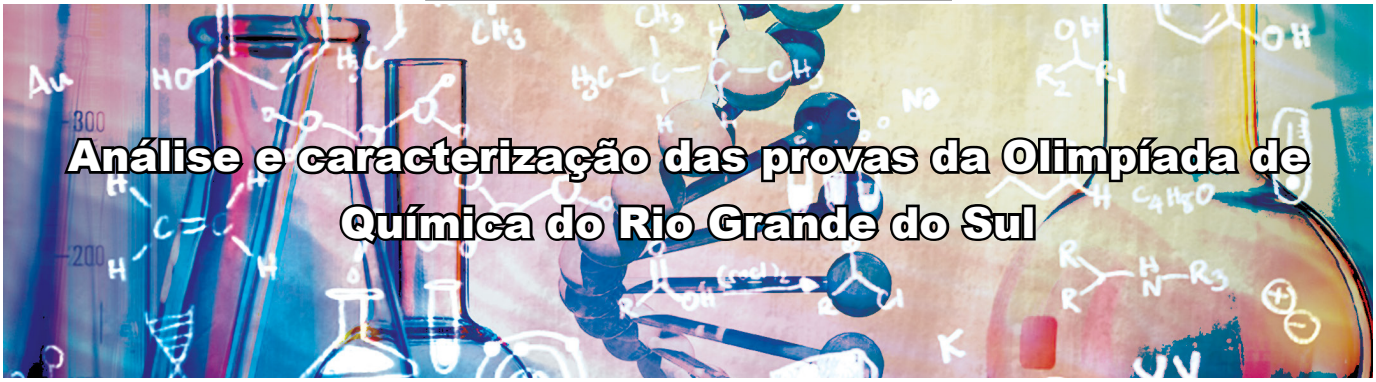
http://dx.doi.org/10.21577/0104-8899.20160298



Análise e caracterização das provas da Olimpíada de Química do Rio Grande do Sul

Caroline S. Koch, Tania Denise M. Salgado, Maurícius S. Pazinato e Camila G. Passos

Este trabalho objetiva identificar os conteúdos e contextos que são abordados nas questões da Olimpíada de Química do Rio Grande do Sul, para elaboração de um panorama sobre o perfil das provas no período compreendido entre 2014 e 2019. A análise documental das 210 questões evidenciou que os conteúdos solicitados com maior frequência são ligações químicas, estequiometria, substâncias inorgânicas, caráter ácido/básico, reações inorgânicas, nomenclatura oficial inorgânica, soluções, equilíbrio químico, termoquímica, reações orgânicas, isomeria, funções orgânicas e titulação. Observou-se a presença de questões complexas e desafiadoras sobre aspectos conceituais e crescente exigência de cálculos. No mínimo um terço das questões usa de contextualização, entretanto em grande parte com enfoque ilustrativo. A temática mais frequente é tecnologia, seguida de meio ambiente. As reflexões desta pesquisa visam contribuir para o aperfeiçoamento das futuras provas e para fomentar novos estudos na área.

▶ Olimpíada de Química do Rio Grande do Sul, análise de questões, perfil de provas ◀

Recebido em 18/11/2021, aceito em 20/02/2022

No ano de 2017, o Instituto de Química (IQ) da Universidade Federal do Rio Grande do Sul - UFRGS assumiu a coordenação pedagógica da Olimpíada de Química do Rio Grande do Sul (OQdoRS), organizando a elaboração de questões, aplicação e correção das provas. Nesse âmbito, essa atividade passou a mobilizar grande interação dos professores e estudantes da referida Universidade na proposição de questões e análise das provas.

Nos últimos anos, o evento tem envolvido um expressivo número de participantes e instituições, abrangendo todas as regiões do estado. A XVII OQdoRS, em 2018, teve 1.325 estudantes de Ensino Médio e de Cursos Técnicos Integrados ao Ensino Médio, de 83 escolas particulares e públicas (municipais, estaduais e federais). Em 2019, a XVIII edição do evento contou com 1.466 estudantes inscritos. A edição de 2020 (XIX OQdoRS) foi realizada de forma virtual em 2021 em razão da pandemia de Covid-19 e contou com 2.677 alunos inscritos.

Alguns estudos feitos com participantes de Olimpíadas de Química revelam benefícios para os alunos, para os professores e para as turmas (Quadros *et al.*, 2010), apesar da presença do caráter competitivo tão discutido na área educacional (Dubet, 2004; Monich, 2007). Na busca da opinião de professores sobre os efeitos da Olimpíada de Química na sala de aula, Quadros *et al.* (2010) coletaram dados que demonstram, em geral, melhora no desempenho dos alunos, mesmo quando estes não apresentaram resultados suficientes nas provas para passar para a próxima fase. Ainda, os autores afirmam que os professores da educação básica observam tal efeito positivo de ambientes competitivos em suas práticas em sala de aula. Eremin e Gladilin (2013) apontam benefícios da *International Chemistry Olympiad* (IChO), como o de ajudar a melhorar as relações entre jovens de diferentes países e encorajar a cooperação e compreensão internacional, abrangendo um programa social em que os estudantes se familiarizam com o país sede do evento, suas tradições, valores culturais e conquistas científicas.

Sanchez *et al.* (2013), no seu estudo sobre implicações das Olimpíadas Regionais de Química em uma cidade do estado de São Paulo no ensino de Ciências, observaram a mobilização das escolas na busca de preparar seus alunos para a Olimpíada, por meio de aulas extras e pesquisas em relação ao tema abordado pela Olimpíada, por exemplo. Os autores classificam tal evento como uma "olimpíada às avessas" por seu objetivo maior de incentivar a mobilização de professores e alunos no ambiente escolar e não a competição, e perceberam a importância de uma prova diferenciada para

Este é um artigo de acesso aberto distribuído sob os termos da Licença de Atribuição Creative Commons

despertar o interesse dos alunos e possibilitar a visualização da aplicação da ciência em diferentes contextos.

Frente a essas experiências questiona-se: Como as questões das provas das Olimpíadas de Química do Rio Grande do Sul são estruturadas, com relação ao conteúdo de Química e o contexto de abordagem? Neste trabalho, pretendeu-se analisar provas aplicadas pelo programa nos anos de 2014 a 2019, na busca de tais informações. Dentro desse objetivo buscou-se identificar os conteúdos e áreas da Química, assim como os contextos que são mais frequentemente exigidos nas provas, para elaboração de um panorama sobre o perfil das OQdoRS no período analisado.

Destaca-se que as reflexões desta pesquisa visam contribuir para o aperfeiçoamento das provas das OQdoRS, pois considera-se que o evento tem potencialidades para mobilizar estudantes e professores da educação básica, assim como da comunidade acadêmica da Química em prol da defesa da permanência do ensino de Química ao longo do Ensino Médio. Desde a promulgação da Lei nº 13.415/2017, conhecida como lei da reforma do Ensino Médio, a qual alterou em vários pontos a Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional (Lei 9.394/96), vivencia-se um momento de reformulações profundas na educação básica que poderão afastar ainda mais os estudantes das carreiras científicas e da oportunidade de interpretarem fatos e fenômenos cotidianos à luz da Química.

Destaca-se que as reflexões desta pesquisa visam contribuir para o aperfeiçoamento das provas das OQdoRS, pois considera-se que o evento tem potencialidades para mobilizar estudantes e professores da educação básica, assim como da comunidade acadêmica da Química em prol da defesa da permanência do ensino de Química ao longo do Ensino Médio.

A Origem das Olimpíadas de Química

A Olimpíada Internacional de Química é realizada com o intuito de aplicar, na área do conhecimento químico, o olimpismo, praticado nas olimpíadas esportivas, que visa a "colocar o esporte a serviço do desenvolvimento harmonioso da humanidade, com o objetivo de promover uma sociedade pacífica preocupada com a preservação da dignidade humana" (*International Olympic Committee*, 2019, p. 11, tradução nossa). Desse modo, o programa intenta estimular o interesse de estudantes em Química através da resolução de problemas, além de buscar promover o contato internacional entre os participantes, amizades entre jovens cientistas de diferentes nacionalidades, cooperação entre estudantes e trocas de experiências pedagógicas e científicas em Química (*International Chemistry Olympiad*, 2018).

