



ESTRATÉGIAS DIDÁTICAS PARA ENSINO DE QUÍMICA ANALÍTICA NO ENSINO SUPERIOR: UMA REVISÃO DE LITERATURA

Marisa Longo¹ (PG)*, Carla Sirtori¹ (PQ), Camila Greff Passos¹ (PQ).

E-mail: nina.longoo@gmail.com

Instituto de Química, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Av. Bento Gonçalves, 9500, Porto Alegre, RS, Brasil.

Palavras-Chave: Revisão sistemática, Ensino de Química, Química Analítica;

Área Temática: Processos de Ensino e de Aprendizagem e Avaliação

RESUMO: O grande desafio do ensino na disciplina de química analítica atualmente é permitir o aprendizado do aluno fazendo uso de metodologias que supram as dificuldades encontradas no modelo de ensino e aprendizagem tradicional. Nesse contexto o presente estudo busca analisar as metodologias de ensino e aprendizagem empregadas, áreas, conteúdos, contextos e principais contribuições das diferentes estratégias didáticas utilizadas no ensino de química analítica nos últimos 17 anos (2005 a 2022). Os resultados obtidos mediante uma revisão sistemática realizada utilizando as plataformas “Scopus” e “Web of Science” indicaram 36 artigos voltados à área de química analítica no ensino superior. Em relação às principais propostas didáticas destacam-se as metodologias tradicionais e as metodologias ativas, sendo estas relatadas nos artigos como contribuições a melhor comunicação aluno/professor, ampliação da compreensão dos assuntos abordados em sala de aula, além de fomentar o desenvolvimento do pensamento crítico e favorecer a resolução de situações problema.

INTRODUÇÃO

No passado, o acúmulo de conhecimento era de fundamental importância para um rendimento adequado das disciplinas no ensino superior, dentre elas as da área de química analítica (qualitativa, quantitativa) (LYKKEN, 1951). Nesse contexto, historicamente a química analítica sofreu alterações significativas em sua abordagem no ensino superior em sala de aula, nos livros didáticos e nas práticas de laboratório uma vez que a análise quantitativa e qualitativa clássica foram aos poucos diminuindo sua presença nos currículos e incorporando diferentes técnicas instrumentais de análise aos mesmos (LAITINEN, 1970).

Passadas algumas décadas, no ano de 2001, Van Bramer Scott (2001) no simpósio *Teaching of chemistry in the new century*, ressaltou que existia um forte consenso de que os alunos não precisavam aprender sobre todas as técnicas analíticas. Em vez disso, eles seriam melhor atendidos/formados limitando o currículo para adicionar mais profundidade e colocar as técnicas analíticas em contexto.

Assim, desde o início deste século, os conteúdos das disciplinas de Química Analítica, em diferentes países do mundo, são considerados pelas instituições de Ensino Superior como um conjunto essencial e obrigatório para a formação de

Apoio



químicos e, também, de áreas afins (ALVIM; ANDRADE, 2006; SCHAUMLOFFEL; DONAIS, 2001). Adicionalmente, segundo Danzer (2007) o fato da química analítica ser a ciência da medição química confere aos exercícios de laboratório um papel de destaque para garantir um ensino de alto nível. No aspecto da importância, esse autor enfatiza que além das habilidades conceituais é essencial desenvolver competências em gestão de negócios e aptidão em trabalho em equipe (SALZER, 2008).

Por sua vez, Schaumloffel e Donais (2001) defendem que a abordagem de disciplinas de Química Analítica em cursos Química e áreas afins, deve considerar como esses alunos podem usar conhecimentos da Química Analítica em suas futuras áreas de atuação. Nessa perspectiva o contato com a área de Química Analítica permitirá aos estudantes ter a capacidade de entender os problemas que os analistas podem encontrar no seu cotidiano. Assim, os autores concluem que cabe aos docentes da área de Química Analítica educar esse público amplo, preparando-o para situações problemas que encontrarão em sua prática profissional futura. Dessa forma, o presente estudo, tem como objetivo apresentar uma revisão sistemática sobre o Ensino em Química Analítica para identificar as propostas didáticas postas em prática e pesquisadas nos últimos 17 anos, assim como suas contribuições para o processo de ensino e aprendizagem.

