

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
INSTITUTO DE QUÍMICA

CAROLINE SEIBT KOCH

**OLIMPÍADA DE QUÍMICA DO RIO GRANDE DO SUL: ANÁLISE E
CARACTERIZAÇÃO DAS PROVAS**

Porto Alegre

2021

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
INSTITUTO DE QUÍMICA

CAROLINE SEIBT KOCH

**OLIMPÍADA DE QUÍMICA DO RIO GRANDE DO SUL: ANÁLISE E
CARACTERIZAÇÃO DAS PROVAS**

Trabalho de conclusão elaborado junto à atividade de ensino “Trabalho de Conclusão de Curso da Licenciatura em Química” do Curso de Química, como requisito parcial para a obtenção do grau de Licenciada em Química

Orientadora:

Prof^a. Dr^a. Camila Greff Passos

Porto Alegre

2021

AGRADECIMENTOS

Sou grata a Deus acima de tudo: pela vida, por cuidar de mim e dos que amo com saúde e recursos em meio a uma pandemia, pelo consolo diante de uma perda dolorosa, por me capacitar em todos os sentidos para a realização deste trabalho, pela esperança e propósito que me movem todos os dias.

Agradeço à minha família: ao meu marido, meu companheiro de vida, de quem recebo profundo amor e cuidado, que primeiro me incentivou ao curso de Química e estimulou a continuar até o fim; aos meus pais, que mesmo longe se fizeram bem presentes me apoiando e aconselhando; aos meus avós, com especial carinho, que foram o meu lar por tantos anos, zelando pelo meu bem-estar e êxito nos estudos; aos meus sogros, por todo carinho e cuidado; às minhas irmãs, minha prima querida e muitos outros parentes e amigos, por completarem a minha alegria.

Agradeço à minha orientadora, Camila Greff Passos, por me conduzir nesta pesquisa com dedicação, incentivo e sensibilidade. Ao professor Maurícus Selvero Pazinato pelas contribuições que enriqueceram este trabalho. A ambos e aos demais professores e colegas do curso, que trabalham de forma admirável, com acolhimento e empatia mútuos, os quais contribuíram imensamente com a minha formação acadêmica e profissional. Sou muito grata e desejo sucesso a todos.

RESUMO

Desde 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. A OQdoRS representa a segunda fase da Olimpíada Brasileira de Química no estado. Nesse contexto, este trabalho de natureza qualitativa objetiva investigar quais são e como foram abordados os conteúdos nas referidas provas no período compreendido entre 2014 e 2019. A análise documental realizada possibilitou a categorização das questões de acordo com os conteúdos, formas de abordagem e contextos utilizados, apresentando um panorama sobre o perfil das provas ao longo dos anos. 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, as quais têm potencial de desafiar os conhecimentos dos estudantes. Ao longo dos anos, elas têm aumentado a exigência de cálculos, porém não diminuindo a exigência de aspectos teóricos. No mínimo um terço das questões em cada ano são contextualizadas, sendo a temática mais frequente sobre tecnologia, seguida de meio ambiente. Considera-se que este estudo possibilita traçar orientações para os professores que pretendem mobilizar seus alunos a participarem das Olimpíadas de Química. Também oportuniza reflexões aos elaboradores de futuras provas, incentivando-os a traçar estratégias a fim de aprimorá-las.

Palavras-chave: Olimpíada de Química do Rio Grande do Sul. Análise de questões. Perfil de provas.

ABSTRACT

Since 2017, the Institute of Chemistry (IQ) of the Federal University of Rio Grande do Sul (UFRGS) took over the pedagogical coordination of the Rio Grande do Sul Chemistry Olympiad (OQdoRS), organizing the elaboration of questions, application and correction of the tests. OQdoRS represents the second phase of the Brazilian Chemistry Olympiad in the state. In this context, this qualitative study aims to investigate what are the contents and how they were approached in the referred tests in the period between 2014 and 2019. The documentary analysis carried out made it possible to categorize the questions according to the contents, forms of approach and contexts used, presenting an overview of the profile of the tests over the years. It was found that the most frequent content in the questions, within their respective areas, were chemical bonds, stoichiometry, inorganic substances, acid-base character, inorganic reactions, official inorganic nomenclature, solutions, chemical equilibrium, thermochemistry, organic reactions, isomerism, organic functions and titration. The tests bring up some complex questions, which have the potential to challenge students' knowledge. The requirement for calculations in tests has increased over the years, but not lessened the requirement for theoretical aspects. At least one third of the questions in each year are contextualized, with the most frequent theme on technology, followed by environment. It is considered that this study makes it possible to outline guidelines for teachers who intend to mobilize their students to participate in the Chemistry Olympics. It also provides opportunities for reflections to future test developers, encouraging them to outline strategies in order to improve the tests.

Keywords: Chemistry Olympiad of Rio Grande do Sul. Analysis of questions. Test profile.

LISTA DE SIGLAS

ABQ-RS - Associação Brasileira de Química – Seção do Rio Grande do Sul

IChO - International Chemistry Olympiad

IQ - Instituto de Química

OBQ - Olimpíada Brasileira de Química

OQdoRS - Olimpíada de Química do Rio Grande do Sul

UFRGS - Universidade Federal do Rio Grande do Sul

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Questão 2015-EM1-06	29
Figura 2 - Questão 2019-EM1-11	29
Figura 3 - Questão 2019-EM2-14	30
Figura 4 - Questão 2017-EM3-14	30
Figura 5 - Questão 2019-EM2-05	31
Figura 6 - Questão 2014-EM3-09	36
Figura 7 - Questão 2015-EM2-04, idêntica à questão 2015-EM1-15	37
Figura 8 - Questão 2016-EM1-14	39
Figura 9 - Questão 2014-EM3-10	39
Figura 10 - Questão 2014-EM1-06	43
Figura 11 - Questão 2017-EM3-13	43
Figura 12 - Questão 2016-EM3-03	44
Figura 13 - Questão 2015-EM1-20	45
Figura 14 - Questão 2015-EM3-20	46
Figura 15 - Questão 2019-EM3-05	47

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 - Áreas da Química em questões ao longo dos anos	25
Gráfico 2 - Frequência dos conteúdos da área Química Geral	26
Gráfico 3 - Frequência dos conteúdos da área Inorgânica	27
Gráfico 4 - Frequência dos conteúdos da área Físico-Química	27
Gráfico 5 - Frequência dos conteúdos da área Orgânica	28
Gráfico 6 - Frequência dos conteúdos da área Analítica	28
Gráfico 7 - Estruturação das questões objetivas ao longo dos anos	34
Gráfico 8 - Formas de abordagens das questões ao longo dos anos	35
Gráfico 9 - Temáticas utilizadas nas questões contextualizadas por ano	42

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	9
2. OBJETIVO	11
3. REFERENCIAL TEÓRICO	12
3.1 A ORIGEM DAS OLIMPÍADAS DE QUÍMICA	12
3.2 A OLIMPÍADA DE QUÍMICA DO RIO GRANDE DO SUL	13
3.3 OLIMPÍADAS: COLABORAÇÃO OU COMPETIÇÃO	15
4. METODOLOGIA	18
5. RESULTADOS E DISCUSSÃO	21
5.1. CONTEÚDOS	21
5.2. ABORDAGENS	32
5.3. CONTEXTOS	39
6. CONCLUSÃO	48
REFERÊNCIAS	50
ANEXO 1 - PROGRAMA DA XVIII OQdoRS (EDIÇÃO DE 2019)	53

1. INTRODUÇÃO

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. Tornou-se sede do evento a partir da 10ª edição, em 2011, contando com professores que cumprem papéis de organizadores e coordenadores, assim como equipes de aplicação e fiscais das provas.

Nesse âmbito, os alunos do IQ-UFRGS são convidados a atuar como fiscais de prova da Olimpíada de Química do Rio Grande do Sul, enquanto os alunos de licenciatura em Química também podem participar das correções. Durante o período do Estágio de Docência em Ensino de Química I-E, ao participar do trabalho de correção das provas dissertativas, pude prestar atenção nas questões e nas respostas dos alunos, interessando-me por certas características do programa em questão.

Em minha jornada escolar, nunca conhecera tal competição, apenas a Olimpíada Brasileira de Matemática das Escolas Públicas (OBMEP), a qual tive oportunidade de realizar a primeira e segunda fases (na época, uma prova objetiva e uma dissertativa, respectivamente), concluindo que meu nível de compreensão dessa matéria estava muito aquém do exigido por tais provas. Foi uma experiência frustrante, mas que me levou a pensar na qualidade do ensino de minha escola comparada a de outras escolas do país, perguntando-me se haviam alunos de minha idade capazes de resolver aquelas questões e quais oportunidades eu poderia estar aproveitando com a melhoria do ensino.

Alguns estudos feitos com participantes da Olimpíada de Química revelam benefícios para os alunos, para os professores e para as turmas (QUADROS *et al.*, 2010, 2013), apesar da presença do caráter competitivo tão discutido na área educacional (DUBET, 2004; MONICH, 2007). No meu caso, não houve diferença em minha postura em sala de aula, pois já era uma aluna dedicada. Apenas entendi a importância de buscar um aprendizado complementar ao que me era oferecido, seja através de livros ou de ambientes virtuais, pois mesmo obtendo sucesso nas propostas da escola estaria em desvantagem em comparação com estudantes de outras entidades educativas. As questões me revelaram a fragilidade do ensino na minha escola e, de fato, me incentivaram ao estudo de conteúdos tanto de matemática quanto de outras áreas.

Frente a essas experiências questiono-me: qual o perfil das provas das Olimpíadas de Química do Rio Grande do Sul e como as questões são estruturadas, com relação ao conteúdo

de Química e a sua forma de abordagem? Neste trabalho, pretende-se analisar provas já aplicadas pelo programa nos últimos 6 anos, de 2014 a 2019, na busca de tais informações.

Justifica-se a importância da OQdoRS através do expressivo número de participantes e instituições envolvidas nos últimos anos do evento. A XVII Olimpíada de Química do RS, em 2018, teve 1325 estudantes de Ensino Médio e de Cursos Técnicos Integrados ao Ensino Médio, de 83 escolas particulares e públicas (municipais, estaduais e federais) situadas em 36 municípios. Em 2019, a XVIII edição do evento contou com 1466 estudantes inscritos e 64 escolas situadas em 36 municípios, abrangendo todas as regiões geográficas do estado do Rio Grande do Sul. O evento realizou mais uma edição em 2021, a XIX Olimpíada de Química do Rio Grande do Sul, que seria realizada em 2020, de forma virtual, em razão da pandemia de Covid-19. Contou com 2.677 alunos inscritos, sendo que 1.827 realizaram a prova (31,7% de abstenção, percentual menor que o da edição anterior, de 42,8% em 2019). As provas da edição XIX não foram analisadas por terem sido aplicadas após a coleta de dados desta pesquisa.

Além deste capítulo introdutório, este trabalho contempla o capítulo 2 com os objetivos da pesquisa. O capítulo 3 apresenta o referencial teórico sobre as Olimpíadas de Química e seu caráter competitivo e colaborativo. O capítulo 4 trata da metodologia da pesquisa. O capítulo 5 contém os resultados obtidos ao longo desta pesquisa e a discussão acerca dos mesmos. No capítulo 6, discorre-se sobre a conclusão do trabalho.

2. OBJETIVO

Este trabalho objetiva investigar os conteúdos e a forma como são abordados nas provas da Olimpíada de Química do Rio Grande do Sul (OQdoRS) no período compreendido entre 2014 e 2019.

Como objetivos específicos, pretende-se:

- Identificar os conteúdos e áreas da Química que são mais frequentemente exigidos nas provas da OQdoRS;
- Relacionar as questões e formas de abordagem para elaboração de um panorama sobre o perfil das provas da OQdoRS no período analisado.

