

# Química Orgânica e exames vestibulares: Implicações para o currículo

Mariana Mota Martins (IC), Fernando L. Cássio\* (PQ)

Universidade Federal do ABC, Centro de Ciências Naturais e Humanas, Campus Santo André. Av. dos Estados, 5001, S 624-3, Santo André – SP, Brasil, CEP 09210-580. \*fernando.cassio@ufabc.edu.br

Palavras-Chave: Química Orgânica, currículo, vestibular.

**RESUMO:** O presente trabalho apresenta um levantamento das questões de Química Orgânica de dois exames vestibulares (Fuvest e Enem), sendo estas categorizadas como questões algorítmicas, de memorização e conceituais e organizadas na forma de séries históricas. Os resultados apresentados fazem parte de pesquisa mais ampla, envolvendo as representações de alunos e professores sobre o currículo de Química Orgânica, e a influência dos materiais didáticos nessas representações (livros didáticos e apostilas de sistemas educacionais privados). Embora muitos professores defendam uma estrutura curricular para a Química Orgânica bastante inchada, e com ênfase em aspectos descritivos de compostos e reações orgânicas, justificando essas escolhas com base numa suposta demanda dos exames vestibulares, os resultados do presente estudo mostram que essas avaliações externas têm evoluído no sentido contrário, afastando-se desse tipo de modelo curricular.

## INTRODUÇÃO E MOTIVAÇÕES

Os fenômenos de conservação de práticas docentes que conhecemos desde quando éramos alunos são eminentemente mediados pelas crenças que filtram e moldam as nossas decisões no trabalho dentro sala de aula. Essas crenças provêm de nossas experiências como estudantes, que muitas vezes passam intocadas pela formação inicial e podem ser reforçadas pelas vivências profissionais mediadas por currículos e instituições (MARCELO, 2005; PAJARES, 1992). Uma das faces da conservação de práticas pedagógicas que não se coadunam com a formação esperada pelas licenciaturas atuais se dá justamente na esfera do currículo.

Para o caso do Ensino de Química, os exemplos são abundantes: por que, por exemplo, temas como “funções inorgânicas” (CAMPOS e SILVA, 1999) ou “reações de dupla troca” (LOPES, 1995) continuam a fazer parte de cursos de Química do Ensino Médio se esses sistemas classificatórios se encontram superados há mais de um século e não fazem parte dos documentos e propostas curriculares oficiais há quase 20 anos, estando abolidos dos cursos de Ensino Superior há muito mais que isso?

Quando questionados a respeito, a resposta de muitos professores para a dissociação entre as recomendações oficiais – refletidas nos materiais didáticos de Química que vêm sendo aprovados nas últimas edições do Programa Nacional do Livro Didático para o Ensino Médio (PNLEM), por exemplo – e o currículo efetivo (o da sala de aula) é quase sempre a mesma: as demandas dos exames vestibulares (categoria que, agora, inclui o Enem), eternamente conteudistas na visão desses professores, obrigam as instituições a manterem um currículo escolar de Química com alto grau de compartimentalização dos conceitos e de apresentação essencialmente descritiva, quase dogmática. Também é comum que professores que atuam simultaneamente nas

redes pública e privada utilizem os materiais didáticos adotados nas escolas privadas (sistemas apostilados, na maior parte das vezes) em seus cursos nas escolas públicas.

Esta situação é preocupante, já que o currículo prescrito de Química das escolas públicas, tanto em nível nacional como estadual, para o caso de São Paulo, é resultado do trabalho qualificado de especialistas em Ensino de Química. Por outro lado, os currículos condensados nas apostilas dos sistemas educacionais privados, cuja estrutura é a mesma de 30 anos atrás, não passam por qualquer revisão adequada, salvo pela atualização anual de suas listas de exercícios com as questões dos vestibulares do ano anterior. Sob a sombra dessa visão, a de que avaliações externas e exames vestibulares constituem as verdadeiras finalidades do Ensino Médio, subsiste uma cultura curricular concorrente com as definições curriculares oficiais e com os currículos dos próprios programas de formação de professores de Química.

