

LABORATÓRIOS VIRTUAIS NA EDUCAÇÃO: BENEFÍCIOS NO ENSINO SOBRE VOLUMETRIA POR NEUTRALIZAÇÃO¹

 <https://orcid.org/0000-0002-2427-8686>  [Cíntia Gabriely Zimmer](#)²

 <https://orcid.org/0009-0008-3405-9971>  [Janaína Luana Flach](#)³

Resumo: É amplamente reconhecido que aulas experimentais são grandes aliadas no ensino de química, pois este recurso pedagógico facilita a assimilação de conteúdos teóricos, auxiliando na construção do conhecimento. Contudo, além de poucas escolas disporem de laboratórios, e ainda com a possibilidade do ensino remoto, devido ao advento de surtos pandêmicos, a implementação de aulas práticas pode ser prejudicada. Uma alternativa para complementar essa importante forma de ensinar é a utilização de laboratórios virtuais. Esse recurso proporciona um ambiente controlável para simulação, permitindo que o aluno vivencie experiências virtuais de imersão, com a sensação de realidade e segurança. Nesse contexto, visando investigar o uso dessa ferramenta como uma estratégia de facilitação no aprendizado do ensino de química, analisou-se o uso do *software ChemCollective*, o qual é disponibilizado em plataformas digitais de forma gratuita, envolvendo o assunto de volumetria por neutralização. A análise abrangeu uma turma de ensino técnico em química integrado ao ensino médio. Para investigar a eficácia no uso dessa ferramenta, foram aplicadas avaliações diagnósticas sobre o assunto de volumetria de neutralização antes e após o uso de aulas simuladas no *ChemCollective*. Nessa linha, foram realizadas análises estatísticas através da média de acertos da turma. A avaliação dos resultados permitiu identificar uma evolução de acertos relevantes, sinalizando que é uma boa solução tecnológica em tempos de flexibilização do ensino diante da necessidade de ser remoto, além de ser um bom método preparatório para os alunos executarem procedimentos em ambientes reais.

Palavras-chave: ensino de química; ensino remoto; laboratórios virtuais; ensino interativo; tecnologias na educação.

INTRODUÇÃO

A volumetria é uma técnica laboratorial utilizada em indústrias para determinar quantidades de substâncias químicas presentes em amostras de efluentes, alimentos e bebidas. Esse método analítico envolve a adição gradual de um volume de solução com concentração conhecida sobre outra de concentração desconhecida (solução problema), até que uma reação ocorra (por exemplo: neutralização, precipitação, oxirredução). Através do volume gasto da solução padrão, necessário para a reação acontecer, é

¹ Este artigo é resultado de um trabalho realizado em duas fases: (a) implementação de um projeto submetido ao edital IFRS 36/2021 (Apoio a projetos e programas de ensino remoto). (b) Trabalho de Conclusão de Curso em Licenciatura em Química do instituto federal do Rio Grande do Sul - *Campus Feliz*.

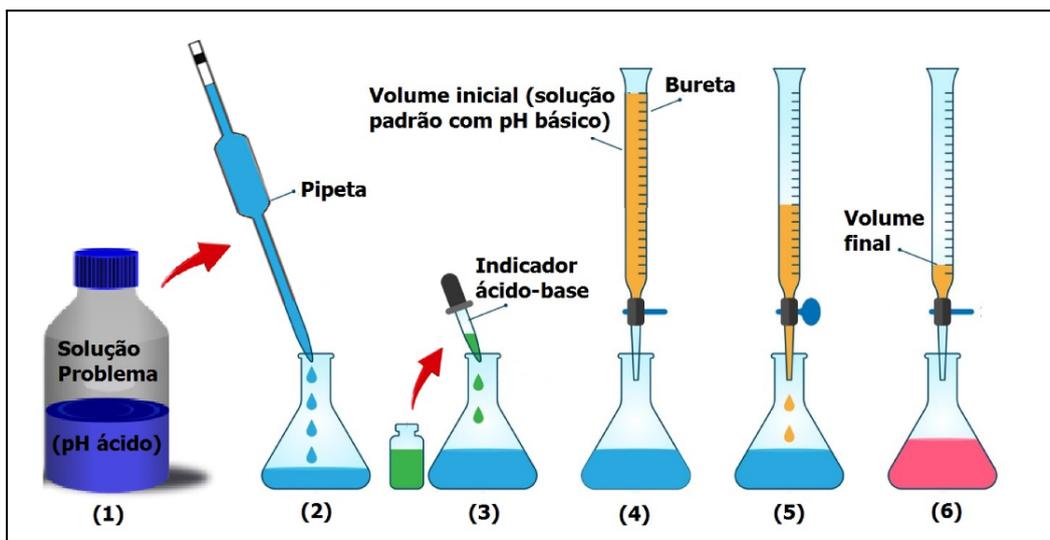
² Professora do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Sul, *Campus Feliz*. **Contato:** cinthia.zimmer@feliz.ifrs.edu.br.