3. REFERENCIAL TEÓRICO

3.1 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” e a “criar um modo de vida baseado na alegria do esforço, no valor educacional do bom exemplo, na responsabilidade social e no respeito pelos princípios éticos fundamentais universais” (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 muito tumultuada. Sob novos líderes, o país estava em reforma econômica e havia uma 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, de acordo com o modelo da União Soviética, e todos esses países estavam familiarizados com o programa, que foi apenas adaptado para a modalidade internacional (IUVENTA, 20--). Apenas em 1974 houve a participação de países de fora do bloco soviético (SCHWARZ, 2018). 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). 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. Cada delegação presente é constituída por dois mentores e até quatro estudantes não-universitários que se submetem a exames teóricos e práticos durante o período do evento (10 dias). As provas aplicadas são elaboradas por um júri internacional formado por mentores membros das delegações e especialistas do país organizador. Os estudantes mais

destacados recebem prêmios ao final do evento, que consistem em medalhas de ouro, prata e bronze (ABQ, 20--).

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, por iniciativa do Instituto de Química da Universidade de São Paulo (USP), com o apoio da Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP), da Secretaria da Ciência e Tecnologia do Estado de São Paulo e do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico. Suspensa durante sete anos, ressurgiu em 1996, ano que precedeu a participação do Brasil como observador no evento internacional, do qual o país participa ativamente desde 1999, por ocasião da 31ª edição. 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, 20--).

Outras versões de olimpíadas de Química ocorrem anualmente: a Olimpíada Brasileira de Química Júnior, direcionada para estudantes no 8º ou 9º ano do ensino fundamental; a Olimpíada Brasileira do Ensino Superior de Química, direcionada aos estudantes universitários; a Olimpíada Norte/Nordeste de Química, que reúne até 50 estudantes de cada estado participante; e a Olimpíada Ibero-americana de Química, que reúne equipes de até quatro estudantes não universitários dos países participantes - Argentina, Bolívia, Brasil, Chile, Costa Rica, Cuba, Colômbia, El Salvador, Equador, Espanha, Guatemala, México, Peru, Panamá, Paraguai, Portugal, Venezuela e Uruguai (ABQ, 20--).

3.2 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 da escola, 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). Segue abaixo um breve histórico do programa no Quadro 1:

Quadro 1 - Breve histórico da OQdoRS

Ano	Coordenação	Características
2002	Fundação Escola Técnica Liberato Salzano Vieira da Cunha (Novo Hamburgo -RS)	Prova realizada apenas na instituição coordenadora, não havia separação entre categorias
2004	Fundação Escola Técnica Liberato Salzano Vieira da Cunha (Novo Hamburgo -RS)	Criação de 3 modalidades, relativas ao ano do Ensino Médio em que o aluno se encontrava, divisão que permanece até hoje
2017	ABQ-RS e o IQ-UFRGS	Possui várias IES parceiras que aplicam a prova da OQdoRS em suas respectivas cidades, permitindo uma maior participação de alunos do interior.

Fonte: SCHWARZ, 2018

Atualmente, a OQdoRS ocorre em uma única etapa, composta de uma prova contendo 10 questões objetivas e 4 dissertativas, sendo que o estudante deve obter ao menos 4 acertos nas questões objetivas para ter suas respostas das questões dissertativas corrigidas. Cada escola 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 que 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 presume-se que terão concluído o Ensino Médio na edição seguinte do evento (ABQ-RS, 2019).

3.3 OLIMPÍADAS: COLABORAÇÃO OU COMPETIÇÃO

É perceptível a presença da competição na sociedade em todos os estágios da vida: inicia-se na família, com o filho mais obediente ou mais comportado, passa por várias provas de avaliação, como o vestibular e concursos, e concretiza-se no trabalho, com a melhor posição ou desempenho, e na vida, com o maior poder aquisitivo, maior influência e popularidade ou melhores relacionamentos. Apesar disso, especialistas da área educacional preocupam-se com os efeitos da competição dentro da sala de aula, a qual pode reforçar desigualdades, desestimular o estudo e diminuir a cooperação entre colegas. Em função disso, muitas das práticas que gratificam estudantes que se destacam já foram banidas da sala de aula.

O estudo de Urhahne *et al.* (2012) demonstrou grandes diferenças no desempenho de estudantes em uma etapa de classificação para a IChO na Alemanha em razão, principalmente, de gênero (que envolvem também o apoio familiar, a motivação e questões emocionais, além da performance nos testes) e de participações anteriores no evento. Assim, os classificados são, em sua maioria, do gênero masculino e que tiveram experiência anterior na Olimpíada, o que ilustra o potencial de acentuar desigualdades que esse evento apresenta e pode nos induzir a questionar se estas competições são justas em suas avaliações.

O autor Dubet (2004) defende que a competição não é perfeitamente justa e que, mesmo quando adotamos o ideal de competição justa, os alunos que fracassam são “coagidos” a se identificarem com seu fracasso, pois as chances de sucesso seriam tidas como iguais para todos. A reação destes pode compreender perda de autoestima, recusa à escola e perda de motivação. Monich (2007) também critica a competição, associando-a ao domínio do consumo, do individualismo e do desejo do prazer imediato sobre a sociedade, refletindo na escola a troca das relações sociais por comerciais, a busca por vantagens e retribuições, o desejo de aniquilamento do outro e a carência do companheirismo e do mérito coletivo.

Na busca da opinião de professores sobre os efeitos da Olimpíada de Química na sala de aula, os autores Quadros *et al.* (2010, 2013) 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. Os autores afirmam, ainda, observar

tal efeito positivo de ambientes competitivos na sua prática como professores da educação básica. Eremin e Gladilin (2013) apontam benefícios da IChO, a qual serve como um indicador da efetividade do sistema educacional de cada país e que, em sua experiência, realmente alcança seu objetivo de ajudar a melhorar as relações entre jovens de diferentes países e encorajar a cooperação e compreensão internacional. Os autores destacaram a mobilização e a formação de uma comunidade de estudantes, professores e pesquisadores envolvidos no evento. Além disso, o evento abrange um programa social em que os estudantes se familiarizam com o país sede do evento, suas tradições, valores culturais e conquistas científicas (EREMIN; GLADILIN, 2013).

Os autores Sanchez, Abreu e Iamamoto (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. Também 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 despertar o interesse dos alunos e possibilitar a visualização da aplicação da ciência em nosso cotidiano.

De fato, outros eventos, além das olimpíadas, que envolvem competição entre os alunos por premiarem os que atingem melhores resultados não trazem a competição como objetivo, mas não deixam de envolvê-la, como o Torneio Virtual de Química (TORNEIO VIRTUAL DE QUÍMICA, 2016). O referido torneio objetiva fomentar o interesse e o estudo 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 ciência, tecnologia, engenharia e matemática (PAIVA; PARMA; BUFFON, 2020). Outro exemplo é a utilização de jogos didáticos e dos *games* (gamificação), cada vez mais desenvolvidos para o uso nas salas de aula, sobre os quais parece haver poucas críticas por seu caráter competitivo em comparação com as olimpíadas científicas escolares. 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. Assim, dependendo do contexto, a competição pode ser utilizada como um dos elementos que mobiliza os estudantes no processo de aprendizagem.

Temos, assim, um contraste de efeitos da competitividade sobre estudantes. Enquanto alguns podem ser afetados de modo negativo, outros o podem ser de modo positivo. 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.

De acordo com Dubet (2004, p. 544), “não parece possível abandonar o modelo de uma justiça baseada no mérito”, assim, devemos sempre buscar a minimização de efeitos negativos. Escolas podem incentivar o companheirismo nos estudos para as provas das Olimpíadas de Química, de modo a desenvolver nos estudantes o valor do mérito coletivo, ao mesmo tempo zelando para que não hajam situações de exclusão ou humilhação. É dever da escola avaliar as vantagens de quaisquer métodos educacionais na sua comunidade escolar e tomar decisões na busca de preservar a dignidade de todos. Neste sentido justifica-se a pertinência de estudos sobre os conteúdos de Química e a sua forma de abordagem em diversos contextos, inclusive em tais eventos como as Olimpíadas de Química.

4. METODOLOGIA

A pesquisa descrita neste trabalho tem natureza qualitativa. A pesquisa qualitativa, segundo Bogdan e Biklen (1994), segue uma abordagem de estudo dos fenômenos em seus cenários naturais, de forma a descrevê-los e a analisá-los de forma indutiva, sem o objetivo de confirmar hipóteses construídas previamente. A investigação realizou-se a partir da Análise Documental, técnica que considera “documento” qualquer material escrito que possa ser usado como fonte de informação sobre o comportamento humano (LÜDKE; ANDRÉ, 1986). Segundo os autores Lüdke e André (1986), um documento é uma fonte estável e rica, permitindo a consulta por diversos pesquisadores, por diversas vezes, além de fornecer informações contextualizadas; através desse procedimento de análise busca-se identificar em documentos informações factuais a partir de questões de interesse.

A análise realizou-se no conjunto das provas obtidas, documentos técnicos de acordo com a classificação de Lüdke e André (1986), iniciado-se o projeto com a busca pelas provas da OQdoRS desde o início de sua realização. Foram obtidas as provas dos anos de 2014 até 2018 através do *website* da ABQ-RS e as provas de 2019 com os coordenadores do evento no IQ-UFRGS. Entende-se que o conjunto de provas dos últimos seis anos compôs um corpus de análise suficiente para os objetivos deste trabalho.

Ao longo da análise, foi possível a categorização da totalidade das questões das provas quanto às suas características de abordagem, contextos, conteúdo e áreas da Química, seguindo os pressupostos de Bogdan e Biklen (1994), para elaboração de um panorama sobre o perfil das provas da OQdoRS no período analisado. Para tanto, inicialmente foram utilizadas as 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); abordagens (características identificadas na forma de apresentação e de resolução da questão, como interpretação de gráfico, por exemplo); contextos (referências às temáticas de aplicações do conhecimento, como poluição, por exemplo). Essas categorias prévias foram consideradas adequadas por serem convergentes aos objetivos deste trabalho. Em uma análise inicial foi possível definir que a classificação das questões daria-se segundo os conteúdos de Química e estilos de abordagem observados nos respectivos 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 e critérios de agrupamento 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), Anexo 1, pois considerou-se que estes não definem satisfatoriamente as questões analisadas, principalmente por se tratarem de categorias muito abrangentes e por conterem conteúdos que não foram cobrados em nenhuma das provas analisadas. Dessa forma, consideraram-se os conteúdos que são frequentemente citados nos documentos norteadores e livros didáticos do ensino médio, assim como as quatro grandes áreas da Química: Química Geral, Inorgânica, Orgânica, Físico-Química e Analítica.

Quanto à análise das abordagens, primeiramente consideraram-se as subcategorias utilizadas no trabalho de Erthal et al (2015) e adaptou-se aos objetivos deste trabalho, sendo as seguintes: estrutura (objetiva ou dissertativa), conceitual, cálculo, algoritmo, conhecimento específico decorado, procedimental, interpretação de gráfico, interpretação de texto ou imagem, texto informativo, ilustração, tabela, erro e uso de contexto. Todas as questões foram classificadas em apenas uma categoria de estrutura, além de serem incluídas em todas as demais categorias em que se enquadraram. O Quadro 2 exhibe explicações sobre cada categoria de abordagem. Quanto à análise dos contextos, as questões foram agrupadas nas seguintes temáticas: tecnologia, meio ambiente, comportamento de substâncias, poluição, saúde e histórico, cada uma abrangendo subcategorias específicas.