Do ponto de vista do trabalho docente, a “seleção dos conteúdos, sua sequência, os exercícios e o modo de trabalhar determinados tópicos, atividades que cabem ao professor, são frequentemente reduzidas à reprodução dos livros” (CÁSSIO *et al.*, 2012, p. 596). Cada vez mais, essa reprodução “dos livros” migra para uma reprodução de apostilas de sistemas privados que atendem a uma clientela crescente das classes médias e médio-baixas, atraída pelo custo acessível (em comparação às escolas privadas de elite) e pela representação equivocada da educação privada como tábua de salvação para as mazelas da educação pública brasileira. Sobra aos professores, porta-vozes desses discursos curriculares, o culto fiel aos conteúdos sequenciados, a perpetuação das crenças redentoras da ciência, o culto ao ritual seletivo de passagem (materializado nos exames vestibulares e nas avaliações externas) e a sacralização dos conteúdos (ARROYO, 2011). Gimeno Sacristán adverte que “sem mudar as pautas de consumo e produção de textos, favorecidas pela regulação administrativa sobre o currículo em nosso sistema educativo, é muito difícil que se possam ter meios culturais melhores nas escolas” (2000, p. 153). Contudo, parece que o processo de legitimação simbólica, em tudo necessário às definições curriculares oficiais (LOPES, 2005, p. 267), está longe de ocorrer. Em tempos de reformulações curriculares oficiais em nível nacional – uma Base Nacional Comum Curricular está sendo elaborada no âmbito do MEC, com previsão de publicação em meados de 2016 – investigar os mecanismos de legitimação dos currículos oficiais é assunto de grande atualidade.

## O CURRÍCULO ESCOLAR DE QUÍMICA ORGÂNICA

Até a reforma curricular mais recente, proposta pelos Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio (PCNEM) (BRASIL/MEC/SEMTEC, 1999) e por seus documentos complementares (BRASIL/MEC/SEMTEC, 2002; 2006), a Química Orgânica ocupava quase sempre os programas escolares do último ano do Ensino Médio. A abundância de livros didáticos de Química “volume 3” dedicados ao estudo dos compostos e das reações orgânicas entre as décadas de 1960 e 2000 é indício desse modo de organizar o currículo escolar de Química. Essas publicações deram lugar a outras mais afins às recomendações curriculares oficiais atuais, mas não desapareceram. As apostilas dos sistemas educacionais privados, por exemplo, são essencialmente baseadas em modelos curriculares antigos: no currículo (nos materiais

didáticos) desses sistemas a Química é dividida em temas como “Química Geral e Inorgânica”, “Físico-Química” e “Química Orgânica”, cada uma delas compreendendo um ano da escolaridade do Ensino Médio. A estrutura dos cursos de Química Orgânica que seguem esse receituário é, em linhas gerais, quase sempre a mesma: 1) Introdução à Química Orgânica: História, importância dos compostos de carbono, alguma revisão sobre ligações covalentes de abordagem descritiva; 2) Classificação das cadeias de carbono (normais ou ramificadas, abertas ou fechadas, saturadas ou insaturadas, etc.); 3) Nomenclatura de compostos orgânicos (partindo dos hidrocarbonetos até as funções nitrogenadas, passando por compostos carbonílicos, álcoois e éteres); 4) Propriedades de compostos orgânicos (geralmente subestimada, em favor da ênfase nas descrições minuciosas da nomenclatura de compostos orgânicos); 5) Isomeria (plana, espacial e ótica; em abordagem estritamente descritiva); 6) Reações orgânicas (abordagem descritiva, dividida por grupos funcionais); e 7) Aplicações (bioquímica, polímeros, etc.).

Essa estrutura de curso, embora ausente dos livros didáticos de Química aprovados pelo último PNLEM, é utilizada em muitas escolas privadas e, ante a dupla jornada comum a tantos professores, nas escolas públicas.

Adicionalmente a esta organização curricular, o ensino de Química Orgânica no Ensino Médio também carrega alguns dos problemas observados no ensino de Química em geral. Dentre eles, um dos mais simbólicos é a primazia da memorização sobre a mobilização de conceitos, manifestada na ênfase de aspectos puramente descritivos de alguns compostos orgânicos simples (BEASLEY, 1980).

