

Custos do consumo de utensílios e reagentes químicos essenciais para aulas experimentais: uma análise realizada com base no plano de ensino da componente curricular Química Geral Experimental, ofertada no curso técnico em Química do IFMA Campus Buriticupu.

Deborah Esthephanny de Sousa Soares¹; Tallyta Nogueira Fernandes²; Carlos Eduardo Nunes Santos³; Antonio do Nascimento Cavalcante⁴; Ewerton Gomes Vieira⁵; Wiury Chaves de Abreu⁶;

Resumo

O presente estudo analisou os custos envolvidos na disciplina Química Geral Experimental do Curso Técnico em Química do IFMA Campus Buriticupu, considerando os desafios relacionados à manutenção de laboratórios didáticos e ao consumo de reagentes e utensílios. Foram elaboradas planilhas de levantamento de insumos e cotações de preços junto a diferentes fornecedores, permitindo calcular o custo médio por experimento e por aluno. Os resultados mostraram que o custo médio por experimento foi reduzido de R\$ 17,20 para R\$ 3,71, enquanto o custo médio por aluno caiu de R\$ 0,54 para R\$ 0,12, representando uma economia anual estimada em mais de 97%. Essa redução foi alcançada principalmente pela adoção da metodologia de microescala e pela pesquisa criteriosa de preços, estratégias que, além de diminuir gastos, contribuíram para a sustentabilidade ambiental por reduzir a geração de resíduos. Contudo, a análise também evidenciou fragilidades na gestão do laboratório, como a ausência de controle sistemático de estoque e a reposição irregular de insumos, fatores que comprometem a continuidade das aulas práticas. Conclui-se que a integração entre planejamento financeiro, metodologias sustentáveis e gestão eficiente de insumos é fundamental para assegurar qualidade no ensino de Química, ao mesmo tempo em que promove responsabilidade econômica e ambiental.

Palavras-chave: Ensino de Química; Experimentos no Ensino de Química; Experimentos em Microescala; Sustentabilidade; Gestão de insumos.

¹Estudante do Curso Técnico em Administração do IFMA Campus Buriticupu; E-mail: deborahsousa@acad.ifma.edu.br.

²Estudante do Curso de Doutorado em Química da UFPI Campus Ministro Petrônio Portella; E-mail: fernandes.tallyta@gmail.com.

³Professor EBTT de Química do IFMA Campus Buriticupu; E-mail: carlos.nunes@ifma.edu.br.

⁴Professor EBTT de Química do IFMA Campus Presidente Dutra; E-mail: antonio.cavalcante@ifma.edu.br.

⁵Professor EBTT de Química do IFMA Campus Buriticupu; E-mail: ewerton.vieira@ifma.edu.br.

⁶Professor EBTT de Química do IFMA Campus de Timon. Participante do Grupo de Pesquisa Grupo de Pesquisa em Química Aplicada aos Biocombustíveis, Materiais e áreas afins (GPQuim-BioMat); E-mail: wiury.abreu@ifma.edu.br.

Introdução

Final do século XIX e início do século XX, a prática laboratorial já estava consolidada em disciplinas como Biologia (Kingsley, 1890), Química (Armstrong, 1981) e Física (Worthington, 1886) na Grã-Bretanha. Os defensores desse modelo destacavam que o verdadeiro valor da experimentação estava na ação direta do estudante, em questionar e modificar os experimentos para responder às suas próprias indagações. Alemanha e França, desenvolveram metodologias onde o laboratório escolar ganhou espaço como instrumento pedagógico. Hünig (1984) destaca que a Química, por ser uma ciência experimental, exige do estudante não apenas conhecimento conceitual, mas também o domínio de técnicas práticas que possibilitam articular leis gerais a casos específicos. (Hünig, 1984).

Os primeiros relatos da América afirmam que nos Estados Unidos a valorização do laboratório no ensino secundário intensificou a partir da década de 1880 (Tamir, 1976). Esse movimento levou à expansão das práticas experimentais em escolas, consolidando o laboratório como elemento central do currículo. A virada do século XX marcou o reconhecimento de que a experimentação escolar não apenas auxiliava na compreensão de conceitos científicos, mas também promovia habilidades investigativas (Dewey, 1916, 1938).