Quadro 2 - Definições das categorias de abordagem de questões

Categoria		Definição
Objetiva		apresenta opções de resposta, onde cada uma é uma alternativa e há apenas uma correta (chamada gabarito), as demais são incorretas (chamadas distratores)
Objetiva	Múltipla escolha	apresenta alternativas com diversas repostas
	Afirmativas	apresenta afirmativas, que podem ou não ser verdadeiras, e alternativas que defendem quais delas devem ser verdadeiras
	Verdadeiro ou falso	apresenta afirmativas, que podem ser verdadeiras ou falsas, e alternativas que relacionam quais são verdadeiras e quais são falsas
	Associação de colunas	apresenta duas colunas, em que cada elemento de uma deve corresponder a um elemento da outra, e alternativas que as relacionam
Dissertativa		exige o desenvolvimento da resposta pelo aluno
Conceitual/Teórica		exige aspectos teóricos

Cálculo/Matemática	exige a realização de cálculos
Algoritmo	exige fórmula, relação entre grandezas ou valor de uma constante, não informada na questão ou na prova
Conhecimento específico decorado	exige uma informação, não constante na questão ou na prova e não passível de ser deduzida
Procedimental (prática em laboratório)	demandam conhecimentos comumente adquiridos em experimentos práticos em laboratórios
Interpretação de gráfico	apresenta informações importantes para a resolução em um gráfico
Interpretação de texto ou imagem	apresenta informações importantes para a resolução em um texto ou imagem
Texto informativo	apresenta texto informativo, seja contextualizado ou não
Ilustração	apresenta uma imagem, podendo ser importante para a resolução ou meramente ilustrativa
Tabela	apresenta uma tabela relacionando dados importantes para a resolução
Contextualização	faz referência às temáticas de aplicações do conhecimento
Erro	apresenta algum equívoco textual ou conceitual

Fonte: Autora

5. 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, uma para cada modalidade (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. Com a análise, foi possível caracterizar os conteúdos, abordagens e contextos das questões, assim como identificar eventuais problemas conceituais em enunciados e gabaritos. As questões foram separadas apenas de acordo com o ano de aplicação, visto que algumas repetem-se em provas de modalidades diferentes. Mais detalhes da análise são apresentados nas subseções seguintes.

5.1. CONTEÚDOS

Inicialmente, as questões foram avaliadas individualmente, sendo classificadas segundo os conteúdos de Química e áreas da Química observados nos respectivos enunciados, subitens e alternativas (gabarito e distratores). A categorização das questões conforme conteúdos e áreas da Química está apresentada na Tabela 1. As questões exemplo, constantes ao longo deste trabalho, estão 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).

Tabela 1. Análise da Categoria Conteúdo

Á R E A	Conteúdo	Frequência						Exemplo de questão
		2014	2015	2016	2017	2018	2019	
G E R A L	Sistemas materiais (substância, misturas), estados de agregação, separação de misturas	4	2	1	4	3	-	2015-EM1-09
	Modelos atômicos, número atômico, massa atômica, isótopos, isoeletrônicos, distribuição eletrônica, níveis de energia,	4	2	3	7	2	4	2015-EM1-19

	dualidade onda-partícula, números quânticos, orbitais							
	Isóbaros e isótonos	-	1	-	-	-	-	2014-EM1-03
	Tabela periódica, propriedades periódicas, raio iônico	3	3	3	3	3	6	2018-EM1-03
	Ligações químicas, fórmula química, regra do octeto, propriedades físico-químicas características	13	13	4	13	8	14	2016-EM1-05
	Fórmula mínima, composição centesimal	1	1	1	1	1	2	2019-EM1-04
	Fórmula estrutural, geometria molecular	5	5	3	3	6	5	2019-EM1-09
	Polaridade	4	6	1	6	1	6	2014-EM1-13
	Forças intermoleculares, propriedades físico-químicas, solubilidade	3	3	2	2	1	5	2017-EM1-06
	Estequiometria, balanceamento, cálculos simples, mol, massa molar, densidade, concentração, número de Avogadro, lei dos gases ideais	10	11	9	11	19	14	2015-EM1-17
	Vidraria e práticas de laboratório	1	1	1	1	1	1	2018-EM2-12
	Total da área	14	17	14	15	20	14	
I N O R G Â N I C A	Substâncias inorgânicas (ácidos, bases, sais e óxidos), nox	7	7	2	3	4	2	2018-EM1-11
	Nomenclatura oficial	14	3	4	2	3	7	2017-EM2-09
	Nomenclatura usual	1	-	-	1	1	1	2019-EM1-11
	Solubilidade, tabela de solubilidade de sais/íons	4	4	2	-	2	1	2019-EM1-12
	Caráter ácido/básico, teoria de Arrhenius, ionização, hidrogênios ionizáveis, força do ácido/base, grau de ionização	5	3	3	4	4	3	2018-EM1-06
	Reações (síntese, análise, simples e dupla troca, combustão, titulação/ neutralização, hidratação)	7	7	2	5	5	3	2017-EM1-14

	Total da área	15	12	9	8	7	8	
FÍSICO-QUÍMICA	Soluções	3	-	1	3	2	4	2014-EM2-18
	Colóides, propriedades coligativas, osmose	-	1	1	2	1	1	2016-EM2-10
	Termodinâmica, entalpia, lei de Hess	1	4	2	3	2	-	2017-EM2-06
	Entropia e energia livre	1	-	-	-	-	-	2014-EM2-10
	Cinética, etapas de reação, complexo ativado, lei da velocidade	1	3	2	2	1	1	2015-EM2-12
	Equilíbrio químico, constante de equilíbrio, deslocamento	3	1	3	2	2	2	2019-EM2-09
	Eletroquímica, potencial de redução, eletrodinâmica	1	2	1	1	3	1	2019-EM2-14
	Radioatividade, decaimento, meia-vida	1	1	-	1	1	1	2017-EM2-08
	Total da área	11	11	10	10	11	9	
ORGÂNICA	Hibridização, cadeias carbônicas, hidrocarbonetos	3	3	3	3	4	2	2019-EM3-13
	Nomenclatura oficial	3	5	2	2	2	2	2015-EM3-09
	Nomenclatura usual	1	1	1	-	-	2	2019-EM3-07
	Ressonância/aromaticidade	2	1	-	1	1	1	2017-EM3-14
	Funções orgânicas, caráter ácido/básico, efeito indutivo de densidade eletrônica	5	5	4	3	3	2	2016-EM3-06
	Isomeria (plana e espacial)	5	2	5	4	2	4	2015-EM3-12
	Reações orgânicas, adição/substituição, desidratação, oxirredução de funções orgânicas	5	4	5	3	4	4	2015-EM3-20
	Polímeros, tipos de polimerização	1	1	1	1	-	1	2017-EM3-13
	Biomoléculas	-	1	3	1	1	1	2016-EM3-06

	Total da área	9	9	7	8	9	9	
ANALÍTICA	Qualitativo (precipitação, titulação)	-	-	2	1	-	-	2016-EM2-04
	Quantitativo (titulação, ponto de fusão, condutividade elétrica)	-	-	-	-	2	2	2018-EM2-12
	Titulação	-	-	1	1	1	1	2017-EM2-13
	Precipitação	-	-	1	-	-	-	2016-EM1-10
	Ponto de Fusão	-	-	-	-	1	-	2018-EM2-06
	Condutividade elétrica	-	-	-	-	-	1	2019-EM2-05
	Total da área	-	-	2	1	2	2	
Total de questões		41	43	31	31	32	32	

Fonte: Autora

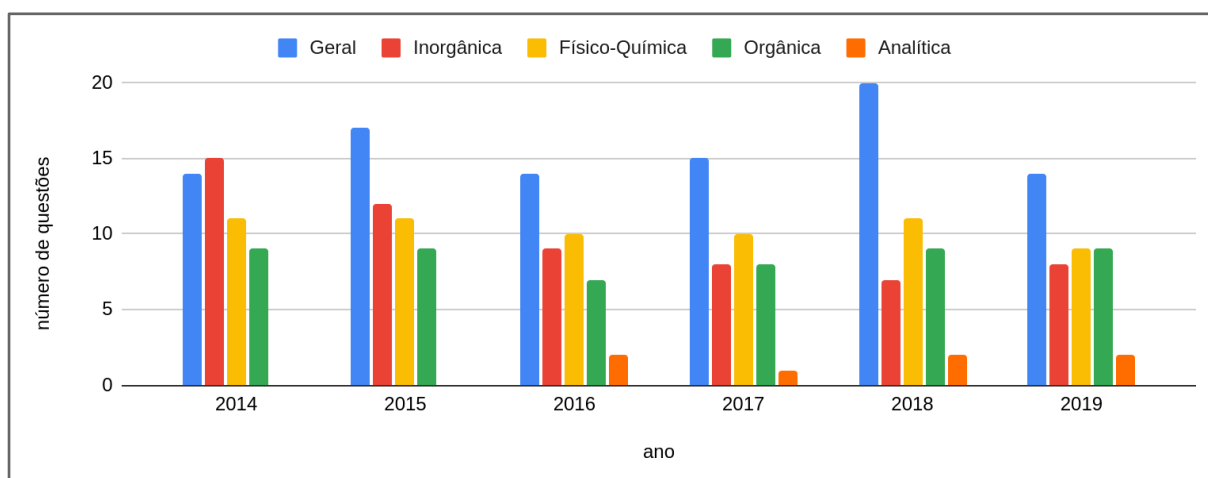
Observa-se uma discrepância entre o número de questões total de cada área, o que acontece por muitas questões se repetirem em provas de diferentes modalidades, ao mesmo tempo que todas apresentam um mesmo número total de questões em cada edição. Assim, as provas da modalidade EM1 são compostas por questões referentes às áreas 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 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 enquadram-se em mais de uma área da Química, o que acontece em muitas questões da modalidade EM1, abrangendo as áreas Geral e Inorgânica ao mesmo tempo, além das questões da área Analítica que sempre abrangem outra área. Decidiu-se contabilizar como questão da área Geral mesmo as que também

enquadram-se na área Inorgânica, e como questão da área Inorgânica mesmo as que também enquadram-se na área Geral, pois ambas as áreas foram bem representativas na resolução de tais questões. As questões categorizadas na área Analítica também estão contabilizadas na outra área que igualmente abrangem, sendo que os conteúdos desta outra são mais relevantes na resolução.

O Gráfico 1 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 área Físico-Química foi, na maioria dos anos, mais frequente que a área Orgânica. Questões da área Analítica começaram a compor as provas a partir de 2016, mantendo sua frequência até 2019 praticamente constante.

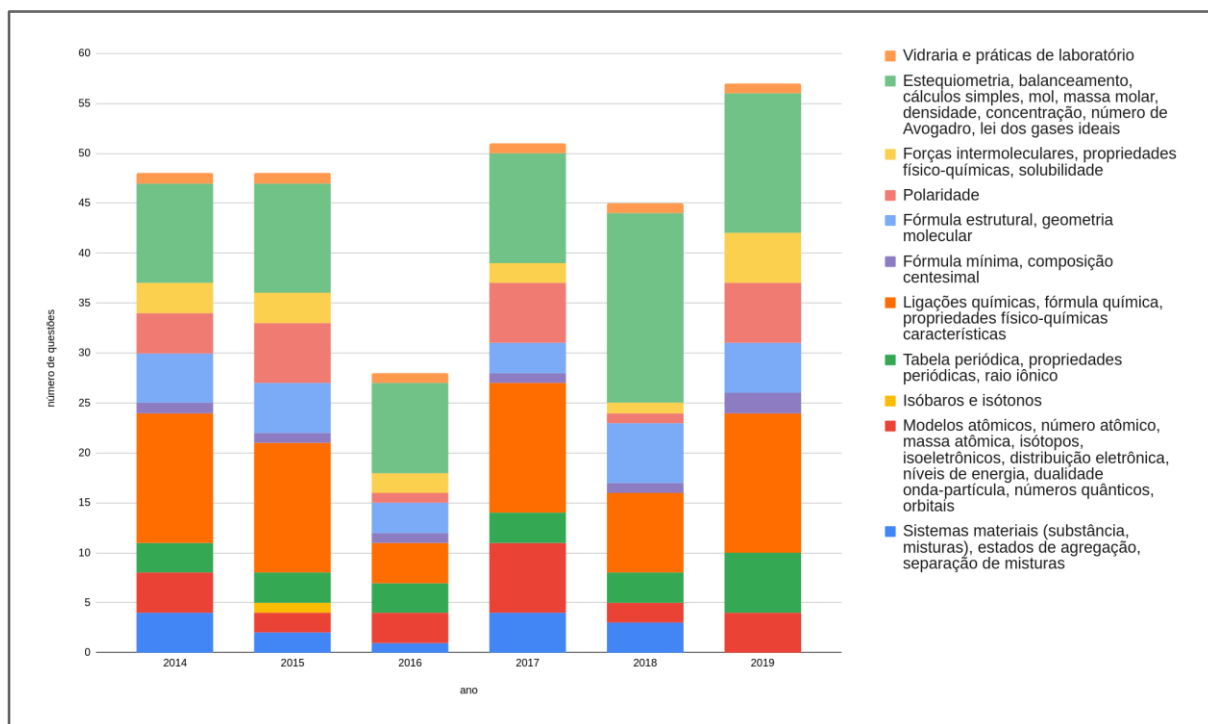
Gráfico 1 - Áreas da Química em questões ao longo dos anos



Fonte: Autora

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 abordagens e contextos nas próximas seções. Observa-se pelo Gráfico 2, 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 também 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.