A ideia nasceu na antiga Tchecoslováquia que, em 1968, passava por uma situação política tumultuada, sob novos líderes, em reforma econômica e com demanda por mais contatos com outros países. Naquele ano, uma Olimpíada de Química já fazia parte de um sistema de ensino secundário em todos os países do bloco soviético e o programa foi apenas adaptado para a modalidade internacional (Iuventa, 2021), sendo que apenas em 1974 houve a participação de países de fora do bloco soviético (Schwarz, 2018). A partir disso, o evento começou a se difundir entre os continentes: em 1984, houve a primeira participação de um país das Américas (Estados Unidos da América); em 1987, de um país da Ásia (China); em 1988, de um país da Oceania (Austrália); em 2002, de um país da África (Egito). Já a 31ª edição, em 1999, contou com a participação de mais de 50 países (Fung *et al.,* 2017).

Hoje, após mais de 50 edições, a *International Chemistry Olympiad* (IChO) é uma competição internacional de alto nível que reúne a cada ano mais de 320 estudantes, oriundos de 80 nações diferentes. Ainda que cada país seja livre para escolher a forma de seleção dos estudantes, o processo usual envolve aplicações de outras olimpíadas nacionais e regionais. O Brasil iniciou a realização da Olimpíada Brasileira de Química (OBQ) em 1986. O evento ficou suspenso durante sete anos e ressurgiu em 1996, ano que precedeu a participação do Brasil como observador no evento internacional, do qual o país participa ativamente desde 1999. Atualmente, a OBQ é promovida pela Associação Brasileira de Química (ABQ) e coordenada anualmente pela Universidade Federal do Ceará (UFC), Universidade Federal do Piauí (UFPI) e Universidade Estadual do Ceará (UECE), por meio de suas Pró-Reitorias de Extensão, recebendo o apoio do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), do Conselho Federal de Química (CFQ), da Associação Brasileira da Indústria de Álcalis, Cloro e Derivados (ABICLOR) e da Associação Brasileira da Indústria Química (ABIQUIM), de acordo com o *website* da ABQ e de contato com os administradores deste (ABQ, 2021).

A Olimpíada de Química do Rio Grande do Sul

No estado do Rio Grande do Sul realiza-se a OQdoRS, promovida pela Associação Brasileira de Química – Seção do Rio Grande do Sul (ABQ-RS), em parceria com diferentes entidades educacionais do Estado. Esta representa a Fase II da OBQ, logo após a seleção dos estudantes por parte das escolas e institutos, e objetiva, em suma, estimular e valorizar o estudo da Química, promover a integração entre professores e estudantes, descobrir jovens com talento e aptidão para o estudo da Química, ampliar a atuação do estado na OBQ e buscar a integração com outros estados do país (ABQ-RS, 2019).

Atualmente, a OQdoRS ocorre em uma única etapa, composta de uma prova contendo 10 questões objetivas e quatro dissertativas, sendo que o estudante deve obter ao menos quatro acertos nas questões objetivas para ter suas respostas das questões dissertativas corrigidas. Cada instituição pode inscrever, no máximo, 30 estudantes de Ensino

Médio divididos em três modalidades: EM1 (estudantes matriculados no 1º ano), EM2 (estudantes matriculados no 2º ano) e EM3 (estudantes matriculados no 3º ou 4º ano).

Em solenidade pública, os dez estudantes de mais elevados escores em cada modalidade, considerados os vencedores, recebem certificados, enquanto os classificados em 1º, 2º e 3º lugares, em cada modalidade, recebem medalhas de ouro, prata e bronze, respectivamente. Os classificados com notas acima de 60% recebem certificados de Menção Honrosa. Os 28 estudantes de mais elevados escores nas modalidades EM1 e EM2 são convidados a representar o Rio Grande do Sul na OBQ do ano seguinte (Fase III). Os estudantes de mais elevados escores na modalidade EM3 não são convidados, visto que se presume que terão concluído o Ensino Médio na edição seguinte do evento (ABQ-RS, 2019).

Metodologia

A pesquisa descrita neste trabalho tem natureza qualitativa e realizou-se a partir da Análise Documental, sobre o conjunto das provas obtidas (edições de 2014 até 2018 através do *website* da ABQ-RS e as provas de 2019 com os coordenadores do evento da UFRGS). As provas da edição XIX, de 2020, não foram analisadas por terem sido aplicadas após a coleta de dados desta pesquisa.

Ao longo da análise, foi possível a categorização da totalidade das questões das provas, seguindo os pressupostos de Bogdan e Biklen (2013), para elaboração de um panorama sobre o perfil das provas da OQdoRS no período analisado. Para tanto, foram utilizadas algumas das categorias apresentadas por Erthal *et al.* (2015) na pesquisa sobre as provas da Olimpíada Brasileira de Física, sendo elas: conteúdos (assuntos da Química, como estequiometria, por exemplo) e contextos (referências às temáticas de aplicações do conhecimento, como poluição, por exemplo). A classificação das questões deu-se pela leitura de seus enunciados, subitens e alternativas (tanto a correta ou gabarito, quanto as incorretas ou distratores), visto que algumas questões não poderiam ser classificadas baseadas em seu enunciado apenas.

Com a análise das questões, surgiram novas subcategorias que favoreceram a elaboração do panorama sobre as provas. Para identificação dos conteúdos não foram considerados como referência os citados no documento acerca do programa da XVIII OQdoRS (edição de 2019), disponível no *website* da ABQ-RS, pois considerou-se que estes não definem satisfatoriamente as questões analisadas. No documento são citados conteúdos, por exemplo, que não foram cobrados em nenhuma edição, como "Modelo de Thomson", "desvios do comportamento ideal [dos gases]", "Equação de Nernst", entre outros. Dessa forma, consideraram-se os conteúdos que são frequentemente citados nos documentos norteadores e livros didáticos do Ensino Médio, assim como as cinco grandes áreas da Química: Geral, Inorgânica, Orgânica, Físico-Química e Analítica.

Quanto à análise dos contextos, as questões foram agrupadas nas seguintes subcategorias relacionadas às temáticas: tecnologia, meio ambiente, comportamento de substâncias, poluição, saúde e histórico. Estas serão apresentadas no decorrer do trabalho.

Resultados e Discussão

No total, foram analisadas 210 questões do conjunto de provas do período de 2014 até 2019. Cada edição compreende três provas aplicadas nas modalidades EM1, EM2 e EM3, cada uma contendo um determinado número de questões, sendo 20 questões nas provas de 2014 a 2015 e 14 nas provas a partir de 2016. As questões foram agrupadas pelo ano de aplicação, visto que algumas repetem-se em provas de modalidades diferentes.

Algumas questões são utilizadas como exemplo ao longo deste trabalho, identificadas de acordo com o ano e a menor modalidade da prova em que foram aplicadas. Assim, uma questão que foi aplicada em uma prova da modalidade EM2 da edição de 2018 e que também foi aplicada na prova da modalidade EM3 do mesmo ano está identificada como 2018-EM2-XX, sendo XX o número da questão na prova da modalidade informada. As questões das edições de 2014 a 2018 podem ser conferidas no banco de dados do *website* da ABQ-RS (ABQ-RS, 2019a).

Quanto à análise dos contextos, as questões foram agrupadas nas seguintes subcategorias relacionadas às temáticas: tecnologia, meio ambiente, comportamento de substâncias, poluição, saúde e histórico.