No Brasil, até meados do século XX, o ensino de Química permanecia essencialmente teórico, sendo os livros didáticos adaptações de manuais europeus, com pouca ênfase na experimentação (Schnetzler, 2002). A partir de 1946 o Instituto Brasileiro de Educação, Ciência e Cultura (IBECC) começou a produzir kits de experimentação, visando aproximar os alunos da prática científica (Barra; Lorenz, 1986). Durante as décadas de 1960 e 1970, com os acordos MEC-USAID, houve forte influência norte-americana na renovação curricular, que introduziu metodologias centradas na descoberta e na aprendizagem por investigação, embora ainda permeadas por visões tecnicistas e pela formação de mão de obra para o mercado (Bonfanti et al., 2013). Nas décadas seguintes, pesquisadores brasileiros discutiram criticamente o papel da experimentação, destacando o potencial pedagógico e os desafios estruturais enfrentados pelas escolas. Estudos mostraram que a prática experimental continuava sendo vista muitas vezes como atividade complementar ou ilustrativa, sem problematização conceitual aprofundada. Contudo, defendeu-se que a experimentação deveria ser entendida como estratégia de construção do conhecimento, capaz de promover

questionamentos, discussões e aproximações entre fenômenos macroscópicos e representações teóricas (Giordan, 199DC; Lisboa, 2015).

Nas últimas décadas, a experimentação no ensino de Química no Brasil tem sido objeto de intensos debates, especialmente relacionados ao papel pedagógico. Antunes-Souza (2021) enfatiza que ainda prevalece a visão positivista-empirista, em que o experimento é reduzido à comprovação de teorias previamente estabelecidas, esvaziando o potencial de promover a reflexão crítica e a construção ativa do conhecimento. Essa concepção, herança da tradição instrucionista, limita a experimentação a uma função ilustrativa, em vez de explorá-la como prática investigativa capaz de problematizar fenômenos e conceitos científicos (Antunes-Souza; Thiago, 2021).

Outro aspecto recorrente é a constatação de que muitas atividades experimentais permanecem tecnicistas e centradas na repetição de protocolos, sem articulação efetiva com referenciais epistemológicos. Souza (2022) observa que apenas uma pequena parcela dos trabalhos apresentados em encontros da Sociedade Brasileira de Química adota perspectivas fundamentadas em teorias da aprendizagem significativa ou na reflexão epistemológica, demonstrando a necessidade de mudanças na formação inicial e continuada de professores (Muniz de Souza, 2022).

Porém Silva et al. (2021), relataram a aplicação de aulas experimentais no âmbito do Programa Residência Pedagógica, apontando que a experimentação, quando contextualizada com situações do cotidiano, favorece maior engajamento dos estudantes e ampla compreensão dos conceitos químicos. Nesse sentido, a experimentação deixa de ser mera ilustração e passa a ser instrumento de aproximação entre teoria e prática, fortalecendo a aprendizagem (Silva et al., 2021).

Em outra frente, é importante destacar que novas propostas metodológicas têm buscado superar as limitações de infraestrutura e recursos que historicamente dificultam a realização de aulas práticas no Brasil. Melo (2023) argumenta que estratégias como experimentos de baixo custo, atividades reflexivas e metodologias ativas, ampliam o potencial da experimentação na prática inclusiva e crítica. Essas perspectivas apontam para a necessidade de consolidar uma visão de ensino experimental que vá além do laboratório tradicional, integrando o cotidiano escolar e social, e formando estudantes mais críticos e participativos (Melo, 2023).

Nesse contexto um aspecto que tem ganhado relevância no debate internacional sobre a experimentação em Química é o custo associado à manutenção de laboratórios didáticos. Hart e Sommerfeld (1997) já destacavam que a estimativa de custos de insumos

químicos a partir de preços de catálogos revela a complexidade econômica do escalonamento da experimentação científica, visto que os valores pagos em pequena escala são por muitas vezes desproporcionais em relação aos processos industriais. Essa disparidade de custos levanta questionamentos sobre a viabilidade de manter atividades práticas intensivas em instituições de ensino que operam com recursos limitados (Hart; Sommerfeld, 1997).