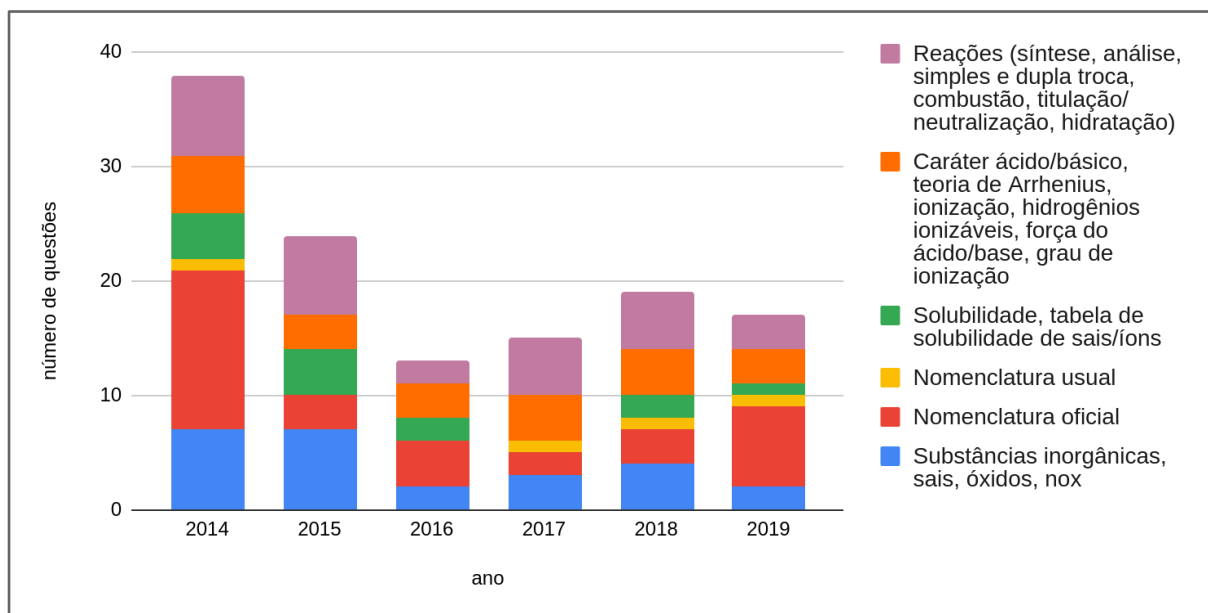
Gráfico 2 - Frequência dos conteúdos da área Química Geral



Fonte: Autora

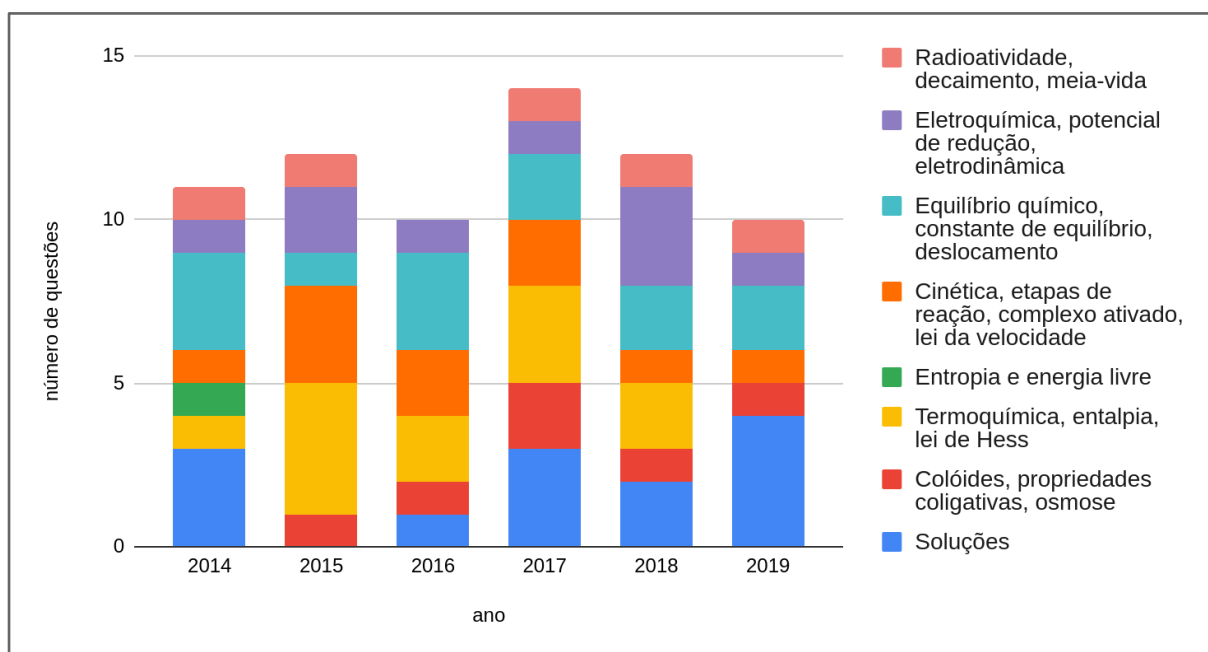
Na área Inorgânica, os conteúdos mais frequentes variam conforme cada ano entre as categorias substâncias inorgânicas, nomenclatura oficial, caráter ácido/básico e reações, conforme o Gráfico 3. Na área de Físico-Química, há um melhor equilíbrio entre os conteúdos observados, como podemos ver no Gráfico 4, sendo soluções, equilíbrio químico e termoquímica conteúdos que aparecem com uma frequência maior. O conteúdo de reações orgânicas é o mais frequente na área de Orgânica, próximo aos conteúdos isomeria e funções orgânicas, conforme Gráfico 5, e o conteúdo titulação é o mais frequente na área Analítica, conforme Gráfico 6. Importante informar que, na área 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).

Gráfico 3 - Frequência dos conteúdos da área Inorgânica



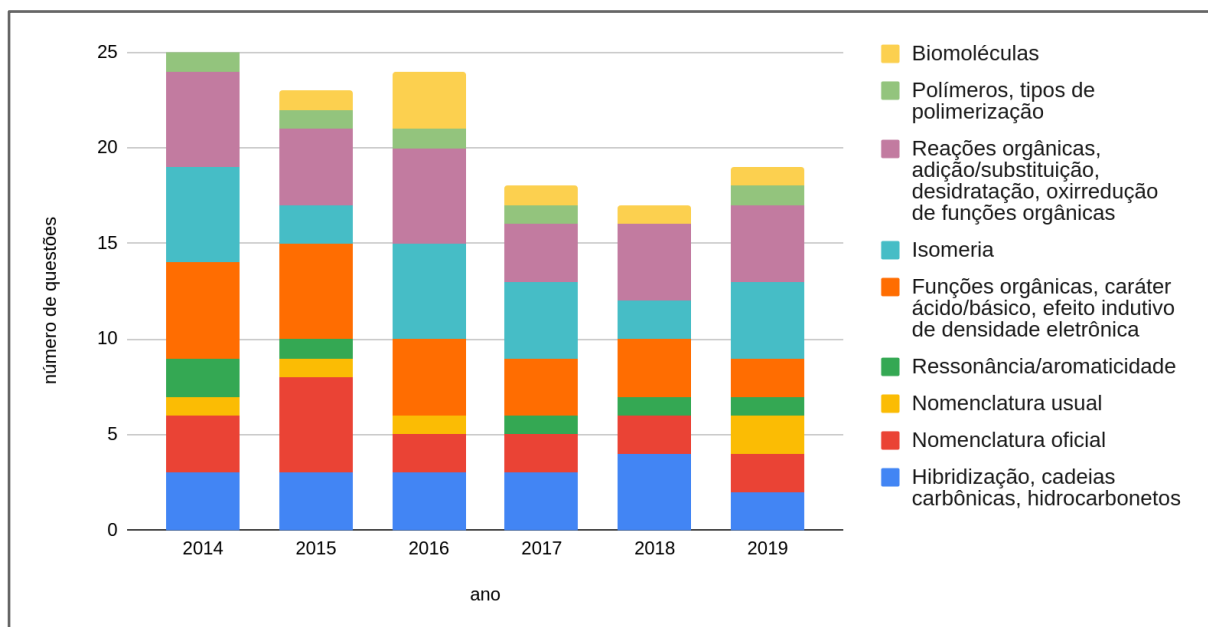
Fonte: Autora

Gráfico 4 - Frequência dos conteúdos da área Físico-Química



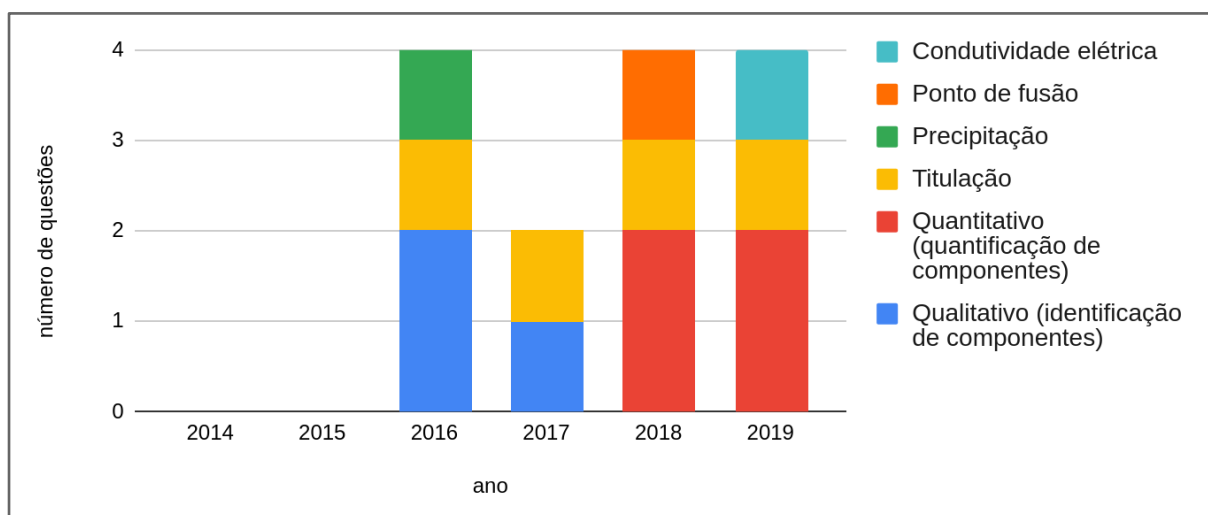
Fonte: Autora

Gráfico 5 - Frequência dos conteúdos da área Orgânica



Fonte: Autora

Gráfico 6 - Frequência dos conteúdos da área Analítica



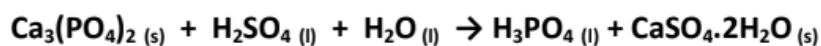
Fonte: Autora

Todas as questões foram classificadas em todas as categorias e subcategorias 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 4 categorias de 2 áreas diferentes. Alguns desses exemplos indicam a especificidade de conceitos por vezes exigida nas provas, mesmo em questões de menor complexidade. A questão 2019-EM1-11, Figura 2, exemplo do conteúdo nomenclatura usual na área Inorgânica, mostra que o aluno não poderá

realizar um terço da questão inteira se não souber a fórmula química do gás sulfúrico (molécula SO_3), uma nomenclatura usual que pode não ser estudada no ensino médio.

