada a Teoria de Resposta ao Item (TRI) que se baseia em modelos estatísticos que permitem a estimação de características dos itens, como o nível de dificuldade, o nível de discriminação e a probabilidade de acerto casual (etapa denominada de calibração do item). A partir das estimativas das características dos itens, a TRI produz estimativas, com maior precisão, das proficiências dos candidatos, de acordo com os padrões de resposta apresentados por eles (Andrade, Tavares & Valle, 2000).

Downing e Haladyna (2006) afirmam que os itens, unidades de avaliação dos testes, constituem peças essenciais no processo de avaliação e, para para cumprir seus propósitos, devem atender requisitos no que diz respeito à validade (*validity*) e confiabilidade (*reliability*). A busca de evidências para verificação destes quesitos implica, entre outras ações, no estudo no que diz respeito ao conteúdo avaliado, ao processo cognitivo envolvido na elaboração da resposta e aos parâmetros estatísticos do item. (Arjoon, Xu & Lewis, 2013). A análise estatística das respostas obtidas em testes ou pré-testes pode ser uma profícua fonte de informação acerca dos instrumentos aplicados. Os resultados podem ser apresentados em forma numérica ou gráfica. A curva característica de um item apresenta no eixo Y a probabilidade de acerto do item e no eixo X a proficiência dos alunos e associada à parâmetros estatísticos pode fornecer informações acerca da dificuldade, discriminação e comportamento diferencial do item. (Livingston, 2011).

METODOLOGIA

A partir da análise dos exames aplicados nos anos de 2009 a 2014 (Brasil, 2015) foram selecionados os itens nos quais os conhecimentos de química orgânica eram necessários para a resolução da situação-problema proposta. Uma vez identificados, os conceitos foram classificados em uma das categorias: Propriedades dos Compostos Orgânicos, Funções Orgânicas, Isomeria, Reações Orgânicas (Solomons & Fryhle, 2012) ou Associação de Conceitos.

Os microdados disponibilizados pelo Instituto de Nacional de Estudos e Pesquisa (Inep) (Brasil, 2016) apresentam informações estatísticas em sua forma bruta permitindo realizar a agregação das variáveis presentes no sentido de construir a informação necessária. As análises estatísticas (Klein, 2005; Sousa, 2013) deram origem a gráficos de proporções empíricas de respostas por alternativa. As proporções empíricas foram obtidas considerando intervalos de proficiências pré-definidos utilizando 25 pontos. Exemplo: Proficiência 275 = [262,5; 287,5[pontos. (eixo x). No eixo y foi plotado o cálculo do percentual de marcação de cada alternativa do item para cada intervalo de proficiência. Os respondentes foram os respondentes que terminaram o ensino médio no ano de aplicação do exame. O número da amostragem variou nos anos analisados: 2009: 945.07; 2010: 1.147.104; 2011: 1.269.668; 2012: 1.278.451; 2013: 1.385.736 e 2014: 1.478.768 respondentes.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Nos anos analisados, foram selecionados 83 itens nos quais eram necessários conhecimentos relacionados à química. Dentre eles 24 (cerca de 29%) avaliaram conhecimentos que, de maneira direta ou indireta, estavam relacionados à área de química orgânica.

Análise Pedagógica

Categorização dos itens

Para melhor análise, os 24 itens selecionados foram classificados em 4 categorias (Solomons & Fryhle, 2012), de acordo com o conhecimento exigido para resolução das situações-problema propostas. A figura 1 apresenta as porcentagens de ocorrência das categorias.

