

INTEGRANDO SIMULAÇÕES INTERATIVAS PhET NO ENSINO DE QUÍMICA EM NÍVEL SUPERIOR

Data de aceite: 01/08/2023

Karina Akie Onoue Amaral

Estudante do Instituto de Ciências Agrárias da Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri (ICA – UFVJM)
<http://lattes.cnpq.br/5390107341052295>

Mírian da Silva Costa Pereira

Professora do ICA – UFVJM - Orientadora

RESUMO: O ensino de Química Geral e Analítica apresenta desafios relacionados à complexidade dos conceitos, à falta de aplicação prática e à demanda por habilidades analíticas e de resolução de problemas. Abordagens tradicionais tendem a ser passivas, com pouco engajamento dos alunos e falta de contextualização dos conceitos químicos com situações reais. O objetivo deste estudo é avaliar a eficácia do software PhET como ferramenta no ensino e aprendizagem de Química Geral e Analítica (QGA) no Instituto de Ciências Agrárias (ICA) da Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri (UFVJM). A princípio foram aplicados 6 questionários referentes à disciplina Química Geral e Analítica e, apesar do aumento no número de respostas incorretas em

algumas questões, foi evidente a maior receptividade dos alunos em relação aos conteúdos e significativa melhoria na compreensão e acurácia das respostas ao utilizar as simulações.

PALAVRAS-CHAVE: Simuladores virtuais; Graduação; Ensino Superior; PhET.

1 | INTRODUÇÃO

O ensino da matéria de Química Geral e Analítica apresenta uma série de desafios e dificuldades tanto para os professores quanto para os alunos. A complexidade dos conceitos, a necessidade de aplicação prática e a demanda por habilidades analíticas e de resolução de problemas são alguns dos fatores que contribuem para essas dificuldades (FERREIRA; DEL PINO, 2009; MORTIMER, 1996; ROQUE; SILVA, 2008).

As abordagens tradicionais de ensino de Química tendem a enfatizar a transmissão passiva de conhecimento, onde o professor é o detentor e o aluno é um mero receptor. Esse modelo de ensino pode levar à falta de engajamento

dos alunos, tornando o processo de aprendizagem monótono e desinteressante. Os alunos têm menos oportunidades de desenvolver habilidades de pensamento crítico, resolução de problemas e aplicação prática dos conceitos. Além disso, as metodologias convencionais frequentemente não conseguem contextualizar os conceitos de Química e relacioná-los com situações reais do cotidiano dos alunos. Isso pode levar à falta de compreensão e à percepção de que a Química é uma disciplina abstrata e desconectada da vida real. A falta de relevância pode diminuir a motivação dos alunos para aprender e dificultar a assimilação dos conceitos (DIONÍZIO *et al.*, 2019; MELO; MELO, 2005; ATAIDE; SILVA, 2011).

Outro ponto, é que a matéria de Química é uma disciplina experimental e requer o desenvolvimento de habilidades práticas, como manipulação de equipamentos, análise de dados e interpretação de resultados. A falta de experimentação prática pode comprometer a compreensão dos conceitos e limitar a capacidade dos alunos de aplicar a Química em situações reais (AMARAL, 1996; DIONÍZIO *et al.*, 2019; MELO; MELO, 2005; JACOB, 2001).

A inserção de simuladores virtuais no ensino tradicional de Química Geral e Analítica tem se mostrado uma estratégia eficaz para aprimorar a aprendizagem dos alunos nessa disciplina. Os simuladores são recursos interativos que permitem aos estudantes explorar conceitos químicos, realizar experimentos virtuais e observar os resultados em tempo real (LEITE *et al.*, 2014).

Uma das principais vantagens da inserção de recursos virtuais é a possibilidade de visualização e compreensão dos conceitos químicos de forma mais concreta e acessível. Por meio dessas ferramentas, os alunos podem observar fenômenos químicos, como reações químicas, interações moleculares e mudanças de estado, de maneira visual e interativa. Isso auxilia na assimilação dos conceitos, tornando-os mais tangíveis e facilitando a compreensão dos processos químicos que ocorrem no nível microscópico (BEEK; LOUTERS, 1991; TASKIN; BERNHOLT, 2014; LEITE *et al.*, 2014; JACOB, 2001).

Além da visualização, os simuladores virtuais permitem a experimentação e exploração de diferentes cenários químicos. Os alunos têm a oportunidade de manipular variáveis, testar diferentes condições e observar os resultados em tempo real. Dessa forma, eles podem realizar experimentos virtuais de forma segura, repetir procedimentos quantas vezes desejarem e analisar os efeitos das mudanças realizadas. Essa abordagem experimental auxilia no desenvolvimento de habilidades práticas, como a formulação de hipóteses, a coleta e a interpretação de dados, além de incentivar o pensamento crítico e a resolução de problemas (COSTA *et al.*, 2021).