O desafio atual, portanto, não é apenas justificar o custo da experimentação, mas repensar seu valor pedagógico. Como defendem Bretz (2019) e outros pesquisadores, não se trata de eliminar os laboratórios, mas de produzir evidências consistentes sobre sua contribuição à formação científica e de reformular práticas para que representem de fato o processo investigativo. Abordagens como a *Argument-Driven Inquiry* (Walker, 2020) e a integração de metodologias ativas mostram-se promissoras nesse sentido, pois reforçam a experimentação como espaço de construção de argumentos, análise crítica de dados e desenvolvimento de competências científicas. Assim, o debate internacional sobre custo e valor converge com os desafios brasileiros, nos quais a limitação de recursos precisa ser acompanhada de inovação pedagógica para que a experimentação continue a ocupar um papel central e transformador no ensino de Química.

Diante dos desafios apontados pela literatura quanto aos altos custos de manutenção dos laboratórios de Química, uma das soluções mais viáveis está relacionada à análise criteriosa dos insumos e à sistematização de cotações de preços. Esse acompanhamento possibilita identificar os principais fatores de impacto financeiro e, a partir deles, propor alternativas mais econômicas, como a substituição de reagentes por equivalentes de menor custo, o reaproveitamento de materiais e a adoção de práticas de gestão mais eficientes.

Metodologia

O desenvolvimento deste trabalho ocorreu em etapas sucessivas. Inicialmente, foi realizada uma análise prévia da estrutura das Componentes Curriculares Obrigatórias do Curso Técnico em Química, ofertado pelo IFMA – Campus Buriticupu. A partir dessa análise, investigaram-se os custos dos reagentes e utensílios empregados nas Componentes Curriculares Experimentais, ao longo dos diferentes períodos letivos, bem como o custo médio desses insumos por aluno.

Na sequência, foram examinados os Guias de Práticas Experimentais, com vistas à confecção de planilhas detalhadas contendo os custos individuais de cada material necessário, assim como as quantidades requeridas para cada experimento. Com base

nesses dados, foram estimados os custos totais para a execução de cada prática experimental, além do cálculo do custo médio por discente matriculado na disciplina. Por fim, os valores levantados foram justificados por meio de cotações e pesquisas de preços realizadas em sites de fornecedores de produtos químicos.

Resultados e Discussão

Inicialmente, foi realizada uma investigação dos custos laboratoriais para a execução de experimentos com base nos guias práticos. Após aplicação da Equação 1, verificou-se que o custo médio por experimento era de R\$ 17,20 (considerando a turma com 31 alunos).

$$C_{exp} = \frac{Q_{exp}}{Q_{total}} C_{total} \text{ (Equação 1)}$$

Onde:

C_{exp} = custo do reagente por experimento (R\$);

Q_{exp} = quantidade do reagente utilizada em cada experimento (mL ou g);

Q_{total} = quantidade total do reagente adquirida (mL ou g);

C_{total} = custo total do reagente adquirido (R\$).

Entretanto, ao aplicar a estratégia de microescala, através da Equação 2, esse valor foi reduzido para R\$ 3,71, representando uma economia de aproximadamente 78% (Figura 1). Vale ressaltar que a metodologia de ensino de Química utilizando pequenas quantidades de reagentes e materiais, proporciona impacto econômico, além de ser uma estratégia pedagógica de grande relevância, pois possibilita a realização de práticas sem a necessidade de um laboratório convencional. Ao estimular os sentidos dos estudantes, essa metodologia favorece o despertar do interesse investigativo e contribui para a construção de bases sólidas de aprendizagem (Marques; Lima, 2019).

$$Q_{micro} = \frac{Q_{original}}{F} \text{ (Equação 2)}$$

Onde:

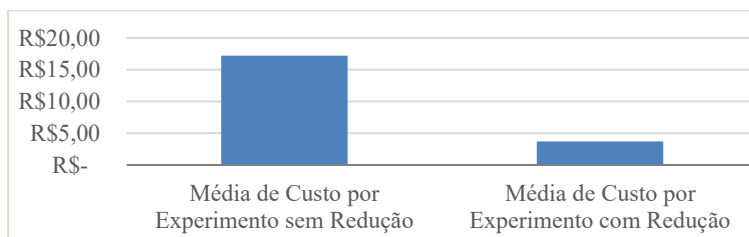
Q_{micro} = quantidade de reagente utilizada no experimento em microescala (mL ou g);

$Q_{original}$ = quantidade de reagente utilizada no experimento em escala convencional (mL ou g);

F = fator de redução adotado.

