

Atividades Experimentais de Química no Contexto do Ensino Remoto

Fabiane Nunes da Silva¹ (IC)*, Aline Grunewald Nichele¹ (PQ)

*fabianenunesdasilva98@gmail.com

Instituto Federal do Rio Grande do Sul – campus Porto Alegre

Palavras-Chave: laboratório de química, ensino remoto, tecnologias digitais.

Área Temática: Experimentação no Ensino.

RESUMO: Devido à pandemia de Covid-19, interessantes estratégias foram criadas pelos professores para promover experimentos de química em ambientes que não eram laboratórios das instituições de ensino. A partir deste cenário, o objetivo deste trabalho foi identificar as estratégias de ensino de química que foram utilizadas para desenvolver atividades de laboratório no contexto do ensino remoto. Para isto, foi realizada pesquisa bibliográfica, no *Journal of Chemical Education*, em todas as suas publicações de 2020, 2021 e 2022. Foram selecionados 14 artigos. A análise dos trabalhos permitiu identificar interessantes alternativas para o desenvolvimento das atividades experimentais de química. Elas envolveram: a utilização de kits individuais elaborados pelo professor e enviados à casa dos alunos para realização de experimentos; o uso de utensílios domésticos; a utilização de materiais adquiridos em supermercados, farmácias e papelarias associada a atividades mediadas por aplicativos para o ensino de química. Neste texto, relatamos essas atividades.

INTRODUÇÃO

Desde o século 19, quando as escolas começaram a ensinar ciências sistematicamente, o laboratório tem tido um papel distinto no ensino de ciências, fornecendo formação em observação, estimulando a obtenção e aplicação de informações coesas e contextualizadas, e cultivando a curiosidade dos alunos sobre a ciência (SALTA *et al.*, 2022).

Quando a Covid-19 foi declarada pandemia pela Organização Mundial da Saúde (OMS), as instituições de ensino precisaram substituir o ensino presencial pelo remoto. As Tecnologias Digitais (TD) faziam parte das práticas regulares na Educação, no entanto, essa rápida mudança desafiou professores e instituições de ensino, e as TD tornaram-se protagonistas.

Atividades em laboratório de química têm papel importante no ensino desta ciência e, independentemente de seu propósito, a experiência laboratorial é considerada como uma abordagem popular e valiosa por alunos e professores. O trabalho laboratorial a partir de uma perspectiva educacional inclui um conjunto de atividades em que os alunos interagem com equipamentos e materiais ou fontes secundárias de dados, a fim de observar e compreender o mundo natural. Durante a

Apoio



pandemia de Covid-19, cursos presenciais precisaram encontrar alternativas às atividades de laboratório.

A partir deste cenário, o objetivo deste trabalho é identificar as estratégias de ensino de química, que foram utilizadas no período de 2020 a 2022, para desenvolver atividades experimentais no contexto do ensino remoto.

METODOLOGIA

Uma pesquisa bibliográfica foi realizada no *Journal of Chemical Education*, em todas as suas publicações nos anos de 2020, 2021 e 2022. A análise preliminar foi realizada por meio da leitura do título e dos resumos de todos os artigos. Foram identificados 167 trabalhos, dos quais foram selecionados 14 relacionados à realização de experimentos de química no contexto do ensino remoto. Estes 14 artigos foram lidos na íntegra. A análise dos trabalhos teve como objetivo entender quais foram as estratégias utilizadas para desenvolver atividades experimentais durante a pandemia, no contexto do ensino remoto.

RESULTADOS

Foram encontrados 14 artigos relacionados ao desenvolvimento de atividades experimentais de Química no contexto do ensino remoto, sendo: 4 artigos publicados em 2020, 5 artigos em 2021 e 5 artigos em 2022. Estes estão sumarizados no Quadro 1.

Quadro 1: Artigos sobre laboratório de química no contexto do ensino remoto.