O objetivo deste trabalho foi analisar a relevância e a eficácia dos recursos virtuais imersivos no ensino e aprendizagem da disciplina de Química Geral e Analítica, visando reduzir a taxa de reprovação e avaliar a aceitação por parte dos alunos.

2 | METODOLOGIA/MATERIAL E MÉTODOS

A presente pesquisa foi conduzida no campus de Unaí/MG da UFVJM, englobando uma turma com os seguintes cursos de graduação em Ciências Agrárias: Agronomia, Engenharia Agrícola e Ambiental, Medicina Veterinária e Zootecnia. Foram administrados 6 questionários ao longo de 5 meses durante o final de 2022 e início de 2023. Alguns dos questionários foram aplicados presencialmente, enquanto outros foram realizados de forma on-line utilizando a plataforma Google Formulários. Todos os questionários foram respondidos pelos alunos com o auxílio do simulador virtual *PhET (Physics Education Technology)*.

O questionário “zero” ou também chamado de “Introdutório”, aborda questões relacionadas às experiências prévias dos alunos com simuladores, bem como perguntas sobre as dificuldades encontradas no conteúdo da disciplina. Quatro questionários abordavam os seguintes temas: “construção de um átomo, moléculas, isótopos e massa atômica”, “Concentração e Molaridade”, “Balanceamento das equações químicas” e “Escala de pH e soluções ácido-base”. Esses questionários eram compostos por questões objetivas e subjetivas.

O último questionário tinha como objetivo avaliar o nível de satisfação dos discentes com o uso do simulador virtual durante as aulas. O questionário consistiu em sete questões objetivas, seguindo a Escala Likert (1932). Essa escala envolve a formulação de um conjunto de afirmações ou questões relacionadas a um tema específico, nas quais os respondentes expressam seu grau de concordância, geralmente utilizando uma escala de 5 ou 7 pontos. Para o terceiro questionário, as respostas esperadas foram apresentadas em uma escala de cinco pontos, variando de “sim, sempre” a “não, nunca”, ou de “muito ruim” a “muito bom”, ou ainda de “discordo totalmente” a “concordo totalmente”.

Foi atribuída uma nota aos alunos que responderam e demonstraram dedicação ao realizar o questionário, independentemente de acertarem ou errarem as questões. Essa abordagem foi adotada como forma de incentivar os alunos.

3 | ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

Inicialmente procedeu-se à análise das seis questões apresentadas no primeiro questionário com o tema “Átomo, Isótopo e Massa Atômica”. Todas as questões foram acompanhadas por uma imagem específica gerada através do software PhET. Segundo o Quadro 1, as três primeiras questões obtiveram 100% de acertos, enquanto a questão número 5 houve 84% de acertos. De acordo com Rezende (2016), a dificuldade em compreender os tópicos relacionados à química reside na limitação de assimilar conceitos intangíveis e imperceptíveis. Isso resultou em falta de compreensão por parte dos alunos, o que levou aos erros encontrados.

A questão 4 não foi incluída no Quadro 1, uma vez que é uma questão subjetiva que solicita aos alunos que expressem as ideias utilizadas para selecionar a resposta à questão número 3. Todos os alunos que responderam à questão acertaram, porém, as respostas de dois alunos se destacaram. O primeiro aluno disse que “A massa do átomo é 7, pois ele contém 3 prótons e 4 nêutrons, e a massa de um átomo é dada pela soma dos mesmos totalizando massa 7”. Já o segundo aluno apresentou a seguinte resposta “Utilizei o simulador virtual e a tabela periódica para confirmar”. Segundo Garcia (2013), as pessoas estão cada vez mais dependentes da tecnologia, porém mesmo com toda essa facilidade ainda existe desigualdade social nesse âmbito o que acaba dificultando o aprendizado de alguns discentes.

QUESTÕES	ERROS	ACERTOS
1) Construa um átomo com os seguintes componentes	0%	100%
2) Circule na tabela periódica o elemento construído	0%	100%
3) A massa desse átomo é?	0%	100%
5) Qual é a carga do átomo?	19%	84%

Quadro 1 – Porcentagem de erros e acertos para o 1º questionário

Fonte: Elaborado pelas autoras (2023).

A incorporação das inovações tecnológicas só tem sentido se contribuir para a melhoria da qualidade de ensino, conforme destacado por Rodrigues e Nascimento (2020). A simples presença de novas tecnologias na escola não é, por si só, garantia de maior qualidade na educação, pois a aparente modernidade pode mascarar um ensino tradicional baseado na recepção e na memorização de informações (MAINART; SANTOS, 2010). Essa dificuldade no aprendizado de Química pode estar associada à incapacidade dos alunos de assimilar conteúdos mais complexos, resultando em uma resistência real ao aprendizado desses materiais.