Metodologia

A revisão descrita neste artigo visa realizar um mapeamento das pesquisas desenvolvidas sobre o Ensino de Química Analítica. Para tal, foi realizada uma pesquisa de natureza qualitativa, no formato de revisão sistemática de literatura guiada por três abordagens e suas respectivas questões de pesquisa são as seguintes:

- I. Propostas didáticas: Quais são as principais propostas didáticas relatadas nos artigos sobre o ensino de química analítica e em qual nível de ensino estas foram desenvolvidas?
- II. Áreas, conteúdos e contexto: Quais as áreas da química analítica, temáticas e conteúdos são abordados nas pesquisas da área?
- III. Principais resultados: Quais as formas de contribuição para o processo de ensino e aprendizagem alcançados com as propostas didáticas analisadas?

Amostragem

Na obtenção dos artigos, utilizou-se o método da pesquisa sistemática descrito por Wei *et al.*, (2019). Inicialmente, foram selecionadas duas bases de dados para a pesquisa: Scopus e Web of Science. Após esse estudo nas bases de dados, foram definidos os seguintes critérios de inclusão: - Delimitação temporal: Artigos publicados nos últimos 17 anos (janeiro de 2005 a dezembro de 2022). Justifica-se este período pela implementação das Diretrizes Curriculares para os cursos de Química (DCN) em 2005 (BRASIL, 2002) e para caracterizar produções recentes, mas ao mesmo tempo identificar temporalmente as tendências do ensino de química analítica.; - Idioma das publicações: Inglês, espanhol e português; - Palavras-chave:

Apoio



No Scopus e na Web of Science, as palavras-chave utilizadas foram “teaching”, “analytical” e “chemistry”, com a adição do operador booleano “AND”. Essas palavras foram definidas com base nas tentativas de direcionar e encontrar um número maior de artigos sobre o tema de acordo com a natureza científica das bases de dados.

Foi encontrado um total de 91 artigos nas bases de dados Scopus e Web of Science. Por meio da leitura dos títulos, resumos e palavras-chave, foram selecionados 65 artigos. Após leitura desses artigos na íntegra, foram descartados 29 artigos, por não tratarem de ensino em química analítica ou não terem uma proposta didática no contexto, como os artigos de revisão de literatura. Assim, 36 artigos (Quadro 1), foram selecionados e lidos na integralidade, para análise realizada a partir das três questões focais e para elaboração de um panorama geral sobre ano de publicação, revistas e nacionalidade dos pesquisadores. Para análise dos dados foi utilizado as ferramentas de software VOSviewer e biblioshiny que tem como objetivo a construção e visualização de redes bibliométricas.

Resultados e discussão

Os 36 artigos analisados nesta pesquisa foram datados de 2005 a 2022, conforme Quadro 1.