As provas sofreram mudanças ao longo dos anos em relação ao número de questões. As provas de 2014 e 2015 contavam com 20 questões ao todo, sendo 15 objetivas e 5 dissertativas. A partir de 2016 as provas apresentaram um total de 14 questões, 10 objetivas e 4 dissertativas. O número total de questões objetivas e dissertativas varia mesmo em provas compostas por um mesmo número total de questões em razão das que se repetem em provas de diferentes modalidades. Observa-se que as questões objetivas de afirmativas foram mais frequentes nos primeiros anos analisados do que nos últimos e as objetivas de múltipla escolha foram sempre as mais presentes nas provas, aumentando sua representatividade até chegar a cerca de 80% das questões na edição de 2019, como pode ser visto no Gráfico 1. Já as questões dissertativas mantiveram a proporção em torno de 25% do total de questões em todos os anos analisados.

Conteúdos

Na análise sobre os conteúdos e áreas da Química, observou-se uma discrepância entre o número de questões total de cada área, o que acontece por muitas questões se

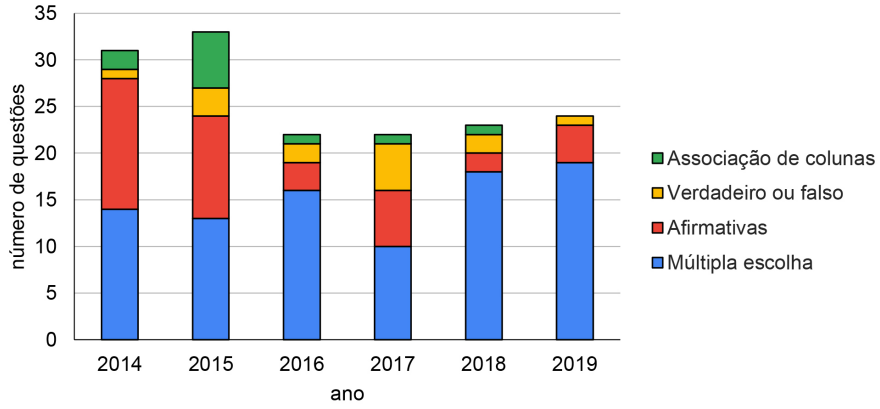


Gráfico 1: Estruturação das questões objetivas ao longo dos anos. Fonte: Autores.

repetirem em provas de diferentes modalidades, ao mesmo tempo que todas apresentam um mesmo número total de questões em cada edição. Assim, as provas da modalidade EM1 são compostas por questões referentes às áreas de Geral e Inorgânica, enquanto as provas das modalidades EM2 também apresentam questões presentes nas da EM1, além de questões referentes à área Físico-Química. Nas provas da modalidade EM3 estão presentes questões abordadas nas provas da modalidade EM1 e EM2, trazendo, além dessas, questões referentes à área de Orgânica. Assim, o número total de questões da área de Orgânica é menor que o da área de Físico-Química, sendo este menor que o das áreas Geral e Inorgânica juntas. Dito isto, é importante salientar que não foram contabilizadas duplamente as questões reincidentes em provas de diferentes modalidades.

É importante esclarecer que algumas questões se enquadram em mais de uma área da Química, o que acontece em muitas questões da modalidade EM1, abrangendo as áreas de Geral e Inorgânica ao mesmo tempo, além das questões da área de Analítica que sempre abrangem outra área.

O Gráfico 2 mostra a distribuição de questões por área da Química ao longo dos anos. Nota-se que, a partir de 2015, a área Geral sempre foi a mais frequente. A área Inorgânica foi perdendo relevância ao longo dos anos e a de Físico-Química foi sempre mais frequente que a de Orgânica, exceto em 2019 (apesar da característica das provas de cada modalidade, comentada anteriormente). Questões da área Analítica começaram a compor as provas a partir de 2016, mantendo sua frequência até 2019 praticamente constante.

Assim como a classificação em áreas de Química, as questões que se enquadram em mais de uma categoria de conteúdo também foram contabilizadas em ambas. O mesmo ocorre na análise de contextos na próxima seção. Observa-se pelo Gráfico 3, com o indicativo da frequência de cada conteúdo da área Geral no conjunto de provas, que as provas de 2016 aparentam trazer menos questões da área analisada em comparação às demais, embora apresentem um número igual de questões totais da área ao das provas de 2014 e 2019, o que revela que tais questões enquadram-se em menos categorias simultaneamente. Pelo gráfico verifica-se que os conteúdos ligações químicas (juntamente com fórmula química e propriedades físico-químicas características) e estequiometria (juntamente com balanceamento, cálculos simples, mol, massa molar, densidade, concentração, número de Avogadro e lei dos gases ideais) foram os mais questionados no período analisado.

Na área Inorgânica, os conteúdos mais frequentes variam conforme cada ano entre as categorias substâncias inorgânicas, nomenclatura oficial, caráter ácido/básico e reações, conforme o Gráfico 4.

Em Físico-Química, há um melhor equilíbrio entre os conteúdos observados, como podemos ver no Gráfico 5, sendo soluções, equilíbrio químico e termoquímica mais frequentes.

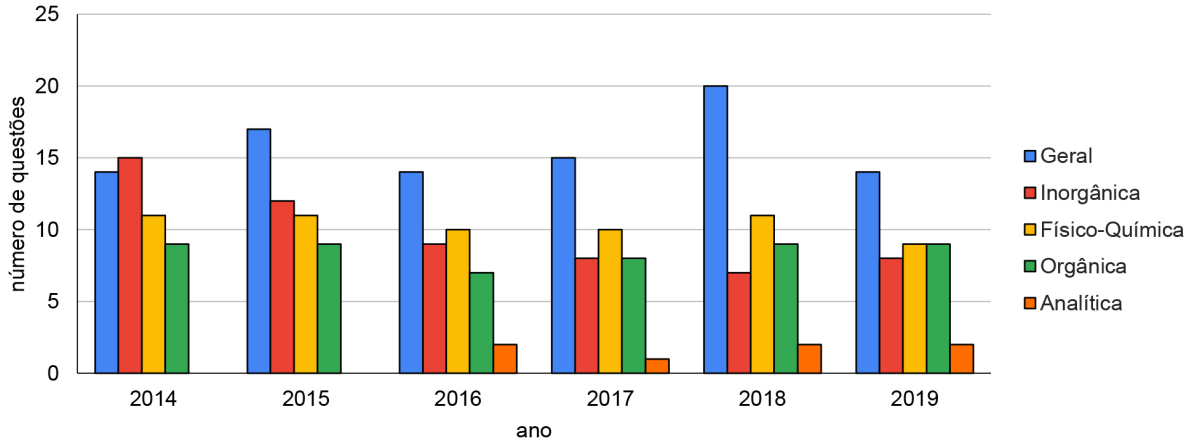


Gráfico 2: Áreas da Química em questões ao longo dos anos Fonte: Autores.