³ Licenciada em Química pelo Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Sul - *Campus Feliz*. **Contato:** janaluhflach@gmail.com.

possível calcular a quantidade de uma determinada espécie química presente na solução problema. Esse assunto é um dos conteúdos do ensino médio na disciplina de química, sendo considerado de difícil compreensão pelos alunos.

A Figura 1 mostra de forma esquemática um sistema de análise volumétrica de neutralização, comumente chamada de titulação ácido-base. A determinação da concentração de um composto específico, denominado analito (1), é feita pela reação de neutralização com auxílio de um reagente que serve como indicador ácido-base (2) que é posto na porção de amostra a ser analisada (3). Uma solução padrão (4) é gotejada dentro do analito (5) até mudar de cor (6). Nesse momento, os reagentes ácido e base reagem estequiometricamente entre si formando água e sal, o qual tem pH neutro. Desse modo, o titulante deve ser uma base e o titulado um ácido, ou vice-versa, para que a reação de neutralização aconteça (SKOOG, 2006).

Figura 1 – Sistema de análise de volumetria por neutralização



Fonte: Adaptado de Macariou (2021).

Para facilitar a compreensão da teoria no ensino de química, a experimentação tem sido defendida por diversos autores, pois constitui um recurso pedagógico importante que pode auxiliar na construção de conceitos (CEZAR et al., 2015). Experimentos laboratoriais promovem o pensamento científico, desenvolvem habilidades de manipulação, preparam os estudantes para a solução de problemas práticos, auxiliam na fixação do aprendizado adquirido na teoria, despertam o interesse de investigação e

tornam os fatos mais interessantes e reais (LOPES; FILHO; ALVES, 2019). A Base Nacional Comum Curricular (BNCC) aponta a importância de ampliar as habilidades investigativas nos alunos, apoiando-se em análises quantitativas e na comparação com modelos explicativos (BRASIL, 2018).

Apesar de laboratórios físicos serem fundamentais nessa abordagem, por vezes não estão disponíveis em todas as escolas. Nessas situações, pode-se recorrer aos laboratórios virtuais, onde os estudantes são imersos em um ambiente simulado, onde interagem com representações que reproduzem um ambiente real de laboratório por meio digital (SCHMITT; TAROUÇO, 2008). Nesse sentido, o uso das Tecnologias Digitais de Informação e Comunicação (TDIC's) tem grande potencial como apoio pedagógico, pois favorece o processo de ensino e aprendizagem (MACHADO, 2016). Não surpreendentemente, os laboratórios virtuais tendem a ganhar cada vez mais espaço nas técnicas de ensino-aprendizagem (MESQUITA, 2018).

Estudos apontam que laboratórios virtuais proporcionam apoio positivo na aprendizagem dos alunos e aumentam a motivação na realização das aulas (TÜYSÜZ, 2010), (WIDOWATI; SETUJU; UTAMI, 2020), (LIU; WANG, 2020), (GOMES; BILESSIMO; SILVA, 2020). Algumas características importantes são que os alunos consideram interessante, são visualmente atraentes, permitem a repetição do experimento inúmeras vezes até que se entenda o conceito, servem como forma de revisão para provas e por ser um instrumento tecnológico (TATLI; AYAS, 2010). Além disso, trabalhar com simulações permite que os alunos façam descobertas, o que é imprescindível para a construção de conhecimentos, além de descobrir por si próprios, a elaborar hipóteses e reflexões com base no conhecimento científico estudado (TAROUÇO; SILVA; HERPICH, 2020).

Cabe ressaltar que laboratórios virtuais são bons recursos complementares, sendo importante o aluno poder realizar o experimento no laboratório ou no local do fenômeno onde está o objeto de estudo (CRUZ, 2020). Contudo, no caso de distanciamento social, devido a uma pandemia por exemplo, os alunos e professores precisam se adaptar à utilização das TDIC's, porém, grande parte das pessoas não está preparada para realizar as adaptações necessárias nas suas metodologias para o ensino remoto (COSTA; GOMES, 2020).

Nesse contexto, este artigo apresenta de forma breve, um estudo sobre a eficácia do uso de laboratórios virtuais no ensino de química, evidenciando a importância dessa solução tecnológica como ferramenta pedagógica.