O presente trabalho apresenta os primeiros resultados de uma pesquisa sobre as representações de professores e futuros professores de Química acerca do currículo de Química Orgânica do Ensino Médio e a influência dos materiais didáticos nessas representações (livros didáticos e apostilas de sistemas educacionais privados). Muitos professores defendem uma estrutura curricular para a Química Orgânica bastante inchada, e com ênfase em aspectos descritivos de compostos e reações orgânicas, justificando essas escolhas com base numa suposta demanda dos exames vestibulares. O presente estudo visa testar a hipótese de que os exames vestibulares demandam esse tipo de ensino de Química Orgânica, apresentando uma série histórica das questões de Química Orgânica dos exames vestibulares da Fuvest (Fundação Universitária para o Vestibular), que franqueia o acesso à Universidade de São Paulo e representa o arquétipo dos concursos vestibulares no Brasil, e do Enem (Exame Nacional do Ensino Médio), que franqueia o acesso ao Sistema Federal de Ensino Superior (e a outros sistemas) através do Sistema de Seleção Unificada (Sisu).

## METODOLOGIA

O *corpus* da pesquisa inclui 309 questões de Química Orgânica (QO) de dois exames vestibulares do país: Fuvest (processo seletivo para ingresso na Universidade de São Paulo, USP) – perfazendo 1ª e 2ª fases, entre 1977 e 2016 – e Enem (Exame Nacional do Ensino Médio) – entre 2009 e 2015.

As questões de QO foram selecionadas entre as 1581 questões das referidas provas de Química, com base nos conteúdos de QO comumente encontrados nos currículos prescritos e livros didáticos, abrangendo isomeria, reações orgânicas,

funções orgânicas, ligações do carbono e nomenclatura de compostos orgânicos. Questões aludindo a substâncias ou moléculas orgânicas, mas tratando de outros assuntos (forças intermoleculares, propriedades da matéria, ácido-base, etc.) foram desconsideradas como questões de QO.

As questões de QO foram categorizadas em séries históricas seguindo o tratamento proposto nos trabalhos de Stamovlasis *et al.* (2005), que analisaram avaliações externas de Química na Grécia, e, mais recentemente, de Raker e Holme (2013) e Holme (2014), que analisaram o currículo de Química Orgânica a partir das avaliações externas da American Chemical Society (ACS), nos Estados Unidos. A categorização foi adaptada às questões encontradas nos vestibulares nacionais, tanto para questões dissertativas quanto de múltipla escolha, tendo sido elas divididas em três categorias: questões *algorítmicas*, de *memorização* e *conceituais*.

- *Questões algorítmicas*: apresentam uma sequência de passos explícitos ou implícitos que asseguram o êxito do candidato se as etapas forem seguidas adequadamente. O conhecimento sobre o assunto tratado não é tão importante quanto o próprio procedimento de resolução da questão. Questões algorítmicas típicas incluem a reprodução de um modelo apresentado no enunciado a um problema análogo (em geral, uma situação mais complexa do que a apresentada).
- *Questões de memorização*: solicitam a memória do estudante a respeito de fatos ou dados. São caracterizadas por perguntas diretas, que exigem a mobilização de informações isoladas. Não importam, nesse caso, contextos de aplicação, metodologias de resolução de problemas, análises para além da leitura do enunciado e da seleção da informação dentre um conjunto de conceitos previamente “decorados”. As questões de memorização mais comuns demandam dos candidatos a mera identificação de nomes de compostos, funções orgânicas, posição dos carbonos em cadeias ou tipos de reação. As mais antigas incluíam ainda informações sobre aplicações de compostos orgânicos (p. ex. ésteres como moléculas odoríferas em frutas, aminas como produtos de decomposição de odor fétido, identificação das frações pesadas do petróleo como piche ou parafinas, etc.).
- *Questões conceituais*: exigem a mobilização de um conceito externo para a resolução de um problema. Nesse caso, a mera memorização de uma definição ou termo não serve para resolver a questão. Neste tipo de questão entende-se necessária a atribuição de significados aos conceitos, que precisam ser utilizados em situações geralmente diferentes daquelas em que foram aprendidas pelos estudantes.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados do levantamento e da categorização realizada são apresentados nos mapas de distribuição de questões das figuras 1, 2 e 3.