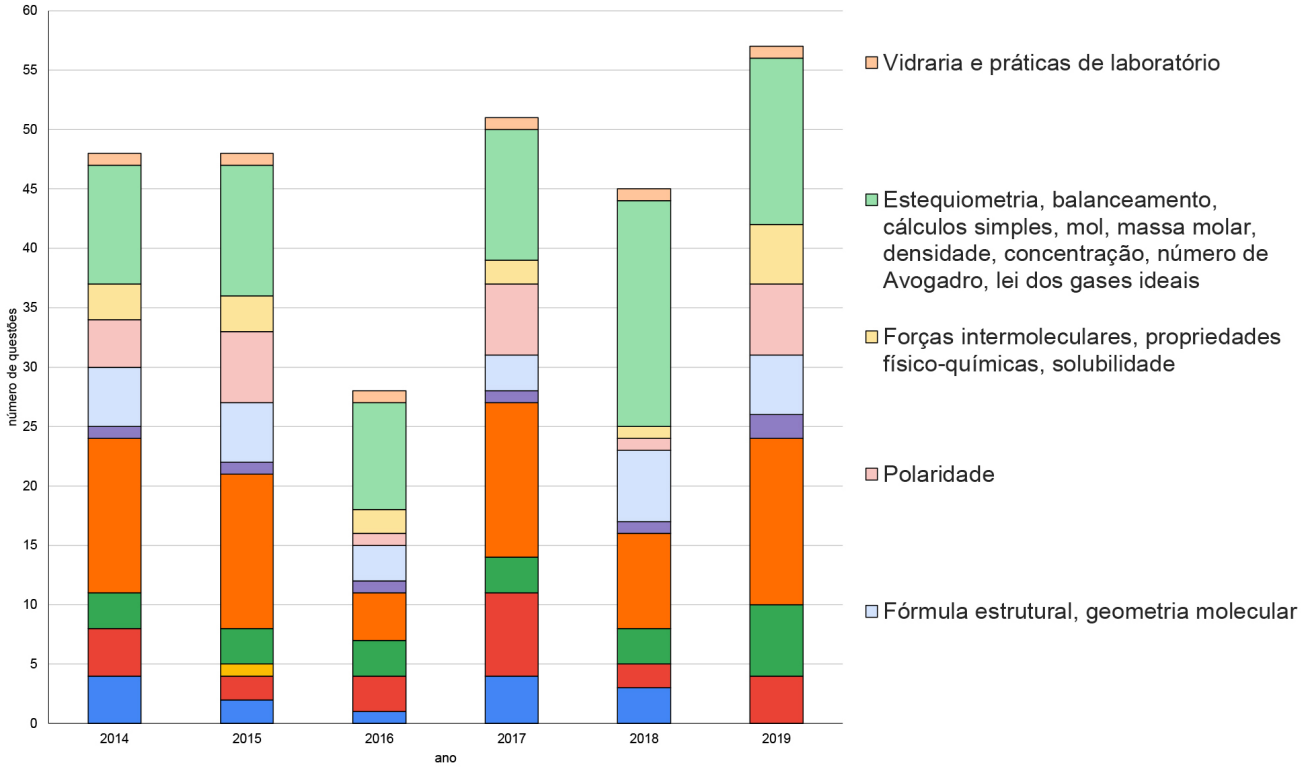


Gráfico 3: Frequência dos conteúdos da área Química Geral. Fonte: Autores.

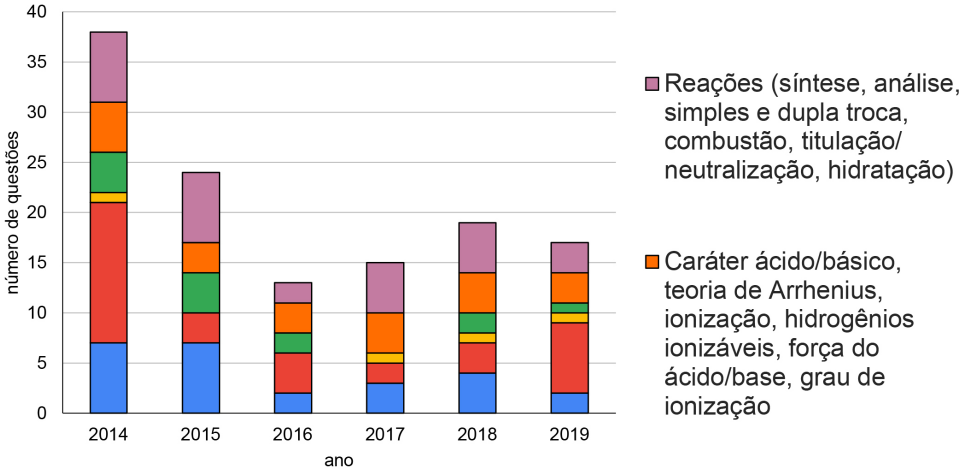


Gráfico 4: Frequência dos conteúdos da área Inorgânica. Fonte: Autores.

O conteúdo de reações orgânicas é o mais frequente na área de Orgânica, próximo aos conteúdos isomeria e funções orgânicas, conforme Gráfico 6, e o conteúdo titulação é o mais frequente na área Analítica, conforme Gráfico 7.

Importante informar que, na área de Analítica, cada questão foi classificada tanto conforme a natureza da análise (qualitativa, que visa identificar componentes de uma amostra, ou quantitativa, que visa quantificar componentes de uma amostra) quanto conforme a técnica utilizada (demais categorias).

Todas as questões foram classificadas em todas as categorias e subcategorias de conteúdos em que se enquadraram. A questão 2015-EM1-06 (Figura 1) é um exemplo de questão que se enquadra em mais de uma categoria simultaneamente, sendo classificada em quatro categorias de duas áreas diferentes. Esta é uma questão que aborda conteúdos na área de Geral como estequiometria, concentração, lei dos gases ideais e balanceamento. Já na área de Inorgânica, o caráter ácido-base, grau de ionização, solubilidade e número de oxidação.

Outros exemplos mostram a complexidade de certas questões, ao abordar um conteúdo em sua integralidade, contemplando vários conceitos e entendimentos afins. A questão 2019-EM2-14 (Figura 2) aborda o conteúdo de eletroquímica, abrangendo um conhecimento específico (que o aluno pode ter memorizado ou tê-lo mais consolidado ao realizar práticas de laboratório), conceitos sobre a reação, cálculos sobre a diferença de potencial e, ainda, cálculos sobre a massa perdida durante a oxidação do metal.

Como ressalva, optou-se por separar em diferentes

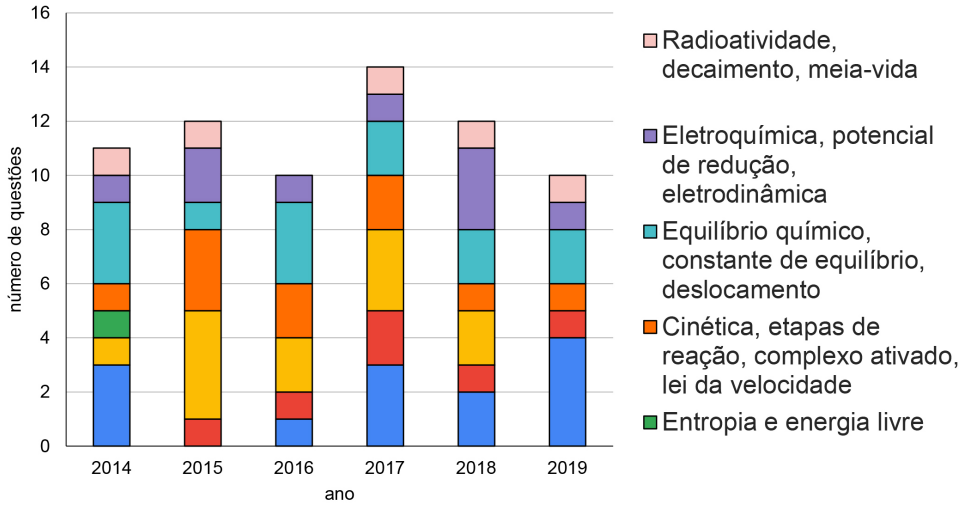


Gráfico 5: Frequência dos conteúdos da área Físico-Química. Fonte: Autores.

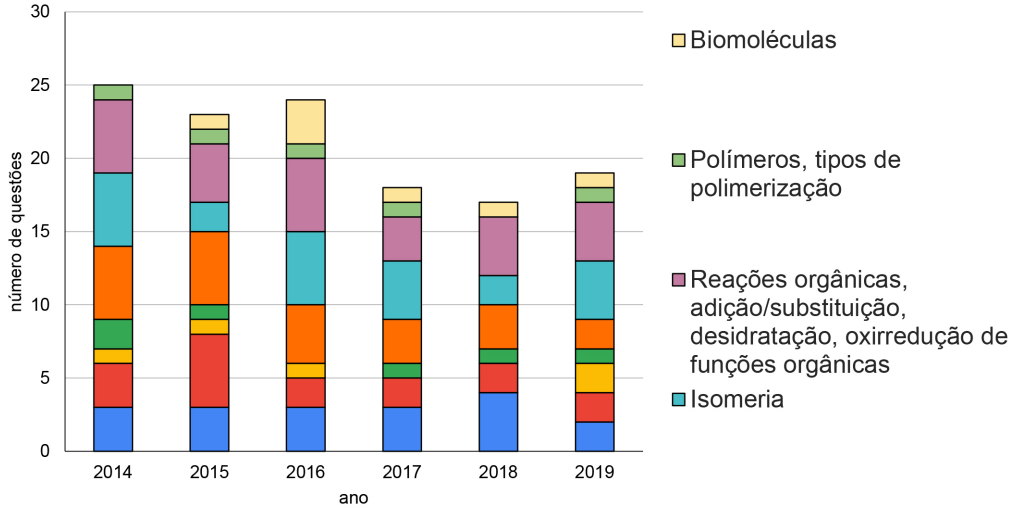


Gráfico 6: Frequência dos conteúdos da área Orgânica. Fonte: Autores.