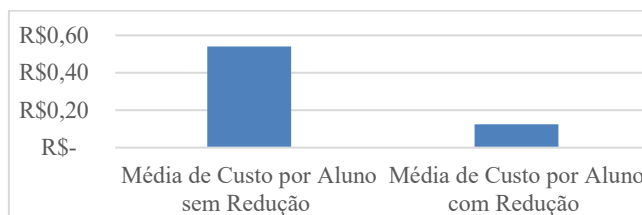
De maneira semelhante, a análise do custo por estudante reforça o impacto positivo das estratégias. O valor médio, que era de R\$ 0,54 por aluno, caiu para R\$ 0,12 com a utilização da microescala, confirmando a significativa redução dos gastos individuais, como apresentado na Figura 2.

Figura 1. Comparação dos custos médios por experimento nos cenários original e reduzido, evidenciando a economia obtida com a aplicação da microescala e da pesquisa criteriosa de preços.



Fonte: autoria própria (2025).

Figura 2. Comparação dos custos médios por aluno nos cenários original e reduzido, destacando a redução proporcional alcançada com as estratégias de otimização.

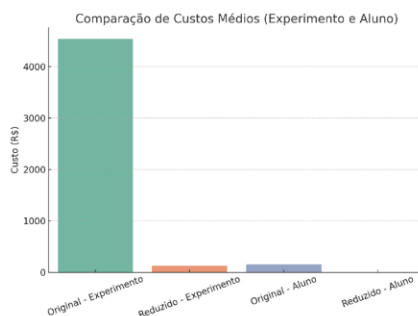


Fonte: autoria própria (2025).

Após análise dos resultados (Figuras 1 e 2), tem-se que a técnica de microescala revela potencialidade essencial para viabilizar financeiramente as atividades experimentais, dado que, ao empregar volumes reduzidos de reagentes e adaptar utensílios, mantém-se a qualidade da observação dos fenômenos químicos. Adicionalmente, promovendo vantagens significativas: redução de custos financeiros e de materiais; maior segurança no manuseio das substâncias; e menor geração de resíduos, apontando para uma prática mais sustentável do ponto de vista ambiental (Netto et al., 2025).

A Figura 3 apresenta a comparação geral dos custos médios por experimento e por aluno. Observa-se que, no cenário original, os gastos são substancialmente mais altos, enquanto no cenário reduzido os valores são muito menores, confirmando a efetividade das estratégias adotadas.

Figura 3. Itens de maior custo por experimento (Top 10), comparando valores originais e após redução.

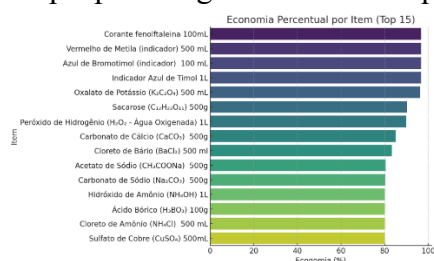


Fonte: autoria própria (2025).

Outro ponto relevante refere-se à economia percentual por item, evidenciada na Figura 4. Itens de uso frequente, como reagentes ácidos e alcalinos, além de materiais de vidro, apresentaram reduções acima de 70%, confirmando que a utilização de experimentos em microescala possibilita o aproveitamento mais eficiente dos insumos. Essa economia não se limita ao aspecto financeiro, mas também representa menor geração de resíduos e maior sustentabilidade ambiental.