Há algumas diferenças de abordagem entre os dois exames vestibulares analisados, cuja discussão vai além do escopo do presente trabalho. Mas a comparação entre os dois exames de múltipla escolha (Enem e Fuvest 1ª fase, figuras 1 e 2), avaliações de maior escala, dá a ver uma semelhança importante, a presença de questões que envolvem memorização. Isso não é uma surpresa, dada a natureza

deste tipo de avaliação, que visa selecionar uma parcela pequena dos candidatos. No entanto, cabe observar que as questões dos exames da Fuvest de 1ª fase, observadas em uma série histórica de 38 anos, mostram uma tendência importante de diminuição na frequência de questões de memorização em QO. Tal comportamento não é observado tão claramente no Enem, e por diversas razões.

Em primeiro lugar, não temos uma longa série histórica das provas do Enem. Para efeitos desta pesquisa, aliás, foram consideradas somente as provas a partir de 2009, quando o exame passou a ser utilizado com fins classificatórios, tornando-se, de fato, um exame vestibular. Deve-se ponderar, em segundo lugar, que a metodologia de elaboração das provas do Enem, baseada na Teoria da Resposta ao Item, impõe, por conta do sorteio das questões da prova em banco de itens pré-testados, um certo grau de aleatoriedade na composição das provas, compensado pelo tratamento dos resultados (questões com índices de discriminação baixos acabam por valer menos do que aquelas que selecionaram melhor os candidatos). A elaboração das provas de Fuvest, diferentemente, segue a Teoria Clássica dos Testes, e exhibe uma tendência para a QO que depende primordialmente da evolução das expectativas das equipes que formulam esses exames ao longo das décadas.

Com efeito, a figura 2 corrobora a crescente massificação do Enem, consolidado ao longo dos últimos anos como porta de entrada para as Instituições Federais de Ensino Superior (IFES) e, mais recentemente, para as instituições de Ensino Superior estaduais e comunitárias (além de porta de acesso a programas como Prouni e Fies), mostrando uma crescente preferência por questões de memorização sobre funções, nomenclatura e reações orgânicas, em tudo diferentes dos itens que compunham as primeiras edições do exame no final dos anos 1990. Ainda assim, as questões de memorização não têm prevalecido, indiciando uma importante tendência de mudança nos exames em que habilidades mnemônicas sempre tiveram a primazia.

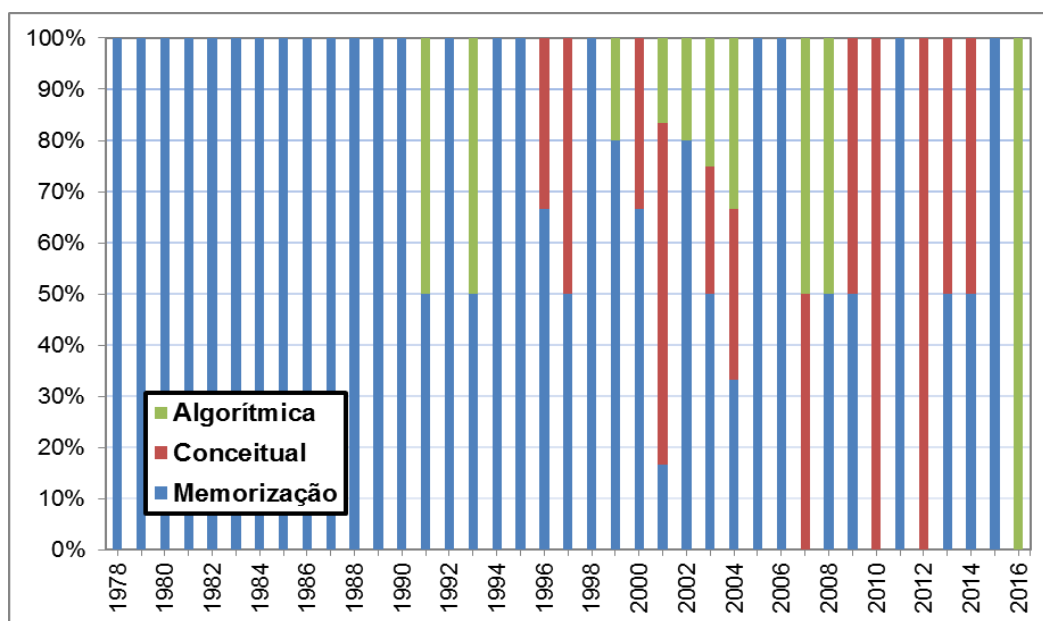


Figura 1: Distribuição das questões de QO da Fuvest (1ª fase), 1978-2016.