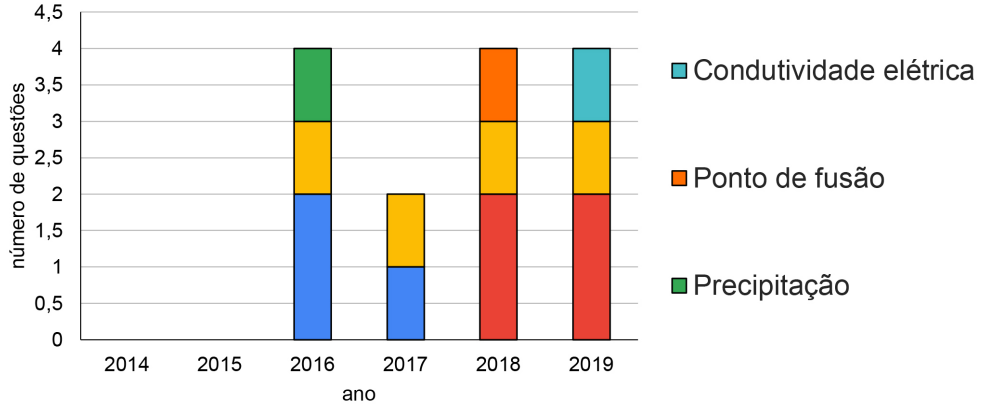


Gráfico 7: Frequência dos conteúdos da área Analítica. Fonte: Autores.

categorias os termos isóbaros e isótonos dos termos isótopos e isoeletrônicos, por se entender que os primeiros não são conceitos estruturantes e relevantes para os estudantes. Santos e Schnetzler (1996) mencionam que o estudo da linguagem química não pode ser feito de forma exagerada em termos de classificações, mas de maneira contextualizada, de modo a permitir ao aluno compreender sua importância para o conhecimento químico e interpretar o significado correspondente da simbologia química. No caso dos termos isótono e isóbaro não se constata tal importância e significado, sendo estes até chamados de inúteis e obsoletos por educadores entrevistados no estudo dos autores. Apenas em uma questão das provas de 2015, tais termos foram abordados, a qual exigia que os estudantes recordassem uma informação e aplicassem uma equação que relaciona a quantidade de partículas subatômicas. Por essa razão da

Questão 06: Devido ao aumento da demanda de fertilizantes com elevado teor de fósforo, nos dias de hoje, houve uma rápida expansão na fabricação de ácido fosfórico, a partir da rocha fosfática (processo por via úmida), conforme mostra a reação simplificada, não balanceada, abaixo:

$$Ca_3(PO_4)_{2\,(s)} + H_2SO_{4\,(l)} + H_2O_{(l)} \rightarrow H_3PO_{4\,(l)} + CaSO_4.2H_2O_{(s)}$$

Sobre essa reação, são feitas as afirmações:
I- O número de oxidação do fósforo é +5, nos seus respectivos compostos.
II- A soma dos menores coeficientes inteiros possíveis é igual a 15.
III- O ácido fosfórico, em solução aquosa, apresenta grau de ionização maior do que o ácido sulfúrico.
IV- O sal obtido é pouco solúvel em água e é anidro.
Estão corretas:
a) Somente I, II e IV
b) Somente II, III e IV
c) Somente I, II e III
d) Somente I e II
e) Somente I e III

Figura 1: Questão 2015-EM1-06. Fonte: ABQ-RS (2019a).

linguagem química também se optou por separar em diferentes categorias as questões que abordam nomenclaturas oficiais e usuais, observando-se que a segunda aparece sempre em menor frequência, visto que privilegiam aspectos memorísticos.

Da mesma forma, em apenas uma questão do total analisado, constituinte da edição de 2018, verificou-se a utilização do termo "função ácido", apesar de o termo "funções inorgânicas" para tratar de ácidos, bases, sais e óxidos ser amplamente criticado e recomendado que seja abolido do ensino de Química (Silva *et al., 2014*). Os autores Campos e Silva (1999), já na década de 1990, alertavam para a necessidade de considerar a relatividade no comportamento das espécies químicas, pois o que se observa é um comportamento ácido e básico, não um conjunto de substâncias semelhantes em composição e comportamento. Pela mesma razão, a categoria das questões sobre esses grupos de substâncias foi denominada substâncias inorgânicas.

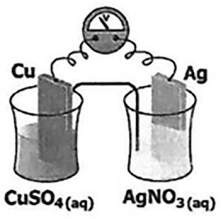
Salienta-se que este estudo propõe sugestões para o aperfeiçoamento das provas, visto que as OQdoRS contemplam um número significativo de participantes e mobilizam estudantes e professores a dedicar-se ao estudo dos conceitos e princípios químicos. Entende-se que o perfil de competição de atividades como as olimpíadas não é perfeitamente justo, como aponta Dubet (2004). Todavia, a preparação para as provas pode favorecer o trabalho em equipe entre estudantes e professores, aproximar educação básica e superior de Química em atividades de reflexão sobre os processos de construção curricular, além de favorecer a escolha por cursos superiores nas áreas das Ciências, como identificado em estudos recentes de Paiva *et al.* (2020) e de Schwarz (2018).

Temos, assim, um contraste de efeitos da competitividade sobre estudantes. Enquanto alguns podem ser afetados de modo negativo, como alerta Monich (2007) sobre o reforço do individualismo causado pela competição, até mesmo de perda de autoestima no caso de um resultado negativo, outros o podem ser de modo positivo. Conforme apontamentos de Silva e Sales (2017), os *games* influenciam no processo de ensino e aprendizagem por associarem aspectos como conflitos, *feedback*, diversão e competição, entre outros. É importante lembrar que a Olimpíada em si não tem por objetivo ensinar o conteúdo nela contido, mas pode servir como auxiliar no ensino e como teste para desafiar os conhecimentos do estudante. Pintrich (2003) recomenda a proposição de tarefas que tanto ofereçam oportunidades de sucesso quanto desafiem intelectualmente os estudantes, satisfazendo uma necessidade de competência ou de realização, a fim de desenvolver a motivação destes. Dessa forma, alguns estudantes podem sentir-se estimulados ao estudo mediante a realização das provas e, quando isso resulta em um bom desempenho, o reconhecimento do estudante e sua escola é um fator de valorização e de incentivo para toda a comunidade.

Além das olimpíadas, outros eventos que envolvem a premiação dos alunos que atingem melhores resultados, também não trazem a competição como objetivo, mas não deixam de envolvê-la, como o Torneio Virtual de Química. O referido torneio objetiva fomentar o interesse e o estudo

Questão 14

Considere o esquema da pilha a seguir e os dados de potencial dos metais nela envolvidos. As soluções nos eletrodos têm concentrações iguais a 1,00 mol.L^{-1}:



POTENCIAL PADRÃO DE REDUÇÃO (E^0), em VOLTS

$Cu^{2+}/Cu = +0,34$
$Ag^{+}/Ag = +0,80$

CONSTANTE DE FARADAY: F = 96500 C

(a) Antes do início da reação, qual a coloração das soluções aquosas?
(b) Escreva as semirreações de redução e de oxidação, bem como a reação global.
(c) Qual a ddp gerada pela pilha, em volts? Registre o cálculo.
(d) Uma das placas metálicas dessa pilha perde massa durante determinado experimento. Considere que essa pilha ficou em funcionamento por 64 minutos e 20 segundos, gerando corrente constante e igual a 0,5 ampère. Que metal perde massa nessa pilha? E qual a massa, em **miligramas**, perdida?