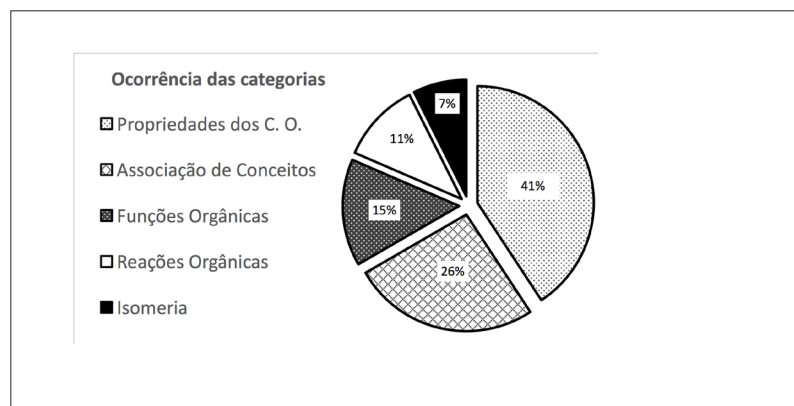


Fig. 1. Ocorrência das categorias de classificação dos itens analisados

A categoria *Propriedades dos Compostos Orgânicos* aparece em maior proporção (41%). A classificação nesta categoria considerou conhecimentos como propriedades polares e apolares dos compostos orgânicos, interações entre moléculas orgânicas, processos de separação de misturas considerando propriedades físicas e químicas, entre outros.

A categoria *Funções Orgânicas* tem ocorrência entre 15% dos itens analisados e nela são considerados as situações em que o respondente deveria unicamente fazer uso do conhecimento de identificação das funções orgânicas solucionar o problema proposto.

A categoria *Isomeria* responde por somente 7% dos itens analisados. Ela esteve presente nos anos de 2013 e 2014 e foram avaliados conhecimentos isomeria geométrica e de identificação de carbono quiral em uma molécula.

A categoria *Reações Orgânicas* apresentou ocorrência de 11%. O conhecimento relacionado à essa categoria pode apresentar maior dificuldade para o respondente pois nem todos os alunos secundaristas tem uma formação que engloba essa temática. Esse conteúdo pode ser privilegiado aos respondentes provenientes de escolas que trabalham com sistemas apostilados e têm um cronograma mais estrito a ser seguido.

A categoria *Associação de Conceitos* teve ocorrência de 26%. Nela são consideradas situações em que foram utilizados outros conhecimentos, além dos relacionados à química orgânica, ou o conteúdo avaliado está relacionado à química orgânica não pertencente ao currículo previsto para o ensino médio. Podemos citar por exemplo, a associação do conceito de deslocamento químico e de reações de neutralização a conhecimentos de química orgânica; contextos de química ambiental (reconhecimento de gases responsáveis pelo efeito estufa) e bioquímica (identificação de produtos em um processo metabólico); cálculo estequiométrico na previsão de consumo de combustível e finalmente, uma situação em que foi avaliada a capacidade do respondente em fazer previsão do carbocátion e dos produtos decorrentes da reação entre benzeno e um eletrófilo. Nesse caso o conteúdo avaliado não fazia parte daquele previsto para o ensino médio.

Análise das Habilidades

De acordo com Maceno et al. (2011) a matriz de referência da área de Ciências da Natureza apresenta competências e habilidades que pressupõe um ensino integrado e articulado ao conhecimento científico, à tecnologia e a mobilização de conhecimento para a resolução de situações-problema.

Neste trabalho foram avaliadas as habilidades associadas aos itens envolvendo o conhecimento relacionado à química orgânica. A Figura 2 apresenta o número de itens associados a cada habilidade.

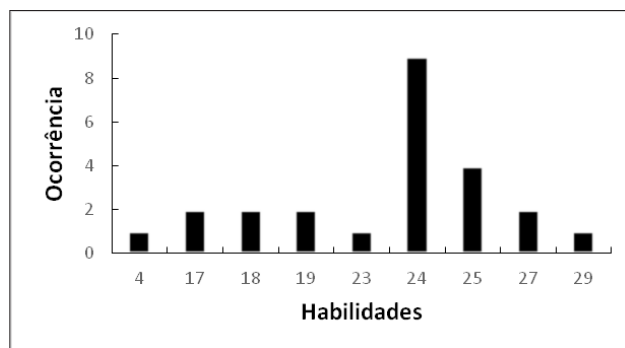


Fig. 2. Ocorrência das habilidades avaliadas nas provas do ENEM nos anos de 2009 -2014 presentes nos itens com envolvendo conceitos de química orgânica