Título	Autores/Ano	DOI
Reflections on Three Different High School Chemistry Lab Formats during COVID-19 Remote Learning	Kelley, 2020.	https://doi.org/10.1021/acs.jchemed.0c00814
Using Hands-On Chemistry Experiments While Teaching Online	Selco, 2020.	https://doi.org/10.1021/acs.jchemed.0c00424
Imparting Materials Science Knowledge in the Field of the Crystal Structure of Metals in Times of Online Teaching: A Novel Online Laboratory Teaching Concept with an Augmented Reality Application	Müssig <i>et al.</i> , 2020.	https://doi.org/10.1021/acs.jchemed.0c00763

Apoio



Experimenting with At-Home General Chemistry Laboratories During the COVID-19 Pandemic	Andrews <i>et al.</i> , 2020.	https://doi.org/10.1021/acs.jchemed.0c00483
Analysis of Amylase in the Kitchen: An At-Home Biochemistry Experiment for the COVID-19 Pandemic	Maqsood <i>et al.</i> , 2021.	https://doi.org/10.1021/acs.jchemed.0c01236
Microscale Educational Kits for Learning Chemistry at Home	Toma, 2021.	https://doi.org/10.1021/acs.jchemed.1c00637
Challenges Encountered and Students' Reactions to Practices Utilized in a General Chemistry Laboratory Course During the COVID-19 Pandemic	Mojica e Upmacis, 2021.	https://doi.org/10.1021/acs.jchemed.1c00838
At-Home Microscale Paper-Based Quantitative Analysis Activity with External Standards	Schmuck <i>et al.</i> , 2021.	https://doi.org/10.1021/acs.jchemed.1c01042
At-Home Laboratory Experiments for the Analytical Chemistry Curriculum	Ambruso e Riley, 2021.	https://doi.org/10.1021/acs.jchemed.1c00943
Implementation of an At-Home, First-Semester Biochemistry Lab Course: A Module Based on Banana Tyrosinase	Barton <i>et al.</i> , 2022.	https://doi.org/10.1021/acs.jchemed.1c00675
Students' Attitudes on Remote-Flexible Instrumental Analysis Laboratory Experiments During COVID-19	Destino e Gross, 2022.	https://doi.org/10.1021/acs.jchemed.2c00038
Remote Teaching of a Graduate-Level Instrument Repair and Maintenance Course Using Take-Home Kits and Laboratory Demonstrations	Newman e Stock, 2022.	https://doi.org/10.1021/acs.jchemed.1c01083

Apoio



Brewing, Analysis and Evaluation of Traditional Chinese Rice Wine: An At-Home Interdisciplinary Practical Project during COVID-19 Pandemic Lockdown	Zhang <i>et al.</i> , 2022.	https://doi.org/10.1021/acs.jchemed.2c00073
Inter-Twine-d: Combining Organic Chemistry Laboratory and Choose-Your-Own-Adventure Games	Saluga <i>et al.</i> , 2022.	https://doi.org/10.1021/acs.jchemed.2c00481

Dentre as práticas identificadas, destacaram-se: a utilização de kits individuais elaborados pelo professor e enviados para a casa dos alunos para realização de experimentos; o uso de utensílios domésticos seguros e nenhum equipamento especial para realizar experimentos; a criação de modelos químicos com materiais adquiridos em supermercados, farmácias e papelarias e estes associados a atividades mediadas por aplicativos. A seguir, são descritos alguns trabalhos relacionados a estas práticas.

Utilização de kits individuais elaborados pelo professor e enviados para a casa dos alunos para realização de experimentos

Para essa estratégia de ensino de química para atividades de laboratório o professor elaborou experimentos que podiam ser realizados em casa, assim os estudantes recebiam kits com os utensílios necessários para realizar a atividade. As orientações eram realizadas em encontros síncronos que ocorriam antes dos estudantes fazerem o experimento ou de maneira simultânea, com estudantes e o professor conectados realizando o experimento (KELLEY, 2020; TOMA, 2021; SCHMUCK *et al.*, 2021; AMBRUSO e RILEY, 2021; BARTON *et al.*, 2022; NEWMAN e STOCK, 2022).