Na Figura 1, é possível observar que cerca de 93% dos alunos responderam que “Sim” ou “Sim, sempre” quando foram questionados se o simulador realmente auxiliou no aprendizado. Porém, cerca de 2,3% foram existentes quanto a inserção de tecnologias em sala de aula. Segundo Costa e Tavares (2019), os softwares possuem um potencial de aprimorar o ensino de química, proporcionando aos professores uma forma mais fácil de demonstrar conteúdos que normalmente seriam abordados em laboratório.

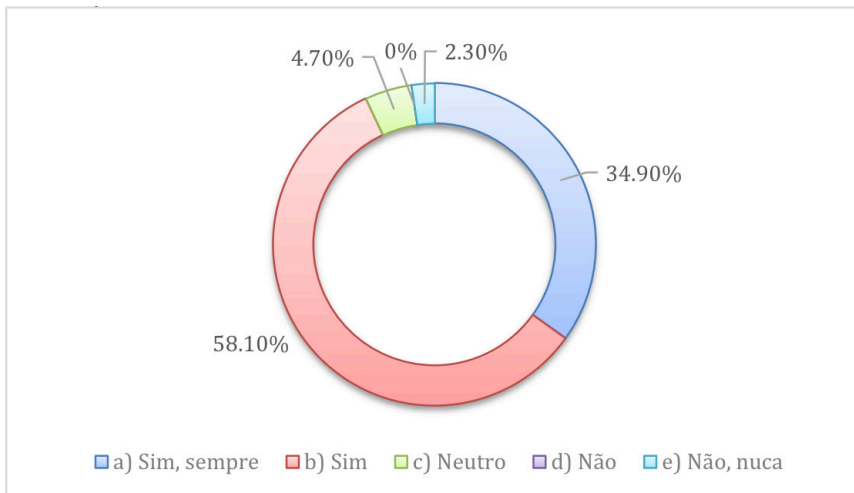


Figura 1 - Você acha que o uso de simuladores virtuais PhET auxiliou na aprendizagem da disciplina Química Geral e Analítica durante o decorrer do semestre?

Fonte: Elaborado pelas autoras (2023).

No entanto, existem vários motivos pelos quais alguns alunos resistem a utilizar simuladores virtuais nas aulas de química. Isso inclui a preferência por métodos tradicionais de ensino e a falta de experiência ou familiaridade com a tecnologia. Conforme apontado por Mion (2015), a incorporação de tecnologias pode ser benéfica para a aprendizagem dos alunos. No entanto, as instituições de ensino nem sempre capacitam professores e alunos para o ambiente digital, deixando a decisão de utilizar ou não as tecnologias em sala de aula a critério de cada professor.

O questionário “zero” tinha como intuito coletar informações básicas dos alunos, como por exemplo o curso o qual está matriculado, se alguma vez já utilizou algum simulador virtual e se acha que ele irá auxiliar na aprendizagem da disciplina de química geral e analítica. Na Figura 2, é possível observar que cerca de 50% dos alunos responderam que “sim, sempre” e “sim”, quando foram perguntados se apresentaram alguma dificuldade na disciplina de Química Geral e analítica durante o ensino médio.

De acordo com Amorim, Paixão e Silva (2017), é comum que muitos alunos enfrentem dificuldades na aprendizagem dos conteúdos relacionados à química. Isso indica a necessidade de diversificar as atividades desenvolvidas com os alunos, a fim de melhorar o processo de aprendizagem. Essa constatação também foi confirmada por estudos realizados por Sanguinette e colaboradores (2021). Além disso, Rezende (2016) destaca que uma das barreiras para a compreensão dos temas relacionados à química é a dificuldade em assimilar algo que não pode ser visualizado ou tocado.

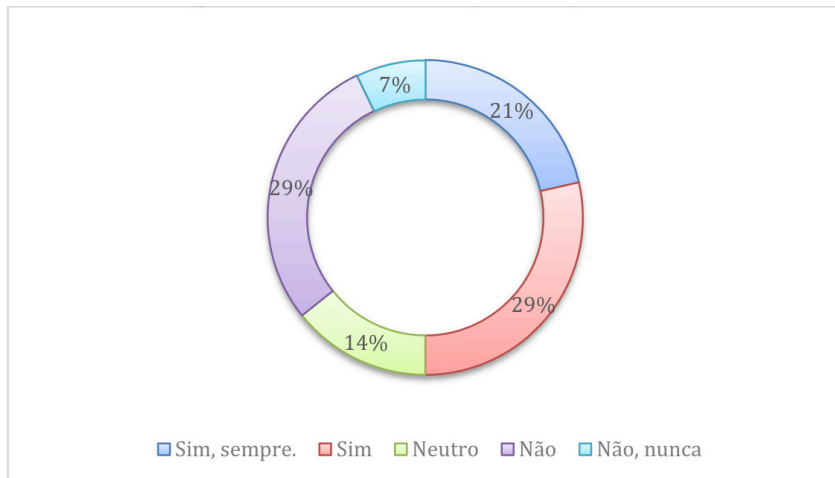


Figura 2 - Você teve alguma dificuldade na disciplina de química durante o Ensino Médio?