Das 30 habilidades da área de Ciências da Natureza, nove foram avaliadas em itens envolvendo conhecimentos de química orgânica. Cerca de 90% das habilidades avaliadas estavam relacionadas à somente duas das oito competências da área. As habilidades H17, H18 e H19 estão relacionadas à competência 5: “Entender métodos e procedimentos próprios das ciências naturais e aplicá-los em diferentes contextos. (Brasil, 2009, p.9); e as H24, H25 e H27 relacionadas à competência 7: “Apropriar-se de conhecimentos da química para, em situações problema, interpretar, avaliar ou planejar intervenções científico- tecnológicas.(Brasil. 2009, p. 10). As duas habilidades com maior ocorrência neste estudo, H24 (presente em 9 itens) e H25 (em 4 itens) prevêem a utilização de códigos e nomenclatura para a caracterização de materiais ou transformações química e a identificação de etapas, rendimentos ou implicações na obtenção de produtos. (Brasil, 2009). Chama a atenção o fato de quase 50% dos itens em análise pertencerem a processos com demandas cognitivas de baixa ordem. Utilizando como ferramenta a Taxonomia Revisada de Bloom (Anderson et al. 2001), Cintra, Marques Jr. e Sousa (2016) relataram que itens com demandas cognitivas como lembrar, entender e aplicar apresentam situações-problema que podem ser solucionadas pela simples lembrança de conceitos e teorias aplicados a situações e contextos familiares ao estudante, usados de forma mecânica sem que seja necessária a reflexão sobre o processo envolvido.

Análise Estatística do Item

A figura 3 apresenta um exemplo de curva característica de um Item (cci) feita a partir das proficiências dos respondentes e das probabilidades de acerto para cada uma das cinco alternativas dos itens considerados neste estudo. O item analisado é o número 58 aplicado no exame em 2014 e atende à habilidade 24 (Brasil, 2016).

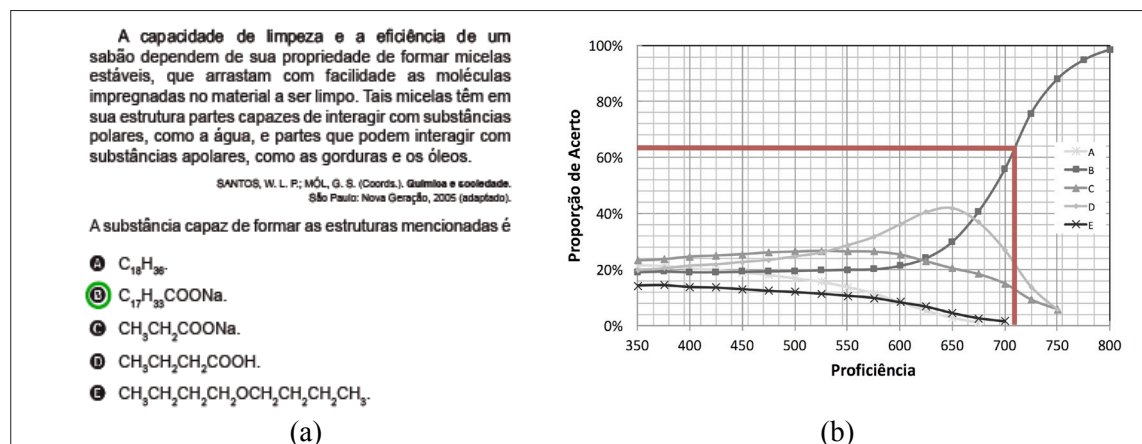


Fig. 3. (a) Item 58 aplicado no Enem em 2014 (prova azul). (b) Estudo estatístico das proporções de acerto de cada alternativa do item em função da proficiência dos respondentes para o item 2014_58

A análise gráfica permite inferir sobre o comportamento da resposta de cada alternativa presente no item. Pode-se perceber que todas as alternativas foram marcadas de forma regular (em proporção abaixo de 30%) pelos respondentes com proficiência abaixo de 550, não havendo nenhuma alternativa atrativa. Para os respondentes com proficiência próxima a 600, as alternativas “C” e “D” foram mais atrativas que o gabarito “B”. Esse comportamento pode estar associado ao fato de que elas respondem parcialmente ao questionamento do item, pois mostram moléculas com características polares, entretanto, não atendem ao outro critério necessário à formação das micelas, que é ter uma parte com propriedades apolares. Se considerarmos a proporção de acerto de 65% (Andrade, Tavares e Valle, 2000), somente teriam essa probabilidade de acerto os respondentes com proficiência da ordem de 715. A mesma análise foi executada para os demais itens e a média das proficiências para essa mesma porcentagem de acerto foi da ordem de 680.