Figura 1 - Questão 2015-EM1-06

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:



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

Fonte: ABQ-RS (2019a)

Figura 2 - Questão 2019-EM1-11



Questão 11

Considere as substâncias químicas denominadas amônia, gás sulfúrico e ozônio. Apresente:

- (a) as suas fórmulas moleculares.
- (b) As suas fórmulas geométricas, informando o nome da respectiva forma.
- (c) A informação sobre a polaridade de cada substância.

Fonte: ABQ-RS (2019a)

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 3, aborda o conteúdo de eletroquímica, abrangendo um conhecimento específico (que o aluno pode ter ao decorar 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. A questão 2017-EM3-14, Figura

4, também mostra uma grande variedade de conhecimentos exigidos dentro da área Orgânica. A questão 2019-EM2-05, Figura 5, por sua vez, integra as áreas de Analítica e Físico-Química, reações em equilíbrio de neutralização e solubilidade, análise de pH e condutividade e ainda demanda do aluno a interpretação de gráfico. São exemplos de questões que poderiam facilmente servir como testes para desafiar os conhecimentos dos estudantes.

Figura 3 - Questão 2019-EM2-14

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 $1,00 \text{ mol.L}^{-1}$:

POTENCIAL PADRÃO DE REDUÇÃO (E°), em VOLTS

$\text{Cu}^{2+}/\text{Cu} = + 0,34$

$\text{Ag}^+/\text{Ag} = + 0,80$

CONSTANTE DE FARADAY: $F = 96500 \text{ C}$

(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?

Fonte: ABQ-RS (2019a)

Figura 4 - Questão 2017-EM3-14

Questão 14

Ligações simples carbono-carbono, geralmente, são mais longas que duplas. Por exemplo, C–C no etano tem distância de 153,5 pm (picômetros); C=C no etileno, 132,9 pm. Somente baseado nessa ideia, esperaríamos que a estrutura do benzeno fosse como é representado por (1) abaixo, o que não ocorre. As seis ligações carbono-carbono no benzeno têm distância de 139 pm.

Benzeno
Representação (1)

Benzeno
Representação (2)

a) Explique, de forma objetiva, um dos motivos para as ligações carbono-carbono, no benzeno, terem todas as mesmas distâncias;

b) Considere que o **benzeno** reage com um **cloreto de alquila X**, por substituição eletrofilica, em presença de **catalisador de Lewis**, formando um **benzeno monossustituído Y** com a menor cadeia lateral possível que apresente atividade óptica. Escreva a equação dessa reação, propondo um catalisador de Lewis adequado, bem como o subproduto inorgânico;

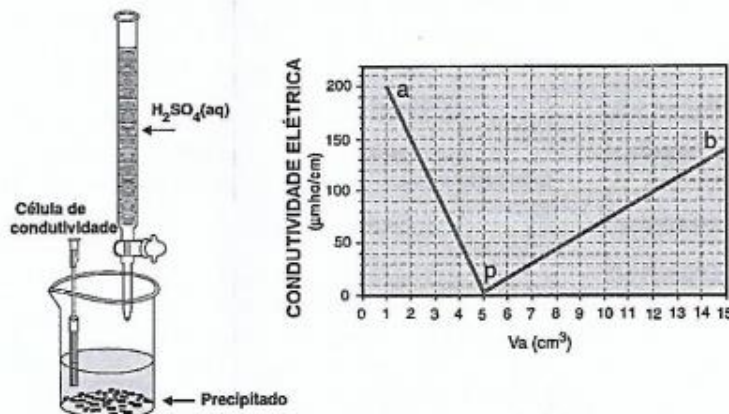
c) **Y** é uma molécula quiral. Represente seus possíveis isômeros ópticos com a estereoquímica correta e defina se o centro assimétrico de cada uma delas é *R* ou *S*;

d) Proponha a equação de reação para a síntese do nitrobenzeno, partindo do benzeno. Indique o catalisador adequado.

Fonte: ABQ-RS (2019a)

Figura 5 - Questão 2019-EM2-05

A condutividade elétrica de uma solução é uma medida de sua facilidade de conduzir corrente elétrica. Assim, quanto maior a quantidade de íons dissociados, maior será a condutividade da solução. Considere um experimento no qual uma solução aquosa de ácido sulfúrico 0,1 mol/L foi gradualmente adicionada a um recipiente contendo uma solução de hidróxido de bário e equipado com uma célula de condutividade conforme a figura a seguir. Enquanto o ácido era adicionado, foram realizadas medidas relativas à condutividade elétrica da solução em função do volume de ácido adicionado, que estão apresentadas no gráfico abaixo.



Baseado nas informações fornecidas e em seus conhecimentos, marque a alternativa correta a seguir:

- Se for considerada ionização total para ácido sulfúrico, a solução contida na bureta tem $[H^+] = 10^{-1}$ mol/L e, portanto $pH = 1$.
- O experimento explicita uma reação de precipitação exclusivamente, não se tratando de uma reação de neutralização, já que há variação de condutividade e não há variação de pH.
- A condutividade elétrica diminui no trecho "a-p" do gráfico, pois à medida que o ácido sulfúrico vai sendo adicionado, os íons sulfato se associam com os íons bário, formando precipitado de $BaSO_4$ e resultando em menor concentração de íons livres.
- No trecho "p-b" verifica-se aumento da condutividade, pois ocorre considerável dissociação do precipitado, em função do ácido forte que está sendo adicionado.
- O precipitado, mostrado na figura, começa a ser verificado somente a partir do ponto "p".

Fonte: ABQ-RS (2019a)

Optou-se por separar em diferentes categorias os termos isóbaros e isótonos dos termos isótopos e isoeletrônicos, por se entender que os primeiros não são relevantes para os estudantes. Santos e Schnetzler (1996) mencionam que o estudo da linguagem química não pode ser feito de forma exagerada, mas de maneira simplificada, 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, não o sendo nas provas dos anos posteriores. Por essa razão da linguagem química também se optou por separar em diferentes categorias as questões que cobram nomenclaturas oficiais e usuais, observando-se que a segunda aparece sempre em menor frequência.

Da mesma forma, em apenas uma questão do total analisado, constituinte das provas de 2018, verificou-se a utilização do termo “função ácido”, apesar do termo “funções inorgânicas” para tratar de ácidos, bases, sais e óxidos ser duramente criticado e a recomendação é de 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.

Como parte do corpus de análise, juntamente com as provas, obteve-se o documento acerca do programa da XVIII OQdoRS (edição de 2019) através do *website* da ABQ-RS, Anexo 1, o qual discorre sobre os conteúdos químicos que podem ser abordados em cada modalidade. Tais conteúdos não foram utilizados no processo de categorização das questões, mas podem ser utilizados para comparativo entre o que é programado pelos desenvolvedores da olimpíada e o que se observa ao longo da análise das provas aplicadas nesta. No documento são citados conteúdos, por exemplo, que não são cobrados em nenhuma edição, como “Modelo de Thomson”, “desvios do comportamento ideal [dos gases]”, “Equação de Nernst”, entre outros.

5.2. ABORDAGENS

Além dos conteúdos tratados, diferentes tipos de abordagem foram analisados, como a estruturação das questões (objetiva, dissertativa, subtipos), a característica do conhecimento requerido (conceitual, cálculo, fórmulas, etc) e os recursos textuais ou gráficos utilizados. Os tipos de abordagens utilizados e suas frequências nas questões encontram-se discriminados na Tabela 2.

Tabela 2. Análise da Categoria Abordagem

Abordagem		Frequência						Exemplo de questão
		2014	2015	2016	2017	2018	2019	
Objetiva	Múltipla escolha	14	13	16	10	18	19	2019-EM1-02

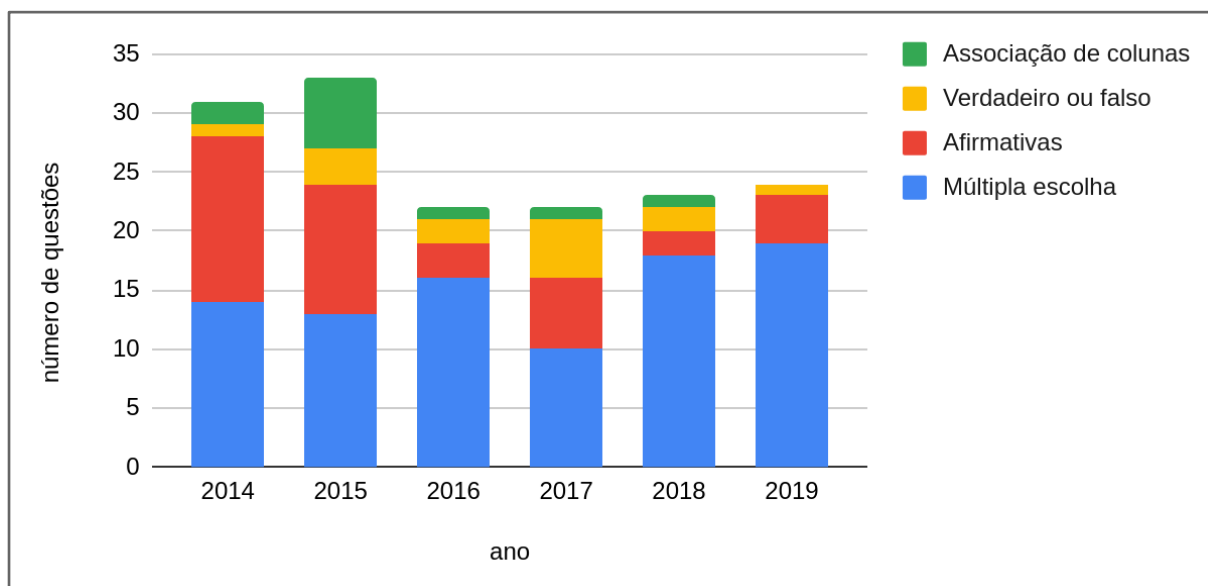
	Afirmativas	14	11	3	6	2	4	2014-EM1-02
	Verdadeiro ou falso	1	3	2	5	2	1	2017-EM3-09
	Associação de colunas	2	6	1	1	1	-	2015-EM1-04
	Total	31	33	22	22	23	24	
Dissertativa		10	10	9	9	9	8	2014-EM2-16
Conceitual/Teórica		30	35	25	29	27	26	2015-EM2-01
Cálculo/Matemática		10	9	6	10	17	14	2018-EM2-08
Algoritmo		2	1	1	3	2	2	2016-EM2-14
Conhecimento específico decorado		4	6	3	3	-	6	2014-EM3-09
Procedimental (prática em laboratório)		1	1	1	1	1	2	2015-EM1-15
Interpretação de gráfico		-	3	1	1	3	1	2018-EM2-09
Interpretação de texto ou imagem		-	1	2	3	1	2	2017-EM2-14
Texto informativo		14	16	12	10	5	8	2015-EM3-02
Ilustração		3	3	11	11	8	5	2016-EM1-03
Tabela		5	7	2	2	3	4	2019-EM1-08
Contextualização		18	18	19	11	11	12	2016-EM1-06
Erro		3	1	1	2	1	2	2016-EM1-14
Total de questões		41	43	31	31	32	32	

Fonte: Autora

As provas sofreram mudanças ao longo dos anos em relação ao números 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 questões 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 7. Já

as questões dissertativas mantiveram a proporção em torno de 25% do total de questões em todos os anos analisados.