2 METODOLOGIA

Esta pesquisa apresenta um delineamento exploratório utilizando um método quali-quantitativo. O fluxograma na Figura 2 mostra as etapas em ordem cronológica de execução.

Figura 2 – Fluxograma das etapas do estudo



Fonte: Elaborado pelos autores (2022).

Participou deste estudo uma turma de 25 alunos do segundo ano do curso técnico em química integrado ao ensino médio. A turma estava cursando a componente curricular denominada química geral experimental.

Depois de ser ministrado o assunto teórico sobre volumetria, avaliações diagnósticas foram realizadas em dois momentos: antes da utilização do laboratório virtual e após o uso dessa ferramenta. A avaliação continha sete questões assertivas para medir o conhecimento teórico e sete questões qualitativas para determinar as percepções e opiniões dos alunos.

Em relação ao Laboratório Virtual, utilizou-se a plataforma *ChemCollective* que é gratuita e possui uma biblioteca digital com diversas atividades *online* envolvendo variados experimentos de química. Especificamente, escolheu-se o laboratório 98 da

plataforma em questão⁴. Esse recurso permite que os alunos pratiquem atividades de forma interativa, sendo um bom complemento para resolução dos problemas trazidos pelos livros didáticos.

Apesar do *software* estar disponível em inglês, é fácil de ser manuseado, pois as fórmulas moleculares são universais, facilitando a identificação em qualquer linguagem. Pode também ser uma boa oportunidade para trabalhar de forma interdisciplinar com a disciplina de inglês. Foram preparadas aulas que envolviam titulações entre ácidos e bases fortes, com propósito de desenvolver o raciocínio lógico dos alunos nos quesitos de estequiometria de reação e comparação das concentrações.

Para avaliar se houve benefício na aprendizagem dos alunos sobre o assunto de volumetria de neutralização pelo uso do laboratório virtual, foram realizados testes estatísticos. As questões utilizadas nas avaliações diagnósticas inicial e final eram iguais, desse modo, foi possível avaliar a evolução de acertos pela comparação de acertos e testes de hipóteses realizada por análises no Excel, com o teste-F (também chamado de distribuição *Fisher-Snedecor*) e o teste t de *Student* (BUSSAB; MORETTIN, 2012). A partir desses testes, é possível verificar se a média de acertos da avaliação final aumentou ou diminuiu em relação à média de acertos da avaliação inicial, num intervalo de confiança de 95%. As questões qualitativas também foram avaliadas e representadas por meio de gráficos e discussões.

3 RESULTADOS

O teste estatístico de hipótese, descrito na Tabela 1, aponta que o progresso foi significativo, onde se constatou pelo teste-t que a média da avaliação diagnóstica final de 5,05 foi praticamente o dobro da média da avaliação diagnóstica inicial de 2,28, em um nível de confiança de 95 %.

Tabela 1 – Evolução do processo de aprendizagem antes e após o uso de aulas simuladas pelo laboratório virtual *ChemCollective*

⁴ Disponível em: <http://chemcollective.org/vlab/98>

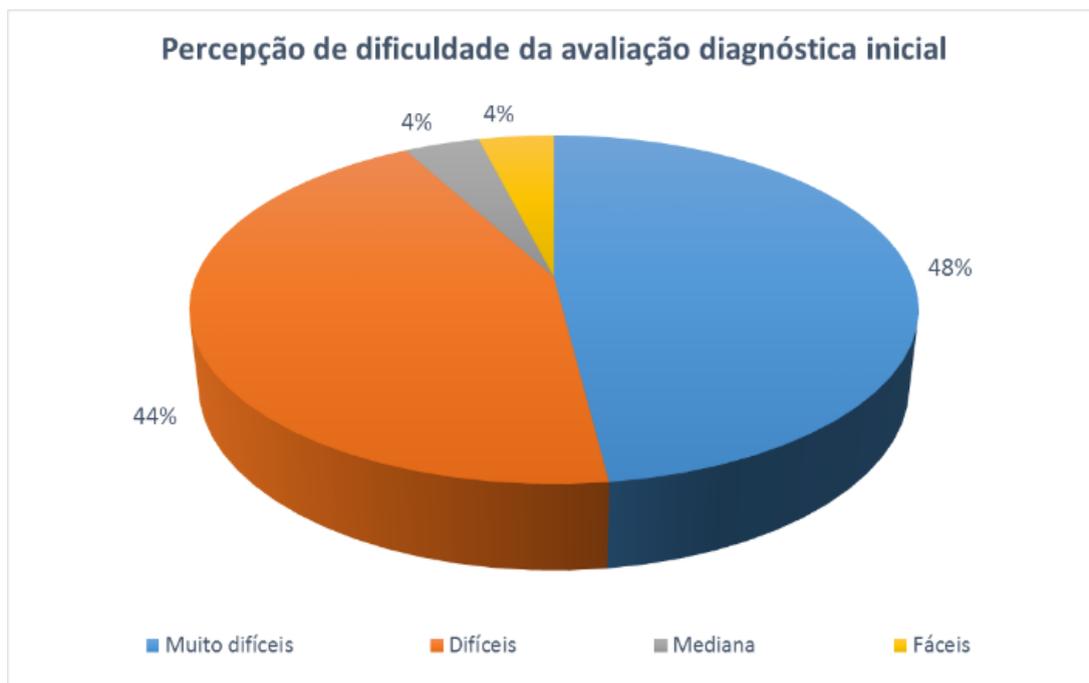
Avaliação diagnóstica inicial (média de acerto dentre 7 questões)	Avaliação diagnóstica final (média de acerto dentre 7 questões)	Evolução do processo de aprendizagem (%)
2,28	5,05	45,15