A análise dos insumos de maior impacto financeiro, ilustrada na Figura 5, mostra que equipamentos e utensílios de maior valor unitário, como agitadores magnéticos e balanças analíticas, permanecem como os principais componentes de custo. Entretanto, no cenário reduzido, os reagentes passam a ter peso proporcionalmente menor no orçamento, o que demonstra que a racionalização do consumo atinge principalmente os materiais descartáveis e de uso contínuo.

Figura 4. Economia percentual por item (Top 15), após a adoção da microescala e da pesquisa de preços, com destaque para reagentes de uso frequente.



Fonte: autoria própria (2025).

Figura 5. Distribuição proporcional dos custos totais entre reagentes e utensílios, antes e depois da aplicação das estratégias de redução.



Fonte: autoria própria (2025).

Em síntese, os resultados confirmam que a implementação da microescala não apenas reduz drasticamente os custos, mas também contribui para um uso mais sustentável e consciente dos recursos laboratoriais. Ademais, a análise comparativa evidencia que é possível proporcionar qualidade pedagógica e clareza dos experimentos sem comprometer a segurança, garantindo formação técnica adequada com maior responsabilidade econômica e ambiental. Do ponto de vista pedagógico, a adoção da

microescala tende a não comprometer a qualidade das aulas. Os estudantes poderão observar os fenômenos químicos e desenvolver competências técnicas com a mesma clareza dos experimentos em escala convencional.

Por fim, uma projeção futura indica que, aplicada as estratégias adotadas, a economia acumulada em cinco anos pode ultrapassar valores significativos, podendo esses valores serem realocados para melhoramento da infraestrutura laboratorial, aquisição de novos equipamentos e inovação pedagógica. Além disso, a proposta de microescala pode ser estendida a outras disciplinas do curso de Química e até mesmo a áreas afins, ampliando os benefícios econômicos e ambientais para o campus Buriticupu. Com isso, os resultados confirmam que a microescala é uma ferramenta de grande relevância acadêmica, capaz de conciliar eficiência econômica, sustentabilidade ambiental, qualidade pedagógica e racionalização da gestão laboratorial em um mesmo processo.

Conclusão

O presente estudo atingiu de forma satisfatória o objetivo de analisar qualitativa e quantitativamente os custos associados ao consumo de utensílios e reagentes químicos utilizados na disciplina de Química Geral Experimental do Curso Técnico em Química do IFMA – Campus Buriticupu. Os resultados obtidos demonstraram que a aplicação da microescala, associada à pesquisa criteriosa de preços em diferentes fornecedores, possibilitou uma redução expressiva nos gastos, alcançando aproximadamente 78% de economia por experimento e 77% de economia por aluno. Essa redução confirma a relevância da gestão eficiente de recursos laboratoriais, evidenciando que é possível manter a realização de atividades experimentais de forma mais acessível e viável financeiramente.

Além da dimensão econômica, a pesquisa destacou a importância da sustentabilidade como parte integrante do processo de ensino de Química. A adoção da microescala resultou na diminuição do consumo de reagentes, o que reduziu de forma significativa a geração de resíduos químicos, minimizando os impactos ambientais e os custos relacionados ao descarte. Essa prática, ao mesmo tempo em que proporciona economia, preserva a qualidade pedagógica das aulas, garantindo que os fenômenos químicos continuem a ser observados e analisados de maneira clara pelos estudantes.

Conclui-se, portanto, que a utilização da microescala é uma estratégia eficaz tanto no aspecto financeiro quanto no ambiental, representando uma solução viável para instituições que enfrentam limitações orçamentárias. O modelo proposto neste projeto

pode ser replicado em outras unidades de ensino técnico, contribuindo para a formação de estudantes mais conscientes e preparados para lidar com os desafios atuais da ciência de forma responsável e sustentável.

O presente estudo alcançou de forma satisfatória o objetivo de analisar qualitativa e quantitativamente os custos associados ao consumo de utensílios e reagentes químicos na disciplina de Química Geral Experimental do Curso Técnico em Química do IFMA – Campus Buriticupu. Os resultados demonstraram que a adoção da microescala, aliada à pesquisa criteriosa de preços em diferentes fornecedores, possibilitou expressiva redução de gastos, atingindo aproximadamente 78% de economia por experimento e 77% por aluno. Esses índices confirmam a relevância da gestão eficiente dos recursos laboratoriais, evidenciando que é possível manter as práticas experimentais de forma mais acessível e viável financeiramente.