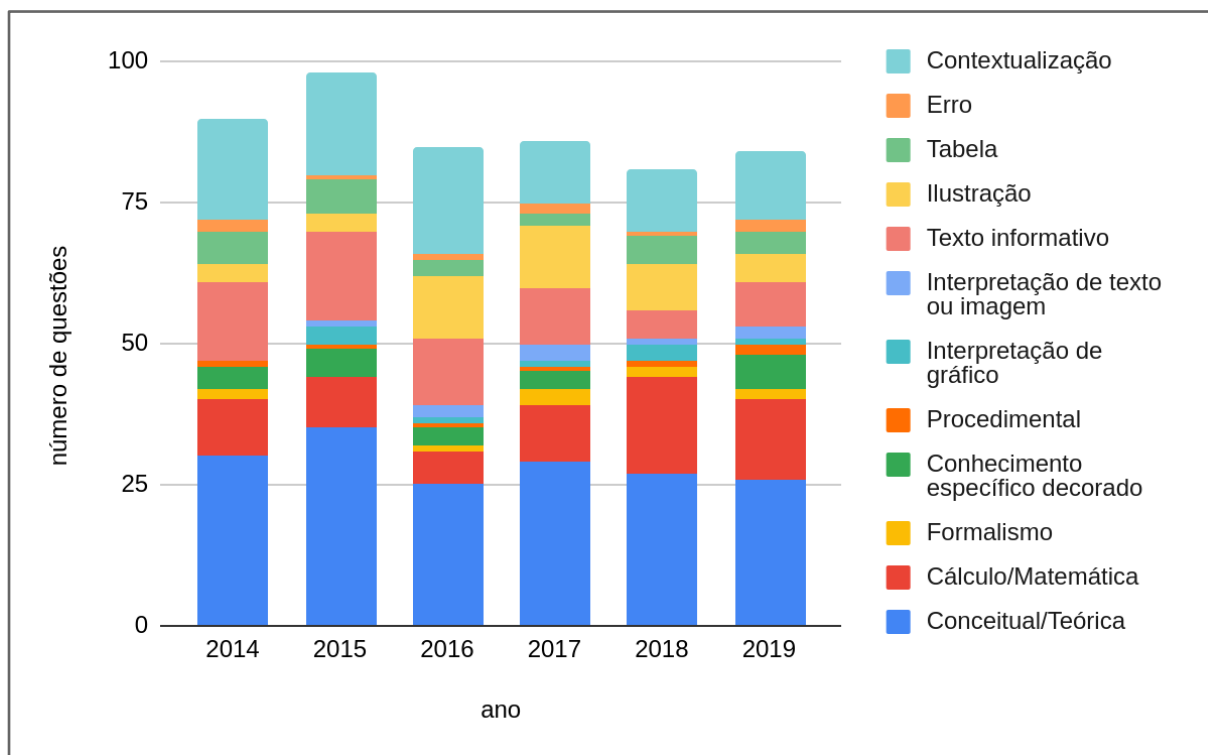
Gráfico 7 - Estruturação das questões objetivas ao longo dos anos



Fonte: Autora

Em todas as edições, observa-se que a maior parte das questões exigem do aluno o conhecimento teórico do assunto abordado, tratando-se de cerca de 80% do total de questões, como ilustra o Gráfico 8. As questões que exigem a realização de cálculos representavam cerca de 20% do total nos anos de 2014 a 2016, aumentando em proporção nos anos posteriores e chegando a passar de 50% em 2018. As poucas questões classificadas na categoria algoritmo exigem alguma fórmula ou relação entre grandezas por parte do aluno, não informada pela prova, como a fórmula dos gases ideais (mais frequente), o valor da constante de Faraday ou a relação entre número de carbonos assimétricos em uma molécula e o número de enantiômeros que ela apresenta.

Gráfico 8 - Formas de abordagens das questões ao longo dos anos



Fonte: Autora

Mais frequentes do que essas são as questões que demandam um conhecimento específico do aluno, em que sua falta pode comprometer a resolução da questão como um todo. Como exemplos, o nox de um íon que pode ser pouco estudado no ensino médio, como o íon zinco, íon cromato ou íon bromato; conceitos estudados geralmente na 2ª ou 3ª séries do ensino médio, mas presentes em provas da modalidade EM1, como a composição de derivados do petróleo ou reações de oxirredução; composição de produtos que podem ser pouco familiares aos alunos, como o sal amargo ou o giz para quadro negro; entre outros. A frequência dessa exigência é, em média, de 10% do total das questões das provas. Pela análise dessas questões, fica claro que as provas demandam que o aluno estude tabelas de íons (simples e compostos, com seus nox e nomes) e de solubilidade de sais em água, embora não especifique no documento acerca do programa da olimpíada.

A questão 2014-EM3-09, Figura 6, por exemplo, demanda conhecimentos específicos sobre o biodiesel, envolvendo os seguintes conceitos, seguidos de suas definições simplificadas:

- renovabilidade do recurso: possibilidade de ser produzido, regenerado ou reutilizado a uma escala que possa sustentar a sua taxa de consumo (CASTRO, 2009);

- biodegradabilidade: suscetibilidade à decomposição por ação de microrganismos (AMARAL; FERREIRA; LANGE; AQUINO, 2008);
- toxicidade: propriedade que reflete o potencial de uma substância em causar um efeito danoso a um organismo vivo, a qual depende da concentração e das propriedades da substância, além do tempo de exposição (COSTA; OLIVI; BOTTA; ESPINDOLA, 2008);
- risco ambiental: pode ser avaliado, dentre outros parâmetros, pelo quociente de risco, que compara estimativas de exposição com valores agudos e crônicos de ecotoxicidade (REBELO; CALDAS, 2014).

A forma como a questão trabalha esses conceitos, porém, é equivocada, uma vez que o gabarito (alternativa e) concorda com a afirmativa III, em que ocorre uma relação confusa entre biodegradabilidade, toxicidade e risco ambiental, sem considerar quantidades ou a complexidade do sistema a ser analisado. Diante disso, há a possibilidade dessa questão ter sido anulada, porém não foi possível confirmar essa informação.

Figura 6 - Questão 2014-EM3-09

Questão 09: Um dos mais promissores combustíveis automotivos desse século é o biodiesel. Pode ser preparado por meio de um simples aquecimento de um óleo, normalmente vegetal, com um álcool (metanol ou etanol) na presença de um catalisador, cuja reação é chamada de transesterificação. Sobre o biodiesel são feitas as seguintes afirmações:

- I- É um combustível não renovável, cuja queima é menos poluente, porque o efeito global de emissão de CO₂ é menor.
- II- Assim como o diesel do petróleo, apresenta como desvantagem a presença de impurezas de S, podendo, portanto, gerar chuva ácida.
- III- É um combustível biodegradável. Portanto, em um vazamento acidental, não apresenta riscos ambientais, por ser atóxico e não persistir na natureza.
- IV- Independente do álcool utilizado, sempre ocorrerá a formação de glicerina.

Estão corretas:

- a) Todas
- b) Somente I, III e IV
- c) Somente II, III e IV
- d) Somente I e II
- e) Somente III e IV

Em cada edição, as provas costumam contar com uma questão que demanda do aluno conhecimentos práticos em laboratório, o que incentiva essa prática nas salas de aula. Um exemplo é a questão 2015-EM1-15, Figura 7, que trata de procedimentos simples, além do uso correto de vidrarias (mais comum em outras questões da categoria). Algumas questões também testam a habilidade do estudante em interpretar textos, imagens e gráficos, onde encontram-se informações importantes para a resolução de forma exclusiva. Questões que contam com texto informativo, seja contextualizado ou não, eram bem frequentes nos primeiros anos analisados, atingindo um pico de 39% do total de questões nas provas de 2016, frequência que diminuiu significativamente nos últimos anos, chegando a 16% nas provas de 2018.

Figura 7 - Questão 2015-EM2-04, idêntica à questão 2015-EM1-15

Questão 04: Com relação às técnicas básicas desenvolvidas em um laboratório de química, julgue cada item a seguir, como falso (F) ou verdadeiro (V).

I- Para destilar o solvente orgânico tolueno ($PE = 111\text{ }^{\circ}\text{C}$, a 1 atm), pode-se empregar banho-maria.

II- O funil de decantação não pode ser empregado para separar uma mistura entre álcool comum e gasolina.

III- O aquecimento de uma solução ou substância pura, não poderá ser realizado em um balão de fundo chato ou redondo.

IV- Para preparar uma solução aquosa de ácido sulfúrico, o procedimento correto é adição do ácido na água.

V- Os balões volumétricos são usados para acondicionamento de soluções voláteis, razão pela qual possuem rolhas esmerilhadas.

A sequência correta é:

a) F, V, V, F, V

b) F, F, F, V, F

c) F, V, F, V, F

d) V, F, V, F, V

e) V, V, F, V, F

Fonte: ABQ-RS (2019a)

Questões que apresentam algum tipo de ilustração eram raras nos primeiros anos analisados, mas também atingiram um pico nas provas de 2016, mantendo-se em 2017 e diminuindo drasticamente nas provas dos últimos anos. Observa-se um comportamento contrário quanto às questões que apresentam tabelas, cuja frequência diminuiu nos anos de 2016 e 2017, e voltou a crescer em 2018 e 2019, alcançando as taxas de 2014 e 2015. As

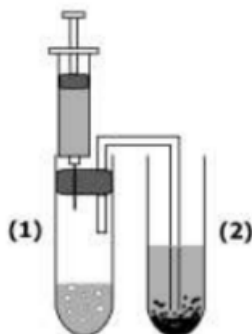
questões que apresentam algum contexto também tiveram uma frequência de destaque em 2016, representando 61% do total de questões, depois de representar cerca de 40% das questões de 2014 e 2015. Tal frequência diminuiu, porém, em 2017 e apresentou a menor taxa em 2018, de 34%. Uma análise mais detalhada sobre as temáticas dos contextos das questões será apresentada na próxima categoria.

Com relação às questões em que foram encontrados erros, a maioria desses é devido a informações omitidas (como unidades nos dados fornecidos) ou erros de digitação. O erro de digitação mais grave encontra-se na questão exemplo 2016-EM1-14, Figura 8, onde, pela falta de uma vírgula, a substância “B” foi descrita como outro produto da decomposição do ácido formado no tubo (1) ao invés de ser descrita corretamente como outro produto da reação no tubo (1) que forma ao mesmo tempo a substância “B” e o ácido que se decompõe. Esse detalhe no enunciado pode induzir o aluno ao erro, principalmente ao responder ao subitem d da questão. Outra questão merece destaque nessa categoria por ser a única a apresentar um erro de conteúdo de Química: a questão 2014-EM3-10, Figura 9. A questão traz uma reação de análise, definida como uma reação em que um único reagente origina dois ou mais produtos, em que a massa do reagente é menor que a massa dos produtos, ferindo a Lei da Conservação das Massas.

Figura 8 - Questão 2016-EM1-14

Questão 14: Considere o sistema representado abaixo. A seringa contém solução aquosa de ácido clorídrico. O tubo (1) contém solução aquosa de carbonato de sódio, e o tubo (2) contém uma solução aquosa de hidróxido de bário. Quando o êmbolo da seringa é acionado, há formação de um ácido no tubo (1), que sofre decomposição, formando um gás mais B. O gás passa para o tubo (2), reagindo com hidróxido de bário, formando um precipitado.

Considerando o procedimento descrito, responda as questões:



- Escreva a equação química balanceada da reação entre o ácido clorídrico e o carbonato de sódio;
- Escreva a equação química balanceada de decomposição do ácido formado;
- Escreva a equação química balanceada de formação do precipitado no tubo 2;
- Qual é o nome da substância B formada no tubo 1?
- Se a solução do frasco 2 fosse substituída por solução de NaOH, e todo o procedimento repetido, ocorreria alguma reação de precipitação no tubo (2)? Justifique.