Kelley (2020) fez uso de kits individuais que eram enviados para as casas dos alunos do ensino médio. Em um encontro síncrono, eram dadas instruções sobre o experimento. Os encontros síncronos ocorreram pela plataforma Zoom. Os alunos tinham a opção de realizar o experimento durante o tempo de aula e obter o *feedback* do professor via Zoom, mas a maioria optou por fazer a atividade experimental em outro momento. Alguns alunos enviaram mensagens, no mesmo dia do encontro *online*, para pedir esclarecimentos ou para relatar algum incidente/dúvida experimental. Kelley (2020) fez três experimentos com essa estratégia, realizando-os ao longo de algumas semanas, tendo como tema geral dos experimentos as forças intermoleculares.

Toma (2021) criou um kit (Figura 1) que permitia realizar uma ampla coleção de experimentos, explorando conceitos básicos de química, como ligação química,

Apoio

solubilidade, condutividade, reações ácido-base, precipitação, reações redox, eletroquímica, cinética, termodinâmica, catálise, fotoquímica, espectroscopia e magnetismo. O autor relatou que o kit foi apropriado para alunos de graduação e que as atividades desenvolvidas requereram uma abordagem teórica prévia. O kit era enviado para casa dos estudantes e os experimentos eram realizados conforme o avanço de conceitos teóricos.



Figura 1: Kit criado por Toma (2021) para desenvolver diversos experimentos de química.

Alguns dos experimentos desenvolvidos com esse kit (Figura 1) estavam relacionados com o estudo da solubilidade de compostos iônicos e o papel das energias do cristal iônico e solvatação nas reações de precipitação; uma das reações utilizadas envolveu NaCl e AgNO_3 , que permitia observar a formação de um precipitado e auxiliava os alunos a equacionar a reação e a identificar o precipitado (AgCl).

Uso de utensílios domésticos

O uso de utensílios domésticos para a realização de atividades experimentais também foi uma estratégia utilizada pelos professores (SELCO, 2020; ANDREWS *et al.*, 2020; MOJICA e UPMACIS, 2021; DESTINO e GROSS, 2022).

Selco (2020) adaptou itens comuns de cozinha como copos e colheres para serem utilizados nos experimentos. Os experimentos foram aplicados no contexto do ensino médio e eram realizados de forma assíncrona. Os temas abordados foram pH, reações de precipitação e processos endotérmicos e exotérmicos.

Para o experimento de pH (Figura 2) foi dada a opção de utilizar extrato de repolho roxo ou pétalas de flores, se o repolho roxo não estivesse disponível como indicador. Para usar pétalas de flores, os estudantes precisavam, primeiramente, determinar quais cores caracterizavam o meio ácido e o meio básico. As instruções

Apoio

orientavam os estudantes a amassar as pétalas da flor e adicionar vinagre e bicarbonato de sódio, dissolvido em um pouco de água. Os alunos foram avaliados a partir da elaboração de uma descrição detalhada do procedimento dos resultados experimentais.



Figura 2: Experimento sobre o estudo do pH de Selco (2020).

Andrews *et al.* (2020) assim como Selco (2020) adaptaram alguns itens de cozinha para serem utilizados em experimentos com turmas de química geral; os itens utilizados para estimar volumes foram copos medidores, conta-gotas de medicamentos, seringas (sem agulhas), ou canudos de plástico caseiros "conta-gotas" para dispensar menores volumes para sua titulação. Os experimentos abordaram pH, titulações ácido-base, tampões, solubilidade, equilíbrio de fases e termodinâmica. Para o experimento de pH foi utilizado o extrato de repolho roxo, ele foi escolhido por ter uma absorção visível do pigmento antocianina em repolho roxo varia com pH sobre uma ampla faixa abrangendo pH ácido, neutro e básico, causando mudança de coloração na solução.