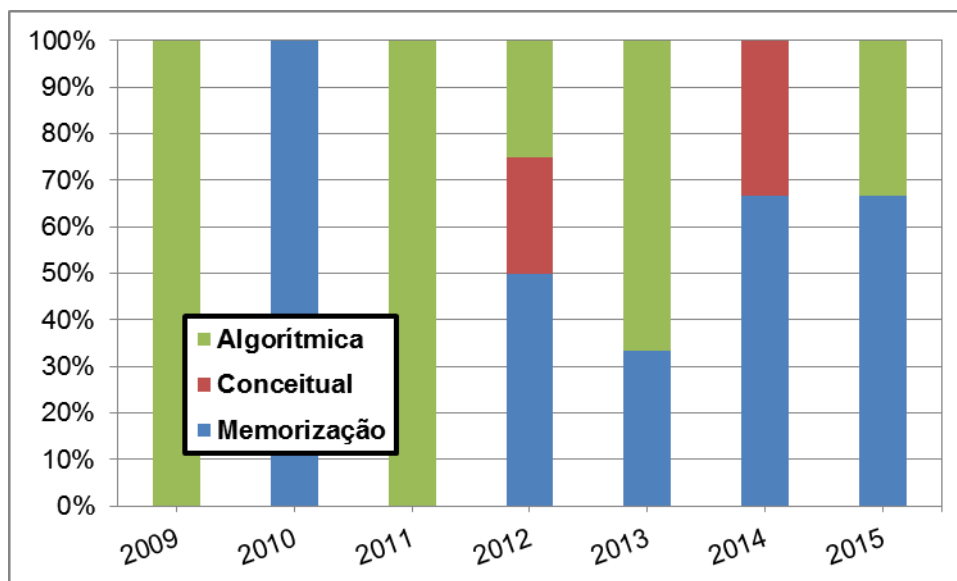


Figura 2: Distribuição das questões de QO do Enem (2ª fase), 2009-2015.

Na 2ª fase da Fuvest (figura 3) observa-se uma evolução na formulação das questões sobre QO, cada vez mais algorítmicas e conceituais. Os dados dos exames anteriores a 1990 indicam uma prevalência quase total de questões de memorização. Cabe lembrar que mesmo as questões consideradas algorítmicas e conceituais envolvem algum conhecimento prévio sobre nomenclatura e estrutura de compostos orgânicos e, por conseguinte, alguma operação de memorização. Considera-se, contudo, que esse tipo de conhecimento (salvo quando objeto mesmo da questão) é condição para a leitura do enunciado, de forma que se possa diferenciar claramente entre questões que possuam a memorização como fim e enunciados em que a compreensão da linguagem química seja necessária para alcançar objetivos mais complexos em questões algorítmicas e conceituais.

Após a leitura dessas tendências, é fundamental indagarmos se os currículos de QO nas escolas têm acompanhado essas mudanças. Uma leitura prévia dos relatórios de análise da versão preliminar da Base Nacional Comum Curricular (BNCC), que apresenta as contribuições nominais de centenas de professores de Química de todo o Brasil a respeito das “unidades de conhecimento” que comporão a nova base curricular nacional para Química no Ensino Médio, traz dezenas de comentários de professores de Química denunciando uma suposta retirada dos conteúdos de QO do texto da BNCC.

No entanto, tais “conteúdos” (a saber: nomenclatura de compostos e reações orgânicas) não foram exatamente excluídos da base, mas encontram-se dispersos em abordagens temáticas sobre alimentos, biocombustíveis, polímeros, etc. Não há dúvida que, dessa forma, o texto do currículo não apresenta qualquer analogia com as propostas curriculares para QO que poderíamos chamar de “tradicionais”. Não é de estranhar, portanto, que a denúncia de uma suposta eliminação de conteúdos na versão preliminar da BNCC é mais um efeito de sua forma de apresentação que dos conteúdos conceituais nela contidos.

A aparente falta de relação entre a “Química Geral” e a “Química Orgânica” nos currículos escolares é frequentemente explorada nos enunciados das questões de vestibular, que apresentam moléculas orgânicas a pretexto de assuntos de Química “não orgânica”, na perspectiva dos manuais de vestibular e de uma grande parte dos currículos escolares de Química. Uma simples reação sobre conceitos de ácido-base, assim, pode se tornar, na visão dos estudantes, muito complexa quando passa a envolver moléculas orgânicas (p. ex. a ionização de um ácido carboxílico ou de um fenol).