Fonte: ABQ-RS (2019a)

Figura 9 - Questão 2014-EM3-10

Questão 10: A análise de 60 g de uma substância produziu 88 g de gás carbônico e 36 g de água. A fórmula mínima dessa substância é:

- CH₂O
- C₂H₄O
- CH₂
- C₄H₄O
- C₂H₆O

Fonte: ABQ-RS (2019a)

5.3. CONTEXTOS

Do total de 210 questões analisadas, 89 apresentaram algum contexto, categorizadas conforme ilustra-se com a Tabela 3.

Tabela 3. Análise da Categoria Contexto

Contextos	Assuntos	Frequência						Exemplo
		2014	2015	2016	2017	2018	2019	
Tecnologia	Aplicação de substâncias em produtos industriais (higiene, limpeza, fertilizantes, explosivos, fármacos, corantes, etc)	9	7	1	-	-	1	2014-EM1-06
	Composição de produtos industriais (higiene, limpeza, fertilizantes, explosivos, fármacos, plásticos, etc)	3	3	5	4	4	5	2017-EM3-13
	Métodos / técnicas industriais	6	3	3	2	2	-	2014-EM3-14
	Combustíveis	1	2	-	2	4	1	2018-EM3-08
	Total	14	13	9	7	6	7	
Meio Ambiente	Composição de produtos naturais (alimentos, plantas, carnes)	1	1	5	2	1	-	2016-EM3-03
	Ocorrência natural de substâncias	1	2	3	1	-	1	2019-EM1-03
	Alimentos	2	2	4	-	2	1	2018-EM2-06
	Água	2	-	4	1	-	1	2016-EM1-12
	Química Verde	3	-	-	1	-	-	2014-EM1-19
	Total	7	4	11	4	2	3	
Comportamento de substâncias	Propriedades organolépticas (aparência, estado de agregação, cor, odor)	3	2	2	1	-	1	2014-EM1-13
	Volatilidade, reatividade, densidade, solubilidade, inflamabilidade	3	2	1	-	-	-	2015-EM3-20
	Total	4	2	2	1	-	1	

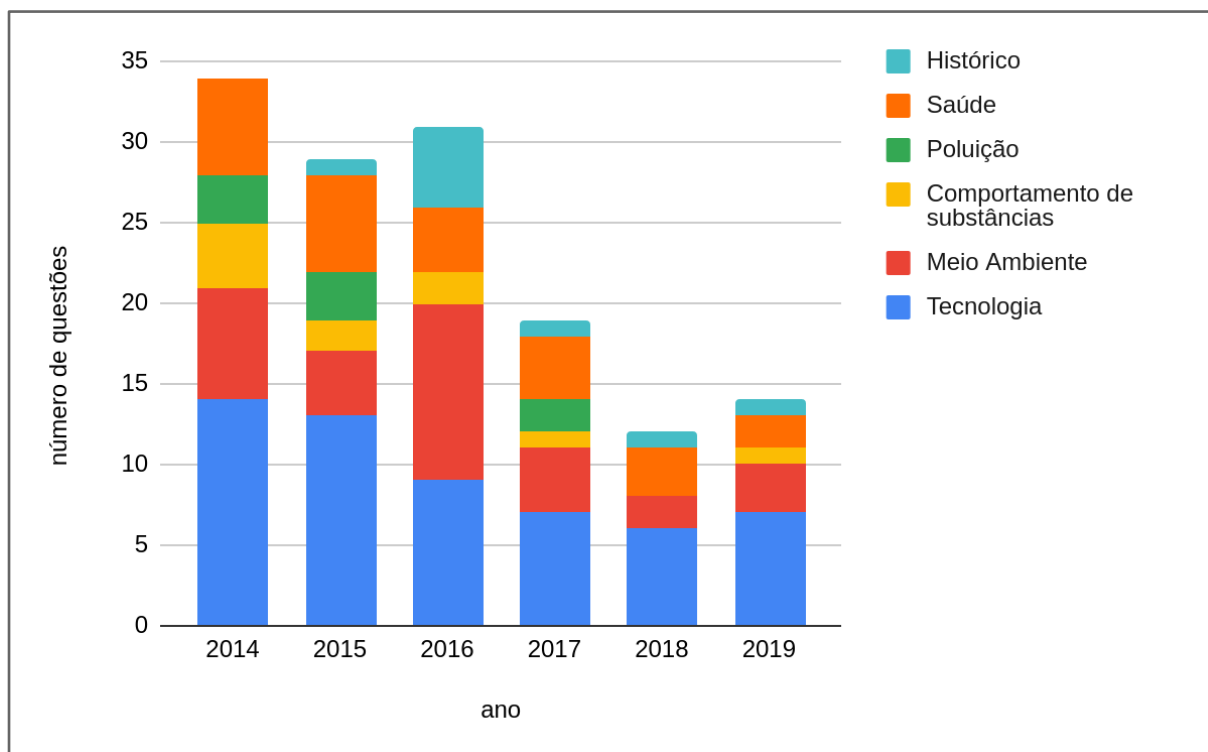
Poluição	Chuva ácida	1	1	-	1	-	-	2017-EM1-10
	Camada de Ozônio	1	-	-	-	-	-	2014-EM1-13
	Efeito estufa/ aquecimento global	1	1	-	-	-	-	2015-EM1-20
	Contaminações	-	1	-	1	-	-	2015-EM1-05
	Total	3	3	-	2	-	-	
Saúde	Toxicidade, carcinogenicidade	5	3	1	1	-	2	2019-EM2-13
	Efeitos benéficos/ farmacológicos	3	3	2	3	1	-	2017-EM1-07
	Efeitos de deficiência ou excesso de nutrientes	-	-	1	-	-	-	2016-EM1-09
	Drogas	-	-	-	-	2	-	2018-EM3-14
	Total	6	6	4	4	3	2	
Histórico	Cientistas notáveis	-	1	1	-	1	1	2018-EM2-05
	Fatos históricos	-	-	4	1	-	-	2016-EM1-13
	Total	-	1	5	1	1	1	
Total contextualização		18	18	19	11	11	12	
Total de questões		41	43	31	31	32	32	

Fonte: Autora

As questões classificadas na categoria tecnologia são, em geral, as mais frequentes, conforme observa-se no Gráfico 9. A 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 10, 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 11. A subcategoria combustíveis abrange derivados de petróleo, etanol, propano e biodiesel, sua composição química e/ou efeitos na natureza.

Gráfico 9 - Temáticas utilizadas nas questões contextualizadas por ano



Fonte: Autora

Figura 10 - Questão 2014-EM1-06

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.

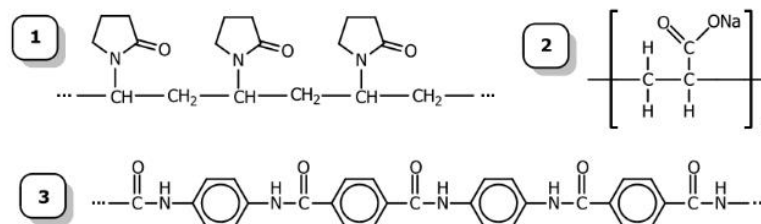
Estão corretas:

- 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

Fonte: ABQ-RS (2019a)

Figura 11 - Questão 2017-EM3-13

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.




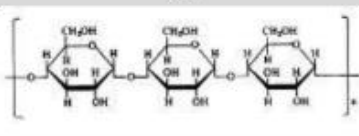
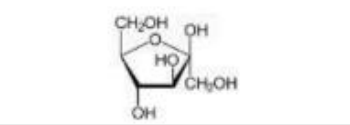
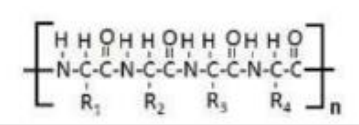




- a) Classifique os polímeros em: (i) de condensação, (ii) de adição, (iii) homopolímeros, (iv) copolímeros;
- b) Por que o polímero (2) é utilizado em fraldas descartáveis, diferentemente dos polímeros (1) e (3)?
- c) Monte a equação para a reação de polimerização do material (1), escrevendo o produto 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).

Fonte: ABQ-RS (2019a)

As categorias meio ambiente e saúde foram as mais recorrentes após a categoria 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, como ilustra a questão 2016-EM3-03, Figura 12. 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.

Figura 12 - Questão 2016-EM3-03

Questão 03: Os alimentos são constituídos de diversos nutrientes e minerais. Considerando substâncias bioquímicas, algumas predominam mais que outras nos alimentos. Baseado nessa ideia faça uma associação correta:

(1)	(2)		
			
(3)	(4)		
			
()	()	()	()
 Mel	 Óleo de Soja	 Amido de Milho	 Bife de Carne Bovina

É correta a associação, da esquerda para a direita:

a) 2 – 4 – 1 – 3
 b) 1 – 2 – 4 – 3
 c) 3 – 1 – 2 – 4
 d) 3 – 4 – 1 – 2
 e) 1 – 3 – 2 – 4

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 categoria poluição trazem diferentes fenômenos causados por substâncias liberadas na natureza, a exemplo da questão 2015-EM1-20, Figura 13, a qual também traz um equívoco ao igualar o efeito estufa ao aquecimento global. 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.

Figura 13 - Questão 2015-EM1-20

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 ₂ O
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.

- Identifique e desenhe a geometria das moléculas dos gases 1 e 2.
- Faça a reação de combustão completa, balanceada, do gás 1.
- 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.

Fonte: ABQ-RS (2019a)

A questão 2015-EM3-20, Figura 14, é uma questão contextualizada atípica por demandar o conhecimento da reação que acontece no uso do bafômetro (subitem c), sem tampouco citar esta informação. Seria uma questão fácil de contextualizar, porém a equipe organizadora decidiu omitir a aplicação da reação apresentada e demandar do aluno esse conhecimento prévio, pois dificilmente o aluno conheceria a coloração da reação sem a ter

relacionada à sua utilização no teste do bafômetro. Outro caso em que a contextualização é demandada do aluno ocorre na questão 2016-EM1-12, que questiona a finalidade da adição de flúor em água tratada.

Figura 14 - Questão 2015-EM3-20

Questão 20: O propan-1-ol ou álcool n-propílico é um líquido incolor, inflamável, completamente miscível em água e em solventes orgânicos mais comuns, como éter etílico e hexano. É usado como solvente na indústria farmacêutica, para resinas e para componentes da celulose. É formado em pequenas quantidades durante muitos processos de fermentação. Sobre esse álcool:

- Faça a reação de desidratação intermolecular, em meio ácido sulfúrico e a quente.
- Faça a reação de desidratação intramolecular, em meio ácido sulfúrico e a quente.
- Faça a reação de oxidação completa com dicromato de potássio, em meio ácido sulfúrico. Qual a mudança de cor observada? Explique.

Fonte: ABQ-RS (2019a)

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 observar se a qualidade da contextualização das questões sofreu alguma mudança ao longo dos anos, ao que se concluiu não ter acontecido. Poucas questões trazem uma contextualização mais profunda, e essas não ocorrem em maior número em provas de algum ano específico. A maior parte das questões que apresentam alguma temática no enunciado apenas ilustram ou exemplificam os conceitos científicos e tecnológicos abordados. A questão 2019-EM3-05, Figura 15, é exemplo de uma maior contextualização observada (além da questão já citada 2017-EM3-13, Figura 11). Na observação das questões aqui expostas, o leitor pode ter um panorama representativo do nível de contextualização utilizado nas provas.

Figura 15 - Questão 2019-EM3-05

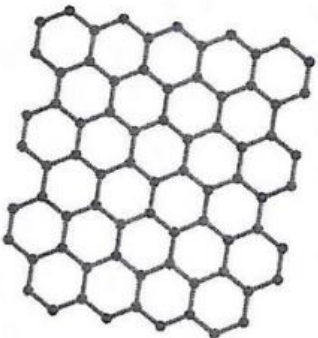
O grafeno é o primeiro material cristalino verdadeiramente bidimensional. Sua produção, isolamento, identificação e caracterização renderam o Prêmio Nobel de Física 2010 aos cientistas russos Andre Geim e Konstantin Novoselov. Camadas de 70 cm de largura já foram obtidas e o material é mais resistente 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



Fonte: ABQ-RS (2019a)

A contextualização de uma questão também é importante para a motivação dos estudantes, pois atribui significado ao conteúdo e estimula o interesse, sendo uma 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; SILVA; BEJARANO, 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 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 é uma perspectiva amplamente difundida nas pesquisas da área de Ensino de Química (SANTOS; SCHNETZLER, 1996).