Figura 2: Questão 2019-EM2-14. Fonte: ABQ-RS (2019a).

da Química, aproximar os ensinos médio e superior em termos de conteúdo e desenvolver a capacidade de pesquisa e trabalho em equipe dos participantes, que em sua maioria escolhem, posteriormente, cursos superiores nas áreas de Ciências, Tecnologias, Engenharias e Matemática (Paiva *et al.*, 2020). Ademais, a utilização de jogos didáticos e dos *games* (gamificação), cada vez mais desenvolvidos para o uso nas salas de aula (Silva e Sales, 2017), recebem poucas críticas por seu caráter competitivo em comparação com as olimpíadas científicas escolares. Assim, dependendo do contexto, a competição pode ser utilizada como um dos elementos que mobiliza os estudantes no processo de aprendizagem.

Contextos

Do total de 210 questões analisadas, 89 apresentaram um contexto, conforme análise apresentada no Gráfico 8.

As questões classificadas na subcategoria **tecnologia** são, em geral, as mais frequentes. Essa primeira subcategoria abrange questões que trazem alguma substância química e apenas citam tipos de produtos em que esta pode ser empregada na indústria, a exemplo da questão 2014-EM1-06, Figura 3, que também exemplifica a subcategoria **métodos/técnicas industriais**. Observa-se que esse tipo de questão foi frequente apenas nas provas dos anos de 2014 e 2015.

Já a segunda subcategoria abrange questões que trazem algum produto industrial e exploram a composição específica deste, seja ilustrando a fórmula estrutural da molécula que o compõe majoritariamente, seja informando algum parâmetro químico como o pH, como ilustra a questão 2017-EM3-13, Figura 4. A subcategoria **combustíveis** abrange derivados de petróleo, etanol, propano e biodiesel, sua composição química e/ou efeitos na natureza.

As subcategorias **meio ambiente e saúde** foram as mais recorrentes após a subcategoria **tecnologia**. A subcategoria **composição de produtos naturais** é semelhante à subcategoria **composição de produtos industriais**, abrangendo questões que trazem algum produto natural (como plantas, alimentos in natura ou minimamente processados) e exploram sua composição específica, ilustrando a fórmula estrutural da molécula que o compõe majoritariamente ou informando algum parâmetro químico como o pH. Questões que informam como e/ou onde substâncias ocorrem na natureza foram categorizadas em **ocorrência natural de substâncias**. Questões que citam algum alimento foram classificadas na subcategoria **alimentos**, mesmo as que também foram classificadas em **composição de produtos naturais**. Na subcategoria **água**, a maior parte das questões versa sobre o tratamento de água e outras sobre o papel da água em organismos vivos. As questões que citam a necessidade de reduzir ou eliminar o uso ou a geração de substâncias perigosas durante reações químicas foram categorizadas em **Química Verde**.

As questões classificadas em **comportamento de substâncias** citam informações sobre as substâncias abordadas para efeito de ilustração apenas, não sendo necessárias à resolução. Questões da subcategoria **poluição** trazem diferentes fenômenos causados por substâncias liberadas na natureza, a exemplo da questão 2015-EM1-20 (Figura 5), a qual também apresenta imprecisões sobre o aquecimento global e efeito estufa. As questões classificadas em **saúde** informam efeitos de substâncias no corpo humano e as classificadas em **histórico** trazem uma data ou evento que conferem um contexto histórico à questão.

A observação do número de questões contextualizadas (relacionadas à alguma temática) em cada ano nos leva a concluir que houve um movimento levemente decrescente no seu uso. As provas dos primeiros anos apresentaram cerca de 43% de questões contextualizadas, em 2016 houve um pico de 61% do total de questões e em 2017 e 2018 caiu para cerca de 35%, havendo um pequeno aumento em 2019, para 37%. Ao longo da pesquisa, buscou-se verificar se a postura frente à contextualização das questões teve mudança ao longo dos

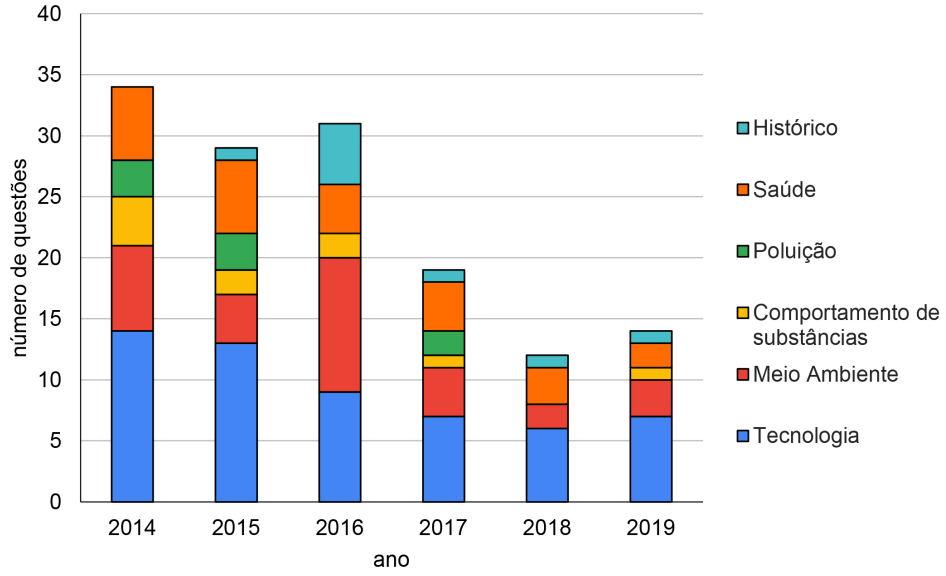


Gráfico 8: Temáticas utilizadas nas questões contextualizadas por ano. Fonte: Autores.

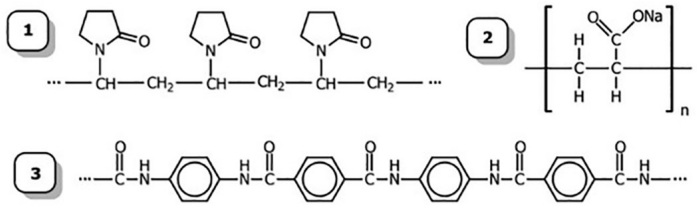
Questão 06: O ácido nítrico é forte, volátil à temperatura ambiente e oxidante enérgico. É o segundo ácido mais fabricado e mais consumido na indústria química, perdendo apenas para o ácido sulfúrico.
Suas principais aplicações são na produção de fertilizante agrícola, de explosivos, de vernizes, resinas sintéticas, corantes, nylon, dentre outras.
Seus sais são os nitratos, destacando-se o nitrato de potássio, usado na indústria de pólvora e o nitrato de amônio, na indústria de fertilizantes.
Modernamente, é produzido a partir do processo de Ostwald que consta, basicamente, de três etapas:
1ª etapa: Queima da amônia, resultando no gás monóxido de nitrogênio.
2ª etapa: Reação do monóxido de nitrogênio com oxigênio, produzindo o dióxido de nitrogênio.
3ª etapa: Reação do dióxido de nitrogênio com água, a alta pressão, produzindo, por fim, esse ácido e, como subproduto, o monóxido de nitrogênio.

Baseado no texto acima, avalie as seguintes afirmações:
I- Na 1ª etapa, o número de oxidação do nitrogênio varia de 3+ para 2+.
II- A geometria molecular do gás produzido na 2ª etapa é linear.
III- No íon nitrato, o nitrogênio apresenta número de oxidação 5+.
IV- O grau de ionização do ácido nítrico é menor do que 50 %.
V- A soma dos menores coeficientes inteiros de todos os compostos envolvidos na reação da 3ª etapa é igual a 7.