Quadro 1: Referências e códigos dos artigos analisados

Código dos artigos	Referência completa
Artigo 01	BAGÁN, H. et al. Active teaching strategies for introducing radioanalytical techniques in analytical chemistry master degree: 40K determination in Bananas. Journal of Radioanalytical and Nuclear Chemistry , v. 322, n. 3, p. 1905-1914, 2019.
Artigo 02	BALVERDI, C. V. et al. El modelo “clase invertida” en Química Analítica. Educación química , v. 31, n. 3, p. 15-26, 2020.
Artigo 03	BATTEN, H. A. Student-driven independent research projects: developing a framework for success in analytical chemistry. Analytical and bioanalytical chemistry , v. 404, n. 4, p. 927-931, 2012.
Artigo 04	BELT, S. T.; OVERTON, T. L. Context-based case studies in analytical chemistry. American Chemical Society , p. 87-99, 2007.
Artigo 05	BUCKLEY, P.; FAHRENKRUG, E. The Flint, Michigan water crisis as a case study to introduce concepts of equity and power into analytical chemistry curriculum. Journal of Chemical Education , v. 97, n. 5, p. 1327-1335, 2020.
Artigo 06	CALDERÓN-MENDOZA, G. L. et al. Teaching Procedural Skills in Atomic Absorption and Atomic Emission Spectrometry Using a Simulator Designed with Excel Spreadsheets to Upper-Division Undergraduate Students. Journal of Chemical Education , v. 99, n. 2, p. 1076-1080, 2021.
Artigo 07	CANDAS, Bahar; KIRYAK, Zeynep; ÖZMEN, Haluk. Developing Prospective Science Teachers' Using of Chemical Knowledge with Flipped Learning Approach in the Context of Environmental Problems. Science Education International , v. 33, n. 2, p. 192-202, 2022.
Artigo 08	CONTAKES, S. M. Misconduct at the lab? A performance task case study for teaching data analysis and critical thinking. Journal of Chemical Education , v. 93, n. 2, p. 314-317, 2016.
Artigo 09	DENARI, G. B.; SACILOTO, T. R.; CAVALHEIRO, É. T. G. Avaliação do uso de planilhas computacionais como uma ferramenta didática em Química Analítica Qualitativa. Química Nova , v. 39, p. 371-375, 2016.
Artigo 10	DUEDAHL-OLESEN, L. et al. Case Study Teaching for Active Learning on Analytical Quality Assurance Concepts in Relation to Food Safety Exposure Assessment. Journal of Chemical Education , v. 98, n. 12, p. 3776-3783, 2021.
Artigo 11	DUKES III, A. D. Teaching an instrumental analysis laboratory course with out instruments during the COVID-19 pandemic. Journal of Chemical Education , v. 97, n. 9, p. 2967-2970, 2020.
Artigo 12	FITZGERALD, N.; LI, L. Using presentation software to flip na undergraduate analytical chemistry course. Journal of Chemical Education , v. 92, p. 1559-1563, 2015.