Fonte: Elaborada pelas autoras (2022).

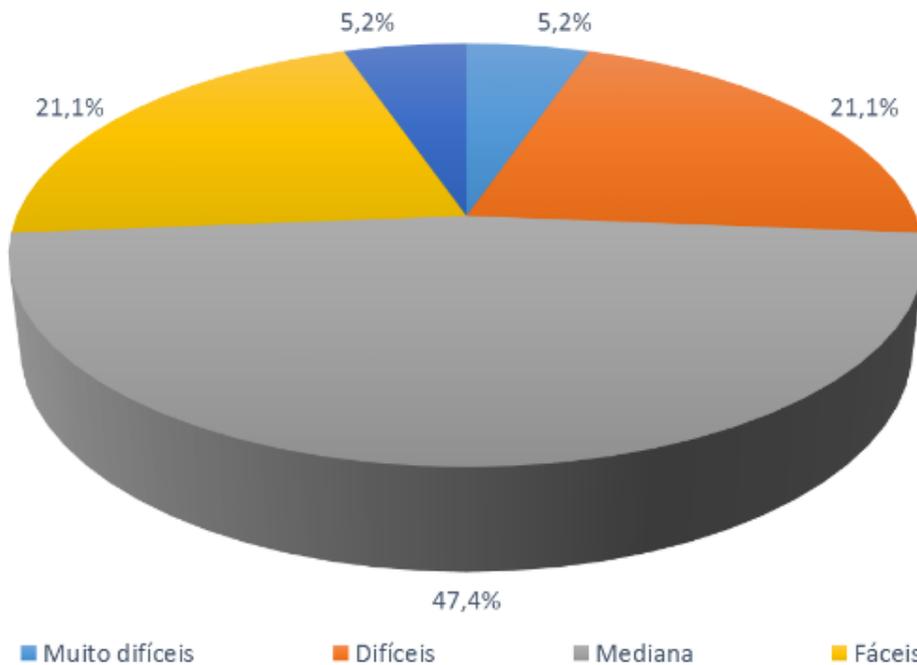
Ao observar a resolução das questões feitas pelos alunos, comparando a avaliação inicial e final, percebeu-se maior coerência nos cálculos após o desenvolvimento da aula com auxílio do laboratório virtual. Esse fato pode ser atribuído ao desenvolvimento do raciocínio lógico abordado durante as simulações.

Na Figura 3, pode-se observar que a percepção dos alunos quanto à dificuldade das questões predominava entre difícil e muito difícil antes da aula desenvolvida no laboratório virtual. Após isso, a percepção deles sobre as questões mudou para fáceis e medianas.

Figura 3 – Percepção de dificuldade dos alunos em responder às questões da avaliação diagnóstica antes e após a aula com o laboratório virtual



Percepção de dificuldade da avaliação diagnóstica final



Fonte: Elaborada pelos autores (2022).

Nos comentários realizados pelos alunos, eles destacaram que o laboratório virtual auxiliou na preparação prévia para a aula prática de laboratório, tornando mais fácil compreender as etapas de montagem do sistema e interpretação dos resultados, com a vantagem de poder ser repetido inúmeras vezes. Ademais relataram o fato da ferramenta ser uma forma mais dinâmica e divertida de aprender, com os benefícios de ser gratuita e sem gerar resíduos.

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Esse artigo avaliou o uso de um laboratório virtual no processo de ensino-aprendizagem para o assunto de volumetria de neutralização com alunos do ensino médio técnico. A partir do que foi observado pode-se concluir que:

O laboratório virtual 98 do *ChemCollective* se mostrou uma ferramenta eficaz no aprendizado sobre volumetria de neutralização, promovendo um aumento de 45% na evolução de acertos das questões propostas nas avaliações diagnósticas.