Utilização de materiais adquiridos em supermercados, farmácias e papelarias associados a atividades mediadas por aplicativos para o ensino de química

Para essa estratégia de ensino de química para atividades de laboratório os professores utilizaram materiais encontrados em papelarias e farmácias, associado ao uso de aplicativos (Apps) de química para construir sua proposta didática (MUSSIG *et al.*, 2020; MAQSOOD *et al.*, 2021; SCHUCK *et al.*, 2021; AMBRUSO e RILEY, 2021; ZHANG *et al.*, 2022; SALUGA *et al.*, 2022).

Müssig *et al.* (2020) tiveram como público-alvo os estudantes de um curso de licenciatura. As atividades laboratoriais tiveram como objetivo orientar os alunos na compreensão das estruturas químicas cristalinas encontradas em materiais metálicos. A estrutura das células unitárias foi ensinada com a ajuda de um App de realidade

Apoio

umentada (Figura 3), que propiciava a montagem manual de modelos de célula unitária.

A proposta de Müssig *et al.* (2020) iniciou com um teste *online* sobre estruturas químicas cristalinas. Posteriormente os alunos assistiram um vídeo, que explicava algumas questões sobre o tema, as atividades de laboratório e como usar o App de realidade aumentada. Na sequência, era apresentada uma lista dos itens (que incluíam bola de isopor e cola) que seriam utilizados para o experimento, que consistia na montagem física de modelos que representassem as estruturas cristalinas estudadas. Ao final, os alunos deveriam escrever um relatório contendo algumas explicações e fotos da atividade. (Figura 4).



Figura 3: Imagens do aplicativo de realidade aumentada de Müssig *et al.* (2020).



Figura 4: Estrutura montada pelos alunos de Müssig *et al.* (2020).

Schmuck *et al.* (2021) criaram um kit de análise quantitativa para a determinação de glicose. Os alunos receberam esse kit em casa e desenvolveram o experimento a partir de algumas orientações que foram disponibilizadas pelo professor. A atividade teve três etapas: (1) preparo da solução, (2) desenvolvimento da prática e (3) a análise. O kit continha todos os reagentes e materiais necessários

Apoio

para a atividade. Para preparar a solução estoque padrão, os estudantes adicionaram água a um tubo de microcentrífuga contendo uma quantidade pré-definida de glicose até a solução alcançar a marca de 1 mL no tubo. Após, os estudantes prepararam duas séries de diluição (1:1) na solução estoque, também usando as marcas de medida de volume nos tubos de microcentrífuga. Esta sequência permitiu a obtenção de três soluções padrão com concentrações de 1,2; 0,60 e 0,30 mM de glicose. Os estudantes também prepararam uma solução de concentração desconhecida pela adição de 1 mL de água ao tubo de microcentrífuga contendo uma massa desconhecida de glicose. Para realizar o experimento, os estudantes adicionaram uma gota de cada uma das diferentes amostras na entrada de um microdispositivo analítico baseado em papel (microPAD), que compunha o kit enviado aos estudantes. Após 20 minutos, os estudantes tiraram uma fotografia do microPAD usando um *smartphone* e mediram a intensidade de pixels de cada zona do teste (cada zona corresponde a uma solução padrão e à amostra) usando um App gratuito (Pixel Picker para iOS ou Color Grab para Android). Para analisar os resultados, os estudantes construíram uma curva de calibração no Excel usando os dados da solução padrão e do branco. Usando essa curva de calibração foi possível calcular a concentração de glicose da solução desconhecida.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

As ações tomadas para controlar a propagação da Covid-19 forçaram que a maioria das atividades laborais e educacionais fosse conduzida por meio de ambientes *online* (KELLEY, 2020; SELCO, 2020; MOJICA e UPMACIS, 2021; DESTINO e GROSS, 2022; NEWMAN e STOCK, 2022; SALUGA *et al.*, 2022). No entanto, no caso de cursos que demandam por formação em ambientes como laboratórios, a situação foi diferente, pois os alunos foram privados de formação nos espaços experimentais. Como forma de mitigar esta possível lacuna na formação em cursos de química e afins, diversas estratégias para promover atividades no laboratório surgiram no período do ensino remoto, tais como o uso de kits individuais elaborados pelo professor e enviados à casa dos alunos para realização de experimentos; o uso de utensílios domésticos seguros e nenhum equipamento especial para realizar experimentos; a criação de modelos químicos com materiais adquiridos em supermercados, farmácias e papelarias e estes associados a atividades mediadas por aplicativos. Muitas destas atividades desenvolvidas no contexto digital podem ser utilizadas no contexto do ensino híbrido e a distância qualificando a formação dos discentes no que tange às atividades experimentais.