Artigo 13	GAO, R. Incorporating students' self-designed, research-based analytical chemistry projects into the instrumentation curriculum. Journal of Chemical Education , v. 92, n. 3, p. 444-449, 2015.
Artigo 14	HE, Y.; SWENSON, S.; LENTS, N. Online video tutorials increase learning of difficult concepts in an undergraduate analytical chemistry course. Journal of Chemical Education , v. 89, n. 9, p. 1128-1132, 2012.
Artigo 15	JOLLEY, D. F. et al. Analytical thinking, analytical action: Using prelab video demonstrations and e-quizzes to improve undergraduate preparedness for analytical chemistry practical classes. Journal of Chemical Education , v. 93, n. 11, p. 1855-1862, 2016.
Artigo 16	JORDHEIM, L. P. et al. Interactive Web Application as a Teaching Tool to Introduce Basics of Chromatography and the Plate Theory. Journal of Chemical Education , v. 98, p. 2440-2443, 2021.
Artigo 17	LEITO, I.; HELM, I.; JALUKSE, L. Using MOOCs for teaching analytical chemistry: experience at University of Tartu. Analytical and Bioanalytical Chemistry , v. 407, p. 1277-1281, 2015.
Artigo 18	MASANIA, J.; GROOTVELD, M.; WILSON, P. B. Teaching analytical chemistry to pharmacy students: A combined, iterative approach. Journal of Chemical Education , v. 95, n. 1, p. 47-54, 2018.
Artigo 19	MIRANDA-CASTRO, R.; DE-LOS-SANTOS-ÁLVAREZ, N. Engaging in analytical chemistry in review classes: Contests based on TV shows as fun evaluable checkpoints. Analytical and Bioanalytical Chemistry , v. 412, p. 5891-5896, 2020.
Artigo 20	ORTIZ, M. C. Teaching chemometrics. Analytical and bioanalytical chemistry , v. 388 n. 8, p. 1557-1560, 2007.
Artigo 21	POSTIGO, J. P. et al. Uma proposta para o ensino de Laboratório de Química Analítica Qualitativa. Química Nova , v. 44, p. 502-511, 2021.
Artigo 22	RODRÍGUEZ SALAZAR, M. T. J. et al. PAPIME 210820: Formación y continuidad a distancia en período de emergencia sanitaria (SARS-CoV2, COVID-19). Educación Química , v. 31, n. 5, 159-161, 2020.
Artigo 23	RODRÍGUEZ-RODRÍGUEZ, E. et al. Analytical chemistry teaching adaptation in the COVID-19 period: Experiences and students' opinion. Journal of Chemical Education , v. 97, n. 9, p. 2556-2564, 2020.
Artigo 24	SAMIDE, M.; AKINBO, O. Theme-based modular approach for delivering the undergraduate analytical chemistry curriculum. Analytical and bioanalytical chemistry , v. 392, n. 1, 1-8, 2008.
Artigo 25	SCARBOROUGH, David LA; HALL, Rod D.; VANDERKRUK, Kellie EN. Laboratory Research Projects in Undergraduate Environmental and Analytical Chemistry. Journal of Chemical Education , v. 99, n. 4, p. 1672-1681, 2022.
Artigo 26	SCHWARZ, G. et al. Incorporating a Student-Centered Approach with Collaborative Learning into Methods in Quantitative Element Analysis. Journal of Chemical Education , v. 97, n. 10, p. 3617-3623, 2020.
Artigo 27	SHAHMURADYAN, A.; DOUGHAN, S. Students as Investigators: Promoting Active Learning through a Case Study Assignment in a Lecture-Based Analytical Chemistry Course. Journal of Chemical Education , v. 98, n. 12, p. 4088-4093, 2021.
Artigo 28	SHEN, H.-Y.; SHEN, B.; HARDACRE, C. Using a systematic approach to develop a chemistry course introducing students to instrumental analysis. Journal of Chemical Education , v. 90, n. 6, p. 726-730, 2013.
Artigo 29	SOUZA, T. G.; FERREIRA, R. Q. Considerações gerais sobre o uso do ambiente virtual de aprendizagem no ensino de Química Analítica. Revista Virtual de Química , v. 8 n. 3, p. 992-1003, 2016.
Artigo 30	TOH, C.-S. An Experiential Research-Focused Approach: Implementation in a Nonlaboratory-Based, Graduate-Level Analytical Chemistry Course. Journal of Chemical Education , v. 84, n. 4, p. 639, 2007.
Artigo 31	VALLE-SUÁREZ, R. M. et al. Teaching instrumental analytical chemistry in the framework of COVID-19: experiences and outlook. Journal of Chemical Education , v. 97, n. 9, p. 2723-2726, 2020.
Artigo 32	VARGAS, R. J.; SALDANA, D. G.; LÓPEZ-DONADO, L. Investigación en Química Analítica aplicada a la Nutrición como una herramienta en docencia. Educación química , v. 28, n. 3, p. 127-130, 2017.
Artigo 33	VERSHININ, V. I. Content and methodological provision of the basic course of analytical chemistry. Journal of Analytical Chemistry , v. 60, n. 9, p. 880-891, 2005.
Artigo 34	VILLANUEVA, M. E. et al. Teaching instrumental analytical chemistry during COVID-19 times in a developing country: asynchronous versus synchronous communication. Journal of Chemical Education , v. 97, n. 9, p. 2719-2722, 2020.
Artigo 35	WALCZAK, M. M.; JACKSON, P. T. Incorporating information literacy skills into analytical chemistry: An evolutionary step. Journal of Chemical Education , v. 84 n. 8, p. 1385, 2007.
Artigo 36	WENZEL, T. Collaborative group learning in remotely taught analytical chemistry courses. Journal of Chemical Education , v. 97, n. 9, p. 2715-2718, 2020.

No aspecto das publicações em revistas, de acordo com a Tabela 1, observa-se que os 36 artigos foram publicados em nove diferentes periódicos, destacando-se o *Journal of Chemical Education* com 21 artigos. Compreende-se que essa maior quantidade de produção científica no *Journal of Chemical Education* seja oriunda do

Apoio



escopo do referido periódico voltado às pesquisas sobre Ensino de Química, conforme identificado em outros trabalhos de revisão (BERNARDI; PAZINATO, 2022). Além disso, tem-se o periódico *Analytical and Bioanalytical Chemistry* com cinco artigos, que apresenta um fator de impacto de 4.478, e contempla um escopo de estudos na área de Química Analítica e Bioanalítica, assim como em Ensino de Química, sendo essas duas áreas nas quais a presente revisão se concentra.