Muitos livros didáticos, da mesma forma, apresentam longas exposições de definições e enunciados para memorização, mas não um aporte conceitual mínimo sobre compostos e reações orgânicas, nem mesmo discussões no sentido de problematizar a forma dos enunciados dos problemas dos exames vestibulares, sempre evocados a pretexto de justificar as longas listas de conteúdos e as abordagens descritivas da QO. Diante do levantamento realizado, a formação em QO oferecida pelas abordagens descritivas dos conteúdos não é suficiente para os exames vestibulares atuais (já que, ainda hoje, tantos de nós enxergam essas avaliações como fins da formação escolar). Isto também indicia a necessidade de, na próxima etapa deste trabalho, voltarmos-nos à análise de alguns desses materiais no sentido de comparar suas abordagens com os achados do levantamento aqui apresentado.

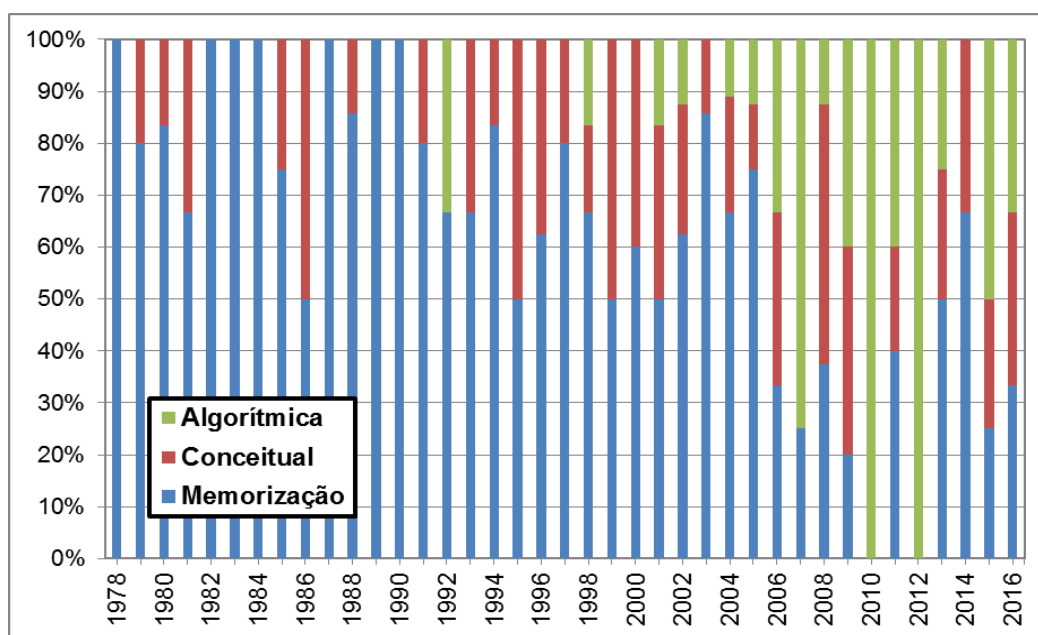


Figura 3: Distribuição das questões de QO da Fuvest (2ª fase), 1978-2016.

As questões dos vestibulares atuais, tudo indica, abordam mais do que os temas, mas as formas e estratégias de resolução de problemas. A memorização não é mais suficiente, sendo preciso mobilizar conceitos, concatenar informações e reproduzi-las em situações de analogia. Dessa forma, é comum que problemas algorítmicos e de memorização sejam tratados como “conceituais” de forma indistinta, o que se propõe investigar na próxima etapa deste trabalho, com a colaboração dos sujeitos de pesquisa. Adicionalmente, questões algorítmicas quase não são problematizadas nos materiais didáticos de Química mediante uma perspectiva deslocada do conteúdo para as estratégias de resolução dos problemas, porém sua

incidência vem crescendo consideravelmente nos últimos exames vestibulares, como mostra o levantamento que realizamos.