AGRADECIMENTOS: Ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Sul (IFRS), IFRS/Fapergs/PROBITI.

Apoio



REFERÊNCIAS

- AMBRUSO, K.; RILEY, K. R. At-Home Laboratory Experiments for the Analytical Chemistry Curriculum. **Journal of Chemical Education**, v. 99, n. 2, p. 1125–1031, 2022.
- ANDREWS, J. W. et al. Experimenting with At-Home General Chemistry Laboratories During the COVID-19 Pandemic. **Journal of Chemical Education**, v. 97, n. 7, p. 1887–1894, 2020.
- BARTON, C. et al. Implementation of an At-Home, First-Semester Biochemistry Lab Course: A Module Based on Banana Tyrosinase. **Journal of Chemical Education**, v. 99, n. 4, p. 1571–1578, 2022.
- DESTINO, J. F.; GROSS, E. M.; Students' Attitudes on Remote-Flexible Instrumental Analysis Laboratory Experiments During COVID-19. **Journal of Chemical Education**, v. 99, n. 4, p. 1820–1825, 2022.
- KELLEY, E. W. Reflections on Three Different High School Chemistry Lab Formats during COVID-19 Remote Learning. **Journal of Chemical Education**, v. 97, n. 9, p. 2606–2616, 2020.
- MAQSOOD, S. et al. Analysis of Amylase in the Kitchen: An At-Home Biochemistry Experiment for the COVID-19 Pandemic. **Journal of Chemical Education**, v. 98, n. 3, p. 858–865, 2021.
- MOJICA, E. E.; UPMACIS, R. K. Challenges Encountered and Students' Reactions to Practices Utilized in a General Chemistry Laboratory Course During the COVID-19 Pandemic. **Journal of Chemical Education**, v. 99, n. 2, p. 1053–1059, 2022.
- MUSSIG, J. et al. Imparting Materials Science Knowledge in the Field of the Crystal Structure of Metals in Times of Online Teaching. **Journal of Chemical Education**, v. 97, n. 9, p. 2643–2650, 2020.
- NEWMAN, K.; STOCK, N. Remote Teaching of a Graduate-Level Instrument Repair and Maintenance Course Using Take-Home Kits and Laboratory Demonstrations. **Journal of Chemical Education**, v. 99, n. 9, p. 2507–2511, 2022.
- SALTA, K. et al. Review of Hands-On Laboratory Experiments Employing Household Supplies. **Journal of Chemical Education**, v. 99, n. 7, p. 2563–2571, 2022.
- SALUGA, S. J. et al. Inter-Twine-d: Combining Organic Chemistry Laboratory and Choose-Your-Own-Adventure Games. **Journal of Chemical Education**, v. 99, n. 12, p. 3964–3974, 2022.
- SELCO, J. I. Using Hands-On Chemistry Experiments While Teaching Online. **Journal of Chemical Education**, v. 97, n. 9, p. 2617–2623, 2020.

Apoio

SCHMUCK, V. D. E. et al. At-Home Microscale Paper-Based Quantitative Analysis Activity with External Standards. **Journal of Chemical Education**, v. 99, n. 2, p. 1081–1086, 2022.

TOMA, H. E. Microscale Educational Kits for Learning Chemistry at Home. **Journal of Chemical Education**, v. 98, n. 12, p. 3841–3851, 2021.

ZHANG, Y. et al. Brewing, Analysis and Evaluation of Traditional Chinese Rice Wine: An At-Home Interdisciplinary Practical Project during COVID-19 Pandemic Lockdown. **Journal of Chemical Education**, v. 99, n. 8, p. 2904–2912, 2022.

Apoio