Tabela 1: Quantidade de artigos analisados na revisão por revistas

Revistas	Quantidades de artigos publicados
American Chemical Society	1
Analytical and Bioanalytical Chemistry	5
Educación Química	3
Journal of Radioanalytical and Nuclear Chemistry	1
Journal of Analytical Chemistry	1
Journal of Chemical Education	21
Química Nova	2
Revista Virtual de Química	1
Science Education International	1

Em relação a nacionalidade dos autores destes artigos científicos, segundo a Figura 1, nota-se que os diferentes estudos foram desenvolvidos em 17 países diferentes, com destaque para os Estados Unidos (EUA), Espanha, Brasil e Reino Unido respectivamente com 10, 4 e 3 publicações científicas. Na sequência têm-se os demais países dos continentes europeu, asiático e americano com 2 e 1 artigos. Ressalta-se que nos EUA desde a década de 70 há estudos que apontam a relevância da disciplina de Química Analítica e a busca por excelência no ensino e pesquisas na área (LAITINEN, 1970).

Country Collaboration Map

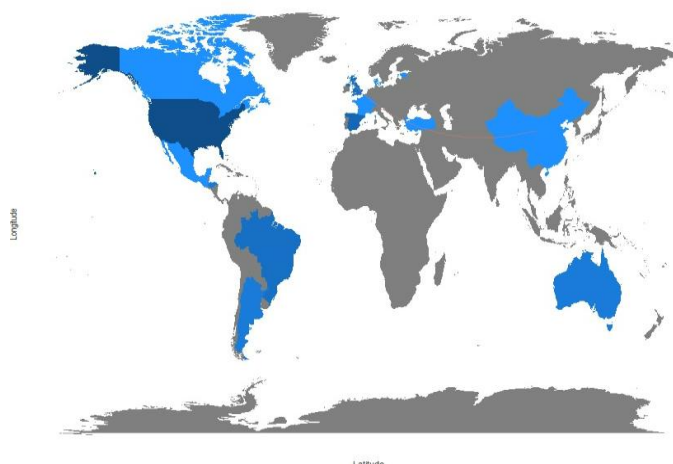


Figura 1: Nacionalidade dos autores dos artigos científicos analisados por países.

Legenda: quanto mais intenso a cor azul, maior o número de artigos publicados por país.



As propostas didáticas

As propostas didáticas relatadas nos artigos foram organizadas em quatro categorias, sendo indicadas na Tabela 2, relacionando a quantidade de artigos com o nível de ensino em que foram implementadas.

Tabela 2: Artigos analisados neste trabalho, divididos por propostas didáticas e nível de escolaridade

Propostas didáticas	Quantidade de artigos	Nível de ensino	Código dos artigos analisados*
Metodologias tradicionais	8	Graduação	06, 12, 14, 15, 18, 21, 33, 35
Metodologias ativas	24	Graduação e Pós graduação	01, 02, 03, 04, 05, 07, 08, 10, 11, 13, 16, 17, 19, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 30, 32, 34, 36
Tecnologia da Informação e Comunicação	3	Graduação	09,29,31
Experimentação	1	Graduação	20

*As referências dos artigos e seus códigos atribuídos estão presentes no Quadro 1. Foram considerados artigos com metodologias mistas ou similares, com base em suas metodologias predominantes.

As metodologias ativas se destacaram em 24 artigos (Estudo de Caso, Aprendizagem colaborativa e etc), depois as metodologias tradicionais (Biblioteca científica, livros e etc) com oito artigos, seguidos de três com o uso de Tecnologia da Informação e Comunicação, e um que relatam o uso da experimentação. Majoritariamente as pesquisas foram realizadas em disciplinas da graduação de cursos de Química ou área correlata.