Estão corretas:
a) Somente I, II, III e V
b) Somente II, III e IV
c) Somente I, IV e V
d) Somente II e IV
e) Somente III e V

Figura 3: Questão 2014-EM1-06. Fonte: ABQ-RS (2019a).

A seguir você encontra três representações de polímeros sintéticos: (1) PVP – **polivinilpirrolidona**, que faz parte da composição de sprays fixadores para cabelos, (2) **poliacrilato de sódio**, utilizado em fraldas descartáveis e (3) **Kevlar**, material muito resistente, utilizado na confecção de coletes à prova de balas, por exemplo.



a) Classifique os polímeros em: (i) de condensação, (ii) de adição, (iii) homopolímeros, (iv) copolímeros;
b) Por que o polímero (2) é utilizado em fraldas descartáveis, diferentemente dos polímeros (1) e (3)?
c) Monte a equação para a reação de polimerização do material (1), escrevendo o produto com a fórmula da unidade de repetição entre colchetes (a exemplo da representação do polímero 2);
d) Represente a(s) estrutura(s) do(s) monômero(s) do polímero (3).

Figura 4: Questão 2017-EM3-13. Fonte: ABQ-RS (2019a).

anos, o que não foi observado. Poucas questões trazem uma contextualização mais profunda, e essas não ocorrem em maior número em provas de algum ano específico. A maioria das questões que apresentam alguma temática no enunciado apenas ilustram ou exemplificam os conceitos científicos e tecnológicos abordados. A questão 2019-EM3-05 (Figura 6) é exemplo de uma maior contextualização observada (além da questão já citada 2017-EM3-13, Figura 4). Nessas questões, o leitor pode ter um panorama representativo do nível de contextualização utilizado nas provas.

A contextualização de uma questão também é importante para a motivação dos estudantes, pois atribui significado ao conteúdo e estimula o interesse, sendo umas das recomendações do autor Pintrich (2003) para o desenvolvimento de motivação intrínseca (motivação de maior grau de autonomia) dos estudantes. A contextualização, porém, não deve ser pensada apenas como um pretexto para o desenvolvimento dos conhecimentos científicos, uma vez que a significação de conceitos, viabilizada por meio da problematização aprofundada do contexto, permite muito mais do que sua aprendizagem, já que possibilita o desenvolvimento cognitivo que capacita os sujeitos a pensarem e agirem de forma mais consciente no mundo (Wartha *et al.*, 2013).

Conforme apontado por Schwarz (2018), é necessário que a organização de eventos, como as olimpíadas científicas, prime pelo cuidado de não afastar um estudante por meio de provas mal elaboradas, mas sim busque reter sua atenção, despertar sua imaginação e interesse científico, proporcionando mais prazer ao ato de estudar aquela área do conhecimento. Identifica-se, assim, uma contrapartida

Questão 20: Muitos dos gases poluentes que são liberados para a atmosfera são poderosos absorventes da radiação infravermelha e, pelo fato de deterem mais calor, podem aumentar o aquecimento da Terra, ocasionando o chamado efeito estufa.
Como consequência desse aquecimento global tem-se o derretimento das camadas de gelo glaciares, aumento da acidificação e do nível dos oceanos, alteração dos ciclos biológicos, agravamento da seca com queda de produção agrícola, dentre outros efeitos.

Os principais gases responsáveis pelo efeito estufa são mostrados na tabela a seguir: Fonte: Informativo do CRQ-V, Jan a Março de 2015, pg 5.

Gás	CO_2	CH_4 (metano)	CFC'S (clorofluoretos de carbono)	N_2O
Contribuição para o aquecimento (%)	49	18	14	6

Baseado na tabela e, considerando o produto da decomposição anaeróbica de resíduos orgânicos como gás 1 e o produto da queima de combustíveis fósseis, principalmente do carvão mineral e petróleo, como gás 2, responda as questões abaixo.

a) Identifique e desenhe a geometria das moléculas dos gases 1 e 2.
b) Faça a reação de combustão completa, balanceada, do gás 1.
c) Borbulhando o gás 2 em uma solução de hidróxido de cálcio, percebe-se a formação de uma turbidez. Escreva a reação e explique o que significa essa turbidez.

Figura 5: Questão 2015-EM1-20. Fonte: ABQ-RS (2019a).

O grafeno é o primeiro material cristalino verdadeiramente bidimensional. Sua produção, isolamento, identificação e caracterização renderam o Prêmio Nobel de Física 2010 aos cientistas russos Andre Geim e Konstantin Novoselov. Camadas de 70 cm de largura já foram obtidas e o material é mais resistente que uma amostra de aço de mesma dimensão, estica até 20% sem romper e conduz corrente elétrica melhor que o cobre.

Ao lado é exibido um trecho de um modelo da rede 2D de grafeno. Sobre esse material, julgue se as afirmações são verdadeiras (V) ou falsas (F):

( ) No grafeno, os átomos de carbono estão hibridizados sp^2.
( ) Os ângulos entre as ligações são de 120°.
( ) O material é bom condutor de eletricidade devido à ressonância eletrônica dos elétrons π distribuídos pela estrutura.

É correta a sequência:

a) V – V – V b) V – F – V c) V – V – F d) F – V – F e) F – F – V

Figura 6: Questão 2019-EM3-05. Fonte: ABQ-RS (2019a).

da equipe organizadora do evento frente ao cuidado com os estudantes, também responsabilidade da escola. Dito isso, considera-se que a contextualização (em conjunto com a problematização) favorece um ambiente de cooperação em detrimento de competição e que essa característica das questões possa ser revista pelos organizadores da OQdoRS, posto que a contextualização é uma perspectiva amplamente difundida nas pesquisas da área de Ensino de Química (Santos e Schnetzler, 1996).

Conclusão

Com a análise documental proposta, constatou-se que os conteúdos mais frequentes nas questões, dentro de suas respectivas áreas da Química, foram ligações químicas, estequiometria, substâncias inorgânicas, caráter ácido/básico, reações inorgânicas, nomenclatura oficial inorgânica, soluções, equilíbrio químico, termoquímica, reações orgânicas, isomeria, funções orgânicas e titulação. As provas trazem algumas questões complexas, que abrangem vários aspectos de um conteúdo ou mesmo várias categorias de conteúdos, as quais têm potencial de desafiar os conhecimentos dos estudantes, além de servirem como auxiliar no ensino. Ao longo dos anos, elas têm aumentado a exigência de cálculos, porém não diminuindo a cobrança de aspectos teóricos. No mínimo um terço das questões em cada ano são contextualizadas, sendo tecnologia a temática mais frequente, seguida de meio ambiente. Entretanto, salienta-se que os contextos foram utilizados na maioria das questões com enfoque ilustrativo e não relacionado ao questionamento proposto.

O panorama exposto sobre o perfil das provas da OQdoRS no período analisado possibilita traçar orientações para os professores e coordenadores que pretendem

mobilizar seus alunos a participarem das Olimpíadas de Química. Além disso, enfatiza a importância da permanência do componente curricular de Química ao longo do Ensino Médio e de ações como as olimpíadas em geral para divulgação das Ciências. Como mostrado por Schwarz (2018), muitos estudantes participantes do evento prosseguem a cursos superiores, entre os quais um número razoável opta por graduações com alta carga de Química. O evento também se revela como forma de gerar satisfação e quebrar preconceitos com a área.

Atenta-se para a necessidade de adequação das provas aos aspectos apontados na literatura contemporânea de Ensino de Ciências quanto à utilização da contextualização, visando ampliar o impacto do evento conforme seu objetivo maior de estimular e valorizar o estudo da Química, visto o potencial de mobilizar um número expressivo de estudantes e escolas do estado. Assim, este trabalho constitui-se como referência para os desenvolvedores das provas, possibilitando-os avaliar se estas têm traduzido de forma coerente as intenções e a filosofia do programa, bem como traçar estratégias a fim de aprimorá-las.