6. CONCLUSÃO

Com a análise documental proposta, pretendeu-se responder à pergunta de pesquisa: qual o perfil das questões das provas da OQdoRS e como elas são estruturadas, com relação ao conteúdo de Química e à sua forma de abordagem? Considera-se que os objetivos de pesquisa foram atendidos, uma vez que o leitor, através da categorização das questões analisadas em conteúdos, áreas da Química, formas de abordagem e contextos, assim como de exemplos e discussões, pode entender o perfil das provas da OQdoRS, evento que tem ganhado cada vez mais relevância no estado. Salienta-se que a pesquisa limitou-se às edições de 2014 a 2019, pois as provas da edição de 2020 foram aplicadas após a coleta de dados.

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 exigência de aspectos teóricos. No mínimo um terço das questões em cada ano são contextualizadas, sendo a temática mais frequente sobre tecnologia, 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 aqui 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 e promove a reflexão sobre sua contribuição para o ensino de Química. Como mostrado por Schwarz (2018), muitos estudantes participantes do evento prosseguem a cursos superiores, entre os quais um número razoável opta por cursos com alta carga de Química. O evento também se revela como forma de divulgação da área de ciências, como apontado pelo autor sobre seu potencial 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, esse trabalho também constitui-se como referência para os desenvolvedores das provas, possibilitando-os avaliar se estas têm traduzido corretamente as intenções e a filosofia do programa e 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.

REFERÊNCIAS

ABQ (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE QUÍMICA). **Programa Nacional Olimpíadas de Química**. [20--]. Disponível em: <http://www.obquimica.org/>. Acesso em: 29 mar. 2020.

ABQ-RS (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE QUÍMICA SECCÃO 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-antiores-da-oq-do-rs/>. Acesso em: 29 mar. 2020.

ABQ-RS (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE QUÍMICA SECCÃO 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: 25 maio 2020.

AMARAL, Míriam Cristina Santos; FERREIRA, Cynthia Fantoni Alves; LANGE, Liséte Celina; AQUINO, Sérgio Francisco de. Avaliação da biodegradabilidade anaeróbia de lixiviados de aterro sanitários. **Engenharia Sanitária e Ambiental**, v. 13, n. 1, p. 38-45, 2008.

BOGDAN, R.; BIKLEN, S.K. **Investigação Qualitativa em Educação**. Portugal: Editora Porto, 1994. 336 p.

CAMPOS, Reinaldo Calixto de; SILVA, Reinaldo Carvalho. Funções da Química Inorgânica ...funcionam? **Química Nova na Escola**, vol. 09, maio 1999.

CASTRO, Tarsila de Santana. **Delineamento jurídico das energias alternativas: fontes eficazes para o desenvolvimento sustentável**. 2009. 62f. Monografia (Trabalho de Conclusão de Curso) - Curso de Bacharelado em Ciências Jurídicas e Sociais – Direito, Centro de Ciências Jurídicas e Sociais, Universidade Federal de Campina Grande – Sousa, Paraíba - Brasil, 2009.

COSTA, Carla R.; OLIVI, Paulo; BOTTA, Clarice M. R.; ESPINDOLA, Evaldo L. G. A Toxicidade em ambientes aquáticos: discussão e métodos de avaliação. **Química Nova**, vol. 31, n. 7, p. 1820-1830, 2008.

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

EREMIN, V. V.; 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, João Paulo Casaro; CAMPOS, Ramón Giostri; SOUZA, Thays Ferreira; OLIVEIRA, Juliana de Souza. 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, Fun Man; PUTALA, Martin; HOLZHAUSER, Petr; SOMSOOK, Ekasith; HERNANDEZ, Cecilia; CHANG, I-jy. Celebrating the golden jubilee of the International Chemistry Olympiad: back to where it all began. **Journal Of Chemical Education**, Washington, DC, v. 95, n. 2, p. 193-196, 21 dez. 2017. American Chemical Society (ACS).

INTERNATIONAL CHEMISTRY OLYMPIAD. **Regulation**, 2018. Disponível em <https://icho2019.paris/en/a-propos/reglement/>. Acesso em: 25 maio 2020.

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

IUVENTA. **Short history of the International Chemistry Olympiad**. [20--]. Disponível em: <https://www.iuventa.sk/en/Subpages/ICHO/History-of-the-ICHO.alej>. Acesso em: 29 mar. 2020.

LÜDKE, M.; ANDRÉ, M. E. D. A. **Pesquisa em educação: abordagens qualitativas**. 1 ed. São Paulo: Pedagógica e Universitária, 1986.

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

PAIVA, Victor T. C.; PARMA, Eduardo; BUFFON, Regina. 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, Paul 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, Ana Luiza de; FÁTIMA, Ângelo de; MARTINS, Dayse Carvalho da Silva; SILVA, Fernando César; FREITAS-SILVA, Gilson de; ALEME, Helga Gabriela; OLIVEIRA, Sheila Rodrigues; ANDRADE, Frank Pereira de; TRISTÃO, Juliana Cristina; SANTOS, Leandro José dos. Ambientes colaborativos e competitivos: o caso das olimpíadas científicas. **Revista de Educação Pública**, Cuiabá, v. 22, n. 48, p. 149-163, jan./abr. 2013.

QUADROS, Ana Luiza de; FÁTIMA, Ângelo de; SILVA, Dayse Carvalho da; ANDRADE, Frank Pereira de; SILVA, Gilson de Freitas; ALEME, Helga Gabriela; OLIVEIRA, Sheila Rodrigues. 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.

REBELO, Rafaela Maciel; CALDAS, Eloisa Dutra. Avaliação de risco ambiental de ambientes aquáticos afetados pelo uso de agrotóxicos. **Química Nova**, vol. 37, n° 7, p. 1199-1208, 2014.

SANCHEZ, João Ricardo; ABREU, Daniela Gonçalves de; IAMAMOTO, Yassuko. 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, Wildson Luiz P. dos; SCHNETZLER, Roseli Pacheco. Função Social: O que significa ensino de Química para formar o cidadão? **Química Nova na Escola**, n° 4, p. 28-34, nov 1996.

SCHWARZ, Filipe Waldemar. **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, João Batista da; SALES, Gilvandenys Leite. 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, Leonardo A.; LARENTIS, Ariane L.; CALDAS, Lúcio A.; RIBEIRO, Manuel G. L.; ALMEIDA, Rodrigo V.; HERBST, Marcelo 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.

TORNEIO VIRTUAL DE QUÍMICA. **O Torneio**. 2016. Disponível em: <https://torneiovirtualdequimica.iqm.unicamp.br/o-torneio/>. Acesso em: 29 mar. 2020.

URHAHNE, Detlef; HO, Lok Hang; PARCHMANN, Ilka; NICK, Sabine. Attempting to predict success in the qualifying round of the International Chemistry Olympiad. **High Ability Studies**, Routledge, vol. 23, n. 2, p. 167-182, 2012.

WARTHA, Edson José; SILVA, Erivanildo Lopes da; BEJARANO, Nelson Rui Ribas. Cotidiano e contextualização no ensino de Química. **Química Nova na Escola**, vol. 35, n. 2, p. 84-91, maio 2013.

ANEXO 1 - PROGRAMA DA XVIII OQdoRS (EDIÇÃO DE 2019)

PROGRAMA DA XVIII OQDORS - 2019

**XVIII OLIMPÍADA DE QUÍMICA DO RIO GRANDE DO SUL - OQdoRS
– 2019**

MODALIDADES:

EM-1: 1ª Série - Itens 1 ao 6

EM-2: 2ª Série - Itens 1 ao 13

EM-3: Última série - Todos

1. CONCEITOS FUNDAMENTAIS: Matéria e Energia. Substâncias, misturas e sua classificação. Lei da conservação da matéria e energia. Classificação dos sistemas. Fenômenos físicos e/ou químicos. Símbolos e fórmulas. Equações químicas. Massa atômica e molar. Número de massa, número atômico, isótopos. Processos de separação de misturas. Propriedades físicas (ponto de fusão, ponto de ebulição, densidade e coeficiente de solubilidades). Laboratório (noções de segurança e vidrarias)

2. MODELOS ATÔMICOS: Modelo de Dalton. Modelo de Thompson. Modelo de Rutherford. Modelo de Bohr. Modelo da Mecânica Quântica.

3. TABELA PERIÓDICA: Classificação dos elementos químicos. Relação entre a configuração eletrônica e a posição na Tabela. Propriedades gerais de metais, não metais e semimetais. Propriedades periódicas.

4. LIGAÇÕES QUÍMICAS: Modelo iônico. Modelo covalente. Ligação metálica. Geometria molecular. Forças Intermoleculares e Número de Oxidação.

5. FUNÇÕES INORGÂNICAS: Ácidos, Bases, Sais, Óxidos, Hidretos e suas reações. Notação e Nomenclatura. Compostos inorgânicos e suas relações com o meio ambiente. Teorias de Ácidos e Bases.

6. CÁLCULOS QUÍMICOS: Balanceamento de equações. Leis das reações químicas. Cálculos de fórmulas. Mol e Número de Avogadro. Cálculos estequiométricos.

7. ESTADO GASOSO: Leis dos gases ideais. Hipótese de Avogadro. Desvios do comportamento ideal.

8. SOLUÇÕES: Conceitos, classificação, distinção: coloides vs solução. Cálculos das unidades de concentração das soluções; Diluição e Mistura de Soluções com e sem reações químicas. Propriedades coligativas. Aspectos cotidianos das soluções. Titulometria. Curvas de solubilidade.

9. TERMOQUÍMICA: Calorimetria. Primeiro e segundo princípios da termodinâmica. Energia livre e espontaneidade. Aplicação da Lei de Hess. Calor de reação.

10. CINÉTICA QUÍMICA: Lei da ação das massas. Velocidades de reação. Energia de ativação e catálise. Fatores que afetam a velocidade da reação química. Aplicações cotidianas. Ordem das reações. Molecularidade.

11. EQUILÍBRIO QUÍMICO: Aspectos macroscópicos e microscópicos do equilíbrio químico. Constante de equilíbrio. Fatores que perturbam o equilíbrio químico. Equilíbrio iônico. Soluções tampões. Equilíbrios heterogêneos. Hidrólise. Produto de solubilidade.

12. ELETROQUÍMICA: Conceitos (oxidação, redução, oxidante, redutor, eletrodo, condutor, células eletroquímicas). Reações

eletroquímicas: semirreações, reação global. Equação de Nernst. Leis de Faraday. Aplicações: pilhas e acumuladores, corrosão e galvanização.

13. RADIOATIVIDADE: Estabilidade nuclear. Radioatividade natural e artificial. Conceitos de fissão e fusão nuclear, meia-vida. Aplicações de radioisótopos. Efeitos biológicos das radiações.

14. ESTRUTURA DAS MOLÉCULAS ORGÂNICAS: Átomo de Carbono. Cadeias carbônicas. Isomeria plana e espacial

15. FUNÇÕES ORGÂNICAS: Nomenclatura IUPAC e usual. Propriedades físicas e químicas. Métodos de Obtenção. Importância industrial e no cotidiano.

16. COMBUSTÍVEIS (petróleo, carvão mineral, gás natural, biodiesel): Obtenção. Aplicações. Fracionamento do petróleo e principais derivados.

17. POLÍMEROS SINTÉTICOS: Métodos de obtenção. Aplicações.

18. COMPOSTOS ORGÂNICOS DE INTERESSE BIOLÓGICO (Aminoácidos e proteínas; Lipídios; Carboidratos): Definição. Classificação. Estrutura. Importância.