Destaca-se também que em sete artigos, com o enfoque para o ensino de Química analítica na graduação, foram utilizadas metodologias mistas, ou seja, mais de uma metodologia associada ou diversificação dos recursos didáticos. O Artigo 35 articulou a biblioteca científica e tecnologia da informação, o Artigo 03 a aprendizagem ativa e métodos baseados em problemas, os Artigos 02 e 27 aprendizagem baseada em problemas e aprendizagem colaborativa, o Artigo 01 estudo de caso e sala de aula invertida, os Artigos 28 e 35 estudo de caso e aprendizagem colaborativa. Nesse intuito, verifica-se a inovação do âmbito educacional do ensino de Química analítica, para o contexto analisado, pois os resultados apontam um movimento de inserção de modelos didáticos que favorecem a interação entre o corpo docente e discente. No cenário atual, o uso de metodologias mistas ou da associação de metodologias e recursos é uma alternativa em expansão nas pesquisas sobre as metodologias de ensino e aprendizagem (CAMARGO; DAROS, 2018). Essa tendência pode ser indicada com a figura 2, que nos mostra as palavra-chave dos artigos por ano, demonstrando assim, um uso dos últimos anos dos recursos tecnológicos e da associação de metodologias de ensino e aprendizagem.

Apoio

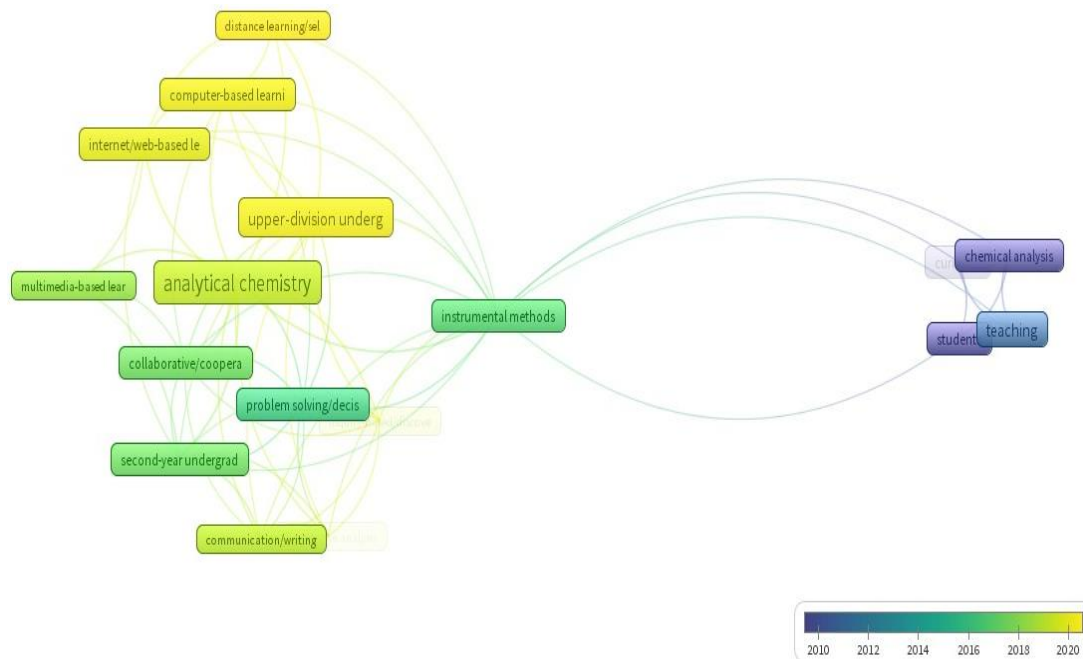


Figura 2: Lista de Palavras-chave utilizadas nos artigos analisados neste estudo, no período de 2005 a 2022.

Áreas, conteúdos e contextos da Química analítica

Dos 36 artigos analisados, 23 abordam sobre química analítica clássica (Química Analítica Quantitativa), mais especificamente sobre preparo de soluções, pH, titulação, métodos de calibração, tratamento estatístico de dados (Teste T, etc.), equilíbrio químico, (Artigos 01, 04, 05, 08, 10, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 22, 23, 25, 27, 29, 30, 32, 33 e 36) e as temáticas mais recorrentes são problemáticas relacionadas com fármacos e/ou agrotóxicos (Artigos 04 e 27).