Nas avaliações qualitativas, os alunos destacaram que o laboratório virtual auxilia na preparação prévia para a aula prática de laboratório, pois torna mais fácil de entender as etapas de montagem do sistema e interpretação dos resultados, com a vantagem de poder repetir inúmeras vezes.

Por fim, pode-se concluir que o uso dessa ferramenta é uma boa solução tecnológica em tempos de flexibilização de estudos entre a necessidade de ser remoto, além ainda de melhorar o entendimento de conceitos teóricos e preparar os alunos para procedimentos a serem realizados em aulas práticas em ambientes reais.

REFERÊNCIAS

BRASIL. **Base Nacional Curricular Comum**. Ministério da Educação, , 2018. Disponível em:
http://basenacionalcomum.mec.gov.br/images/BNCC_EI_EF_110518_versaofinal_site.pdf. Acesso em: 24 maio 2021.

BUSSAB, P. A.; MORETTIN, W. O. **Estatística Básica**. 6ª ed. São Paulo: Editora Saraiva, 2010.

COSTA, R. T. O.; GOMES, S. B. Desafios das escolas frente à pandemia do coronavirus. Educação e Tecnologias Digitais em Cenários de Transição: Múltiplos Olhares para Aprendizagem. **Anais do IntegraEaD 2020**, v. 2 n. 1, 2020. Disponível em:
<https://periodicos.ufms.br/index.php/IntegraEaD/article/view/11239>. Acesso em: 24 maio 2021.

CRUZ, L. **Experiência remota: conheça laboratório de física que pode ser acessado online**. Disponível em:
<https://minasfazciencia.com.br/2020/08/11/experiencia-remota-laboratorio-de-fisica-pode-ser-acessado-online/>. Acesso em: 24 maio. 2021.

GOMES, A. L.; BILESSIMO, S. M. S.; SILVA, J. B. DA. Aplicação De Sequência Didática Investigativa Com Uso De Laboratórios Online No Ensino De Química Em Turmas Do Ensino Médio Em Escola Pública: Uma Pesquisa-Ação. **Experiências em Ensino de Ciências**, v. 15, n. 1, p. 499–519, 2020.

LIU, Y.; WANG, H. **Research and Analysis on the Application of Virtual Laboratory in**

Teaching, v. 505, n. Icsshe, p. 516–520, 2020.

LOPES, R. M.; SILVA FILHO, M. V.; ALVES, N. G. **Aprendizagem baseada em problemas: fundamentos para a aplicação no ensino médio e na formação de professores**. Rio de Janeiro: Publiki, 2019.

MACARIOU, M. **Chemistry made simple**. Disponível em: <https://chemistrymadesimple.net/episode/13/>>. Acesso em: 5 mar. 2022.

MACHADO, A. S. Uso de Softwares Educacionais, Objetos de Aprendizagem e Simulações no Ensino de Química. **Química Nova na Escola**, v. 38, n. 2, p. 104–111, 2016.

MESQUITA, N. S. **Simulação De Atividades Práticas Por Meio De Laboratórios Virtuais**. Universidade do Sul de Santa Catarina, 2018. Disponível em: https://repositorio.animaeducacao.com.br/bitstream/ANIMA/3989/1/NOEMIA_SOUZA_ME_SQUITA.pdf. Acesso em: 24 maio. 2021.

SCHMITT, M. A. R.; TAROUCO, L. M. R. Metaversos e laboratórios virtuais – possibilidades e dificuldades. **Renote**, v. 6, n. 2, p. 1–12, 2008.

SKOOG, D. A. **Fundamentos de química analítica**. 8ª ed. São Paulo: Thomson Learning, 2006.

TAROUCO, L. M. R.; SILVA, P. F. DA; HERPICH, F. **Cognição e aprendizagem em mundo virtual imersivo**. 2ª ed. Porto Alegre: SEAD/UFRGS, 2020.

TATLI, Z.; AYAS, A. Virtual laboratory applications in chemistry education. **Procedia - Social and Behavioral Sciences**, v. 9, p. 938–942, 2010.

TÜYSÜZ, C. The effect of the virtual laboratory on students' achievement and attitude in chemistry. **International Online Journal of Educational Sciences**, v. 2, n. 1, p. 37–53, 2010.

WIDOWATI, A.; SETUJU; UTAMI, D. N. Utilization of virtual laboratory “calculation of motor vehicle exhaust emissions” to study air pollution. **Journal of Physics: Conference Series**, v. 1700, n. 1, 2020.