## CONCLUSÕES

Os resultados apresentados indicam que os exames vestibulares analisados vêm, ao longo do tempo, enfatizando cada vez menos as habilidades de memorização na Química Orgânica, um dos temas no ensino de Química que é tipicamente identificado com esse tipo de abordagem. À luz do processo de discussão pública da nova BNCC, em que dezenas de professores de Química do país lamentam a ausência dos conteúdos de QO na forma como sempre foram abordados – e diante de uma frequente justificativa dos professores por certas escolhas curriculares em QO calcada em supostas demandas dos vestibulares e das avaliações externas – este trabalho propicia uma bem-vinda discussão sobre as nossas representações curriculares da Química Orgânica e um convite à tomada de novos caminhos, buscando superar a primazia da memorização sobre os conceitos químicos e a discussão de estratégias para a resolução de problemas em Química.

## AGRADECIMENTOS

À Fundação Universitária para o Vestibular (Fuvest), por fornecer os exames que serviram como fontes primárias deste trabalho, e à Pró-Reitoria de Pesquisa da Universidade Federal do ABC, pela bolsa concedida (Edital 02/2015 PDPD).

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ARROYO, M. G. **Currículo: Território em disputa**. 2ª ed. Petrópolis, RJ: Vozes, 2011.
- BEASLEY, W. High School Organic Chemistry Studies: Problems and Prospects. **Journal of Chemical Education**, v. 57, n. 11, p. 807-809, 1980.
- BRASIL; MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO (MEC); SECRETARIA DE EDUCAÇÃO MÉDIA E TECNOLÓGICA (SEMTEC). **Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio**. Brasília: MEC/Semtec, 1999.
- BRASIL; MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO (MEC); SECRETARIA DE EDUCAÇÃO MÉDIA E TECNOLÓGICA (SEMTEC). **PCN+ Ensino Médio: orientações educacionais complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais – Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias**. Brasília: MEC/Semtec, 2002.
- BRASIL; MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO (MEC); SECRETARIA DE EDUCAÇÃO MÉDIA E TECNOLÓGICA (SEMTEC). **Orientações educacionais complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais – Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias**. Brasília: MEC/Semtec, 2006.
- CAMPOS, R. C.; SILVA R. C. Funções da química inorgânica... funcionam?. **Química Nova na Escola**, v. 9, p. 18-22, 1999.
- CÁSSIO, F. L.; CORDEIRO, D. S.; CORIO, P; FERNANDEZ, C. O protagonismo subestimado dos íons nas transformações químicas em solução por livros didáticos e estudantes de química. **Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias**, v. 11, n. 3, p. 595-619, 2012.
- GIMENO SACRISTÁN, J. **O currículo: Uma reflexão sobre a prática**. 3ª ed. Porto Alegre: Artmed, 2000.



- HOLME, T. Comparing Recent Organizing Templates for Test Content between ACS Exams in General Chemistry and AP Chemistry. **Journal of Chemical Education**, v. 91, p. 1352-1356, 2014.
- LOPES, A. R. C. Reações químicas: Fenômenos, transformação e representação. **Química Nova na Escola**, v. 2, p. 7-9, 1995.
- LOPES, A. R. C. Discursos curriculares na disciplina escolar Química. **Ciência & Educação**, v. 11, n. 2, p. 263-278, 2005.
- MARCELO, C. La investigación sobre el conocimiento de los profesores y el proceso de aprender a enseñar: Una revisión personal. In: PERAFÁN, G. A.; ARDÚRIZ-BRAVO, A. (eds.) **Pensamiento y conocimiento de los profesores: Debate y perspectivas internacionales**. Bogotá: Universidad Pedagógica Nacional, 2005. p. 47-61.
- PAJARES, M. F. Teachers' beliefs and educational research: Cleaning up a messy construct. **Review of Educational Research**, v. 62, n. 3, p. 307-332, 1992.
- RAKER, J. R.; HOLME, T. A. A Historical Analysis of the Curriculum of Organic Chemistry Using ACS Exams as Artifacts. **Journal of Chemical Education**, v. 90, p. 1437-1442, 2013.
- STAMOVLASIS, D.; TSAPARLIS, G.; KAMILATOS, C.; PAPAIOIKONOMOU, D.; ZAROTIADOU, E. Conceptual understanding versus algorithmic problem solving: Further evidence from a national chemistry examination. **Chemical Education Research and Practice**, v. 6, n. 2, p. 104-118, 2005.