Nesta divisão, temos também a Química Analítica Qualitativa (Artigos 09 e 21) que trata sobre a análise sistemática de mistura de cátions e ânions. É importante mencionar que esta disciplina é alvo de constantes controvérsias no Brasil, visto que muitos a consideram ultrapassada, tanto que muitos cursos aproveitaram o período de reformulação curricular orientado pelas DCQ (BRASIL 2002), que previa a flexibilização curricular, para reduzir ou até mesmo removê-la da grade curricular. Entretanto, existem universidades brasileiras, como a Universidade de São Paulo (USP), que defendem a Química Analítica Qualitativa para a formação do profissional de química com uma função pedagógica, no intuito de estimular o aluno a raciocinar e pensar de forma criativa, como apontado no Artigo 21.

Em relação à Química Analítica Instrumental, 11 artigos relatam sobre técnicas cromatográficas (Artigos 02, 03, 06, 07, 11, 24, 26, 28, 31, 34 e 35). Observa-se que em sua totalidade os conteúdos propostos não foram relacionados às temáticas para contextualização das técnicas descritas. Dentre as técnicas abordadas

Apoio



nesses artigos destacam-se a cromatografia do tipo GC-MS (Cromatografia Gasosa acoplada à Espectrometria de Massas), HPLC-MS (Cromatografia Líquida de Alta Eficiência acoplada à Espectrometria de Massas) (Artigo 28), além de técnicas de espectroscopia como a de absorção atômica de chama, emissão óptica de plasma indutivamente acoplado e a fluorescência de raios-X (Artigo 26).

Pode ser interessante traçar um paralelo com o trabalho de Kovarik *et al.*, (2022), no qual relata os resultados de uma pesquisa curricular com 322 docentes de química analítica (92% deles nos EUA) no ano de 2021. Dentre os resultados apresentados pelos autores, os tópicos avaliados como sendo mais importantes foram: a padronização e os métodos de calibração, seguidos por espectroscopia de absorção UV-vis, tratamento de dados, HPLC, GC, análise estatística, teoria cromatográfica geral, fontes e tipos de erro, espectrometria de massa e teoria ácido-base/equilíbrios/tampões. Em geral, os tópicos considerados importantes pelos docentes eram ministrados em disciplinas obrigatórias teóricas e abordados em prática de laboratórios. Os docentes pesquisados relataram que o maior desafio para o ensino, está associado à obtenção e manutenção de instrumentação que atenda às inovações científicas e aplicações na carreira dos profissionais da Química (KOVARIK *et al.*, 2022).

Principais resultados

O último foco desta pesquisa foi os resultados encontrados no estudo com a ênfase das principais contribuições para o ensino e aprendizagem. Com base nos artigos, observou-se que o uso das propostas didáticas contribuiu para o aprendizado dos discentes no intuito da otimização de procedimentos de medição, extração de informações de dados químicos e avaliação da qualidade de uma determinação analítica quando mencionamos a experimentação (Artigo 20). Em relação ao uso de recursos tecnológicos (TICs), o Artigo 29, descreve uma melhor comunicação aluno/professor e uma compreensão clara do conteúdo abordado em sala de aula.

Na metodologia ativa descrita no Artigo 02, é pontuado que os alunos desenvolvam seus próprios projetos de pesquisa, definindo suas metas e os erros passíveis de serem transcorridos do trabalho. No que concerne ao estudo de caso (Artigo 04), as habilidades envolvidas foram a capacidade de envolver múltiplas perspectivas sobre um problema, o desenvolvimento de conhecimento estrutural, o aumento da capacidade de alunos para insights conflitantes integrados em mais de uma disciplina e a capacidade de resolver ou explicar um problema ou levantar novas questões de maneiras não acessíveis por meio de uma única disciplina.

No aspecto da aprendizagem colaborativa, segundo o Artigo 23, o dinamismo, a distribuição e o uso adequado dos recursos utilizados pelos professores em sala de aula foram positivos e denotaram um aumento significativo da motivação por parte desses discentes. Em uma abordagem mista, associando duas ou mais metodologias ou recursos didáticos, de acordo com o Artigo 27, os alunos praticaram suas habilidades de resolução de problemas, pensamento crítico e comunicação, além

Apoio



disso, aprenderam a importância da preparação de amostras e princípios de operação de vários instrumentos. Salienta-se ainda propostas didáticas tradicionais como a marcha analítica (Artigo 21) que reforça vantagens tais como a busca de referenciais teóricos existentes confiáveis e a compreensão de cada reação estudada.