Este trabalho busca não apenas subsidiar a divulgação e aperfeiçoamento do evento, mas também mobilizar novos estudos na área. Outros elementos podem ser investigados, como o perfil de provas olímpicas aplicadas em outros estados e na fase nacional comparado ao das aplicadas na OQdoRS, além de outras provas avaliativas na área. A modalidade virtual de realização da prova, utilizada na última edição, também pode ser analisada, fomentando discussões acerca do ensino e aprendizagem em ambientes virtuais, tão necessário na atualidade.

Caroline Seibt Koch (caroline.97@live.com), licenciada em Química pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, RS – BR. **Tania Denise Miskinis Salgado** (tania.salgado@ufrgs.br), doutora em Ciências pela UFRGS. Professora do Programa de Pós-Graduação em Química e Programa de Pós-Graduação de Educação em Ciências da UFRGS. Porto Alegre, RS – BR. **Maurícius Selvero Pazinato** (mauricius.pazinato@ufrgs.br), doutor em Educação em Ciências pela Universidade Federal de Santa Maria. Professor do Programa de Pós-Graduação em Química da UFRGS. Porto Alegre, RS – BR. **Camila Greff Passos** (camila.passos@ufrgs.br), doutora em Educação Química pela UFRGS. Professora do Programa de Pós-Graduação em Química da UFRGS. Porto Alegre, RS – BR.

Referências

ABQ (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE QUÍMICA). *Programa Nacional Olimpíadas de Química*. Disponível em: http://www.obquimica.org/, acesso em out. 2021.

ABQ-RS (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE QUÍMICA SECÇÃO REGIONAL DO RIO GRANDE DO SUL). *Provas de edições anteriores da OQ do RS*. 2019. Disponível em: https://abqrs.com.br/2019/09/13/provas-de-edicoes-anteriores-da-oq-do-rs/, acesso em out. 2021.

ABQ-RS (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE QUÍMICA SECÇÃO REGIONAL DO RIO GRANDE DO SUL). *Regulamento da XVIII Olimpíada de Química do Rio Grande do Sul (OQdoRS – 2019).* 2019. Disponível em: https://abqrs.com.br/wp-content/uploads/2019/ 05/Regulamento-OQRS-2019.pdf, acesso em out. 2021.

BOGDAN, R. e BIKLEN, S. K. *Investigação Qualitativa em Educação* - uma Introdução **à** Teoria e aos Métodos. Portugal: Editora Porto, 2013. 336 p.

CAMPOS, R. C. e SILVA, R. C. Funções da Química Inorgânica ...funcionam? *Química Nova na Escola*, vol. 09, maio 1999.

DUBET, F. O que é uma escola justa? *Cadernos de Pesquisa*, v. 34, n 123, p. 539 – 555, 2004.

EREMIN, V. V. e GLADILIN, A. K. International Chemistry Olympiad and its role in chemical education. *Russian Journal of General Chemistry*, Pleiades Publishing Ltd., vol. 83, n. 4, p. 830–838, 2013.

ERTHAL, J. P. C.; CAMPOS, R. G.; SOUZA, T. F. e OLIVEIRA, J. S. Análise e caracterização das questões das provas da Olimpíada Brasileira de Física. *Caderno Brasileiro de Ensino de Física*, v. 32, n. 1, p. 142-156, abr. 2015.

FUNG, F. M.; PUTALA, M.; HOLZHAUSER, P.; SOMSOOK, E.; HERNANDEZ, C. e CHANG, I. Celebrating the golden jubilee of the International Chemistry Olympiad: back to where it all began. *Journal of Chemical Education,* v. 95, n. 2, p. 193-196, 21 dez. 2017.

INTERNATIONAL CHEMISTRY OLYMPIAD. *Regulation*, 2018. Disponível em https://icho2019.paris/en/a-propos/reglement/, acesso em out. 2021.

INTERNATIONAL OLYMPIC COMMITTEE. *Olympic charter*, Lausanne, International Olympic Committee, 2019.

IUVENTA. *Short history of the International Chemistry Olympiad*. Disponível em: https://www.iuventa.sk/en/Subpages/ICHO/History-of-the-ICHO.alej, acesso em out. 2021.

MONICH, A. A. Ética como atitude pedagógica na escola. *Atos de Pesquisa em Educação*, v. 2, n. 2, p. 330–339, 2007.

PAIVA, V. T. C.; PARMA, E. e BUFFON, R. Offering an online chemistry tournament to engage high school students: a 10 year experience in Brazil. *Journal of Chemical Education*, American Chemical Society, vol. 97, n. 3, p. 861–865, 2020.

PINTRICH, P. R. A motivational science perspective on the role of student motivation in learning and teaching contexts. *Journal of Educational Psychology*, v. 95, n. 4, p. 667– 686, 2003.

QUADROS, A. L.; FÁTIMA, Â.; SILVA, D. C.; ANDRADE, F. P.; SILVA, G. F.; ALEME, H. G. e OLIVEIRA, S. R. Aprendizagem e competição: a Olimpíada Mineira de Química na visão dos professores de ensino médio. *Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências*, Belo Horizonte, v. 10, n.3, p. 125-136, 2010.

SANCHEZ, J. R.; ABREU, D. G. e IAMAMOTO, Y. Estudo das implicações das olimpíadas de química para o ensino de ciências nas escolas de ribeirão preto. In: Congreso Internacional Sobre Investigación en Didáctica de las Ciencias, 9., 2013, Girona. *Anais [...]***.** Girona: Comunicación, 2013. p. 3149-3153.

SANTOS, W. L. P. e SCHNETZLER, R. P. Função Social: O que significa ensino de Química para formar o cidadão? *Química Nova na Escola*, n 4, p. 28-34, nov 1996.

SCHWARZ, F. W. *Olimpíada de Química do Rio Grande do Sul***:** Para onde vão os estudantes de melhor desempenho. Trabalho de Conclusão de Curso – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2018.

SILVA, J. B. e SALES, G. L. Gamificação aplicada no ensino de Física: um estudo de caso no ensino de óptica geométrica. *Acta Scientiae*, v. 19, n. 5, p. 782-798, set./out. 2017.

SILVA, L. A.; LARENTIS, A. L.; CALDAS, L. A.; RIBEIRO, M. G. L.; ALMEIDA, R. V. e HERBST, M. H. Obstáculos epistemológicos no ensino-aprendizagem de química geral e inorgânica no ensino superior: resgate da definição ácido-base de Arrhenius e crítica ao ensino das "funções inorgânicas". *Química Nova na Escola*, vol. 36, n. 4, p. 261-268, nov. 2014.

WARTHA, E. J.; SILVA, E. L. e BEJARANO, N. R. R. Cotidiano e contextualização no ensino de Química. *Química Nova na Escola*, vol. 35, n. 2, p. 84-91, maio 2013.

Abstract: *Analysis and characterization of tests Rio Grande do Sul Chemistry Olympiad*. This work aims to identify the contents and contexts that are addressed in the issues of the Chemistry Olympiad of Rio Grande do Sul to prepare an overview of the profile of the tests in the period between 2014 and 2019. The documentary analysis of the 210 questions showed that the most frequently requested contents are chemical bonds, stoichiometry, inorganic substances, acid/basic character, inorganic reactions, official inorganic nomenclature, solutions, chemical equilibrium, thermochemistry, organic reactions, isomerism, organic functions, and titration. We observe the presence of complex and challenging questions about conceptual aspects and the growing demand for calculations. At least a third of the questions use contextualization, however largely with an illustrative focus. The most frequent theme is technology, followed by the environment. The reflections of this research aim to contribute to the improvement of future tests and to encourage new studies in the area.
Keywords: Chemistry Olympiad of Rio Grande do Sul, analysis of questions, test profile.