O cálculo das proficiências dos participantes do Exame com base na TRI, implementado a partir de 2009, quando foi estabelecida a Escala de Proficiência do Enem, considera a proficiência média dos respondentes correspondente a 500 com desvio-padrão de 100 (Brasil, 2014). Considerando que a média das proficiências necessárias para que 65% dos respondentes assinalassem corretamente as respostas dos itens de química orgânica foi de 680, constata-se que esses respondentes deveriam possuir aproximadamente 180 pontos acima da média de todos os respondentes.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

As escolas públicas (municipais, estaduais e federais) brasileiras possuem um currículo no qual o estudo de química orgânica concentra-se no último ano do ensino secundário. Considerando o extenso currículo previsto para esse nível de ensino e o baixo número de aulas semanais (normalmente duas aulas por semana, com duração de 45 a 60 minutos), em muitas situações, a química orgânica é uma das temáticas que dificilmente tem o programa previsto totalmente cumprido na formação do aluno secundarista.

Verificada a representatividade dos conteúdos dessa subárea da química nos testes do Enem, nos quais são avaliados desde conceitos básicos (como reconhecimento de funções orgânicas) a conteúdos mais elaborados, como previsão de produtos suas estabilidades em uma reação orgânica torna-se pertinente a reflexão se há alinhamento entre os conhecimentos que vêm sendo construídos nestas escolas e aqueles que vêm sendo avaliados no Enem.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ANDERSON, L. W. *et al.* (2001) *A taxonomy for learning, teaching, and assessing: a revision of Bloom's taxonomy of educational objectives*. New York: Longman.
- ANDRADE, D. F.; TAVARES, H. R. & VALLE, R. C. (2000) *Teoria da Resposta ao Item: Conceitos e Aplicações*. Sinape.
- ARJOON J. A.; XU X & LEWIS, J. E. (2013) Understanding the State of the Art for Measurement in Chemistry Education Research: Examining the Psychometric Evidence. *J. Chem. Educ.* 90, 536-545.
- BRASIL. INEP. (2009) *Matriz de Referência para o ENEM*. Brasília.
- (2014). *Relatório Pedagógico 2009-2010*. Disponível em : http://download.inep.gov.br/educacao_basica/enem/relatorios_pedagogicos/relatorio_pedagogico_enem_2009_2010.pdf
- (2015). *Provas e Gabaritos*. Disponível em: <<http://portal.inep.gov.br/web/enem/edicoesanteriores/provas-e-gabaritos>>.
- (2016). *Microdados*. <http://portal.inep.gov.br/microdados>
- CINTRA, E. P., MARQUES JR; A. C. & SOUSA, E. C. (2016) Correlation between the reference matrix and items involving Chemistry concepts present in ENEM - 2009 to 2013. *Ciênc. Educ.*, Bauru, 22(3), 707-725.
- DOWNING S. M; HALADYNA, T. M. (Orgs.) (2011) *Handbook of Test Development*. New Jersey: Taylor & Francis e-Library.
- FACHINETTO; S. M. K. (2016). *Estudo comparativo entre o público EJA e o público regular utilizando a análise do funcionamento diferencial do item (dif), na área de ciências da natureza e suas tecnologias, a partir dos dados do enem 2012*. Dissertação de Mestrado. UFSC. Florianópolis, SC, Brasil.
- KLEIN, R. (2005) *Testes em rendimento escolar. Dimensões da Avaliação Educacional*. Rio de Janeiro: Vozes.
- LIVINGSTON, S. (2011). Item Analysis. In: Downing S. M & Haladyna, T. M. (Orgs.) *Handbook of Test Development*. New Jersey: Taylor & Francis e-Library.
- MACENO, N. G. *et al.* (2011). A matriz de referencia do ENEM 2009 e o desafio de recriar o currículo de química na educação básica. *Química Nova na Escola*, São Paulo, 33 (3), 153-159.
- SOLOMONS, T. W.G; FRYHLE, C. B. (2012) *Química Orgânica*, (10ª ed.), (Vol. 1) , São Paulo:LTC.
- Sousa, E. (2013). Utilização do método bookmark par a interpretação pedagógica da escala de Física no Exame Nacional do Ensino Médio (ENEM). *Enseñanza de las Ciencias*, v. Extra. 3417-3422.