Neste sentido, considera-se a pertinência da realização de novas pesquisas sobre o ensino de química analítica no ensino superior, visto a carência de investigações que associam temáticas aos conceitos e técnicas abordadas, assim como a contextualização da futura prática profissional dos químicos e áreas afins, que necessitam de conhecimentos sobre legislação, uso e desenvolvimento de novas tecnologias.

Conclusão

Um dos maiores desafios no ensino de Química analítica é a construção de uma conexão de conhecimento acadêmico e o mundo cotidiano e profissional dos estudantes. Nesse intuito, foram encontrados 36 artigos sobre propostas didáticas no ensino de química analítica nas bases de dados consultadas, que visam contribuir com avanços na disciplina, com foco no ensino superior.

De acordo com os resultados apresentados referente às propostas didáticas, as metodologias ativas foram as mais citadas nos artigos, demonstrando assim um assíduo foco nos discentes, que proporciona trabalhos em grupos, com melhor entendimento de conteúdos, quando comparados ao ensino tradicional.

Em relação às áreas e conteúdos observou-se que na química analítica clássica, mais especificamente a química analítica quantitativa, os conteúdos foram equilíbrio químico, soluções e titulações, após, tivemos a química analítica instrumental, destaque para a cromatografia, sendo a grande maioria destes artigos científicos inseridos na graduação, entretanto somente dois com temática voltada à fármacos e aos pesticidas. Para os resultados baseados nas principais contribuições destacou-se uso de metodologias associadas, visto que contribuíram na resolução de problemas, no pensamento crítico, e também para a motivação dos alunos na busca de uma melhor compreensão dos conteúdos na disciplina, proporcionando assim, aprendizagens ativas em sala de aula.

Referências

ALVIM, T. R.; ANDRADE, J. C. A importância da química analítica qualitativa nos cursos de química das instituições de ensino superior brasileiras. **Química Nova**. 2006, 29, p.168-172.

BERNARDI, F. M.; PAZINATO, M. S. The case study method in chemistry teaching: A systematic review. **Journal of Chemical Education**, v. 99, n. 3, p. 1211-1219, 2022.

Apoio



BRASIL. Resolução CNE/CES Nº 8. Estabelece as Diretrizes Curriculares para os cursos de Bacharelado e Licenciatura em Química. Brasília, DF, 11 de março de 2002.

CAMARGO, F.; DAROS, T. A sala de aula inovadora-estratégias pedagógicas para fomentar o aprendizado ativo. 2018, **Penso Editora**.

DANZER, K. **Analytical chemistry: theoretical and metrological fundamentals**. Springer Science & Business Media, 2007.

KOVARIK, M. L.; GALARRETA, B. C.; MAHON, P. J.; MCCURRY, D. A.; GERDON, A. E.; COLLIER, S. M.; SQUIRES, M. E. Survey of the Undergraduate Analytical Chemistry Curriculum. **Journal of Chemical Education**. 2022, 99 (6), p. 2317-2326.

LAITINEN, H. A. Teachingofanalyticalchemistry. Problem in perspective. **Analytical Chemistry**.1970, 42 (14), p. 37A-41A.

LYKKEN, L. Teaching analytical chemistry. **Journal of Chemical Education**.1951, p. 440-442.

SALZER, R. How we assure quality in teaching analytical chemistry. **Analytical and bioanalytical chemistry**. 2008, 390 (1), p. 85-88.

SCHAUMLOFFEL, J. C.; DONAIS, M. K. Analytical Chemistry for non chemistry science majors. **Analytical Chemistry**. 2001, p. 275-277.

VAN BRAMER, S. E. Teaching Chemistry in the New Century: Analytical Chemistry. **Journal of Chemical Education**. 2001, 78 (9), p.1167-1174.

WEI, J.; TREAGUST, D. F.; MOCERINO, M.; LUCEY, A. D.; ZADNIK, M. G.; LINDSAY, E. D. Understanding interactions in face-to-face and remote undergraduate science laboratories: a literature review. *Disciplinary and Interdisciplinary Science Education Research*. 2019, 1 (1), p.1-16.

Apoio