A pesquisa ressaltou a importância da sustentabilidade no ensino de Química. A aplicação da microescala reduziu significativamente o consumo de reagentes e a geração de resíduos, minimizando impactos ambientais e custos de descarte. Essa prática assegura economia sem comprometer a qualidade pedagógica, permitindo que os fenômenos químicos sejam observados de maneira clara pelos estudantes.

Conclui-se que a utilização da microescala é uma estratégia eficaz sob os pontos de vista financeiro e ambiental, podendo ser replicada em outras instituições, contribuindo para formar profissionais mais conscientes e preparados para os desafios atuais da ciência de forma responsável e sustentável.

Agradecimentos

Os autores agradecem a FAPEMA pela bolsa concedida.

Referências

ANTUNES-SOUZA; THIAGO. Experimentação no ensino de Química: A urgência do debate epistemológico na formação inicial de professores. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, v. 20, n. 3, p. 335–358, 2021.

ARMSTRONG, H. E. *The Laboratory Manual of Chemistry*. New York: Cincinnati [etc.] American Book Co, 1981.

BARRA, V. M. C.; LORENZ, K. M. Produção de materiais didáticos de Ciências no Brasil, 1950–1980. *Ciência e Cultura*, v. 38, n. 12, p. 1970–1983, 1986.

BONFANTI, A. *et al.* Uma análise de materiais didáticos no contexto da história do Ensino de Química no Brasil. *In*: 2013.

DEWEY, J. Democracy and education: an introduction to the philosophy of education. New York: Macmillan, 1916.

DEWEY, J. Experience and education. New York: Macmillan, 1938.

GIORDAN, M. O papel da experimentação no ensino de ciências. Química Nova na Escola, n. 10, p. 43–49, nov. 1998.

HART, Peter; SOMMERFELD, Jude. Cost Estimation of Specialty Chemicals From Laboratory-Scale Prices. Cost Engineering, v. 39, p. 31–35, 1 mar. 1997.

HÜING, Siegfried. THE ROLE OF EXPERIMENTS IN TEACHING CHEMISTRY. In: Chemistry for the Future. [S.l.]: Elsevier, 1984. p. 377–381.

KINGSLEY, C. Scientific Lectures and Essays. 2. ed. London: Macmillan, 1890.

LISBÔA, Julio Cezar Foschini. QNEsc e a Seção Experimentação no Ensino de Química. Química Nova na Escola, v. 37, 2015.

MARQUES, M. M.; LIMA, G. C. Experimentos de Química para Turmas de Ensino Médio. Ponta Grossa: Atena Editora, 2019.

MELO, J. Experimentação no ensino de Química: uma abordagem prática e reflexiva para o aprendizado significativo. Monografia—Ouricuri: Instituto Federal do Sertão Pernambucano, 2023.

MUNIZ DE SOUZA, Thiago. A EXPERIMENTAÇÃO NO ENSINO DE QUÍMICA NA EDUCAÇÃO BÁSICA ENTRE A TEORIA E A PRÁXIS. Ensino de Ciências e Tecnologia em Revista – ENCITEC, v. 12, n. 1, p. 39–51, 29 mar. 2022.

NETTO, Gabriel N. F. *et al.* DICROMATOMETRIA EM MICROESCALA: MOTIVAÇÃO PARA DIMINUIR OS IMPACTOS AMBIENTAIS NO ENSINO DA QUÍMICA ANALÍTICA. Química Nova, 2025.

SCHNETZLER, Roseli P. A pesquisa em ensino de química no Brasil: conquistas e perspectivas. Química Nova, v. 25, p. 14–24, maio 2002.

SILVA, Ana Paula Barbosa da *et al.* Experimentação no ensino de Química: Relatos do programa residência pedagógica. Diversitas Journal, v. 6, n. 4, p. 3890–3908, 2021.

TAMIR, P. The role of the laboratory in science teaching. Iowa: University of Iowa, 1976.

WORTHINGTON, A. M. A first course of physical laboratory practice. London: Rivingtons, 1886.