Fonte: Elaborado pelas autoras (2023).

De acordo com o Quadro 2 é possível observar que cerca de 6 questões obtiveram maior porcentagem de acertos que de erros e, em 5 questões, o índice de erros foi maior que o de acertos. O emprego da tecnologia na educação continua sendo um desafio, exigindo um ensino participativo e adaptado que mantenha a proximidade entre professor e aluno, mesmo em um ambiente virtual (MORAN; MASETTO; BEHRENS, 2013). Portanto, mesmo com toda essa aceitação dos alunos mostrado na Figura 1, é essencial avaliar em que ocasiões deve ser feito o uso dessas tecnologias, visto que é necessário o auxílio de um docente capacitado.

QUESTÕES	ACERTOS	ERROS
1) Descreva e explique o que ocorre com a solução ao colocar indiscriminadamente cloreto de níquel II (NiCl_2) a um volume fixo de solução.	30%	70%
2) Adicione cuidadosamente cloreto de níquel II (NiCl_2) em 400 ml de solução até atingir a concentração de 1 mol/L. Explique o que acontece com a concentração ao adicionar mais 200 ml de água.	30%	70%
3) Adicione cuidadosamente cromato de potássio (K_2CrO_4) em 500 ml de solução até atingir a concentração de 1 mol/L. Verifique o que acontece com a concentração ao retirar 200 ml de água e explique detalhadamente.	90%	10%
4) Qual/quais ação/ações irá/irão alterar a quantidade de mols do soluto ($\text{Co}(\text{NO}_3)_2$) no recipiente? (1) Adicionar água; (2) Evaporar água; (3) Drenar a solução.	0%	100%
5) O que ocorre com a concentração molar da solução quando aumentamos a quantidade de soluto?	100%	0%
6) Qual o valor da concentração molar (ou molaridade) desta solução?	90%	10%

I) Analisando as afirmações a seguir, responda: o que deve ser feito para balancear a equação ($N_2 + H_2 \rightarrow NH_3$)?	75%	25%
II) Qual o coeficiente da amônia (NH_3) quando a equação está balanceada?	0%	100%
III) Assinale a alternativa que representa corretamente o balanceamento da equação:	62,5%	37,5%
IV) Analisando as afirmações a seguir, responda: o que deve ser feito para balancear a equação ($C_2H_2 + O_2 \rightarrow CO_2 + H_2O$) ?	25%	75%
V) Qual o coeficiente da água quando a equação está balanceada?	75%	25%

Quadro – Porcentagem de erros e acertos para os questionários 2 (questões de 1 a 6) e 3 (questões de I a V).

Fonte: Elaborado pelas autoras (2023).

Os simuladores permitem que os alunos explorem os conteúdos de forma autônoma, ajustando os experimentos de acordo com suas necessidades e interesses. Essa abordagem personalizada aumenta a motivação e o envolvimento dos estudantes, tornando a experiência de aprendizagem mais relevante. A pesquisa ressaltou a importância dos softwares virtuais, como as simulações PhET, que integram recursos eficazes, como hipertextos e animações, para promover a produção de conhecimento em Química de maneira complexa e adequada ao ensino superior.

4 | CONCLUSÃO/CONSIDERAÇÕES FINAIS

Esta pesquisa evidencia que a utilização de simuladores virtuais em sala de aula apresenta resultados positivos. Além de despertar o interesse dos alunos, esses simuladores são úteis para auxiliar nas aulas, aproximando a química do cotidiano dos estudantes. Especificamente, o uso do software PhET demonstrou bom desenvolvimento dos alunos, permitindo que eles demonstrem o conhecimento adquirido em sala de aula. Essa contribuição propicia aperfeiçoar a experiência disciplinar, fomentando uma aprendizagem espontânea e gratificante.

Além disso, a utilização dessas ferramentas reduz a necessidade de materiais e reagentes químicos, resultando em diminuição de custos e riscos associados a experimentos em laboratórios convencionais. Os simuladores virtuais oferecem a oportunidade de realizar experimentos que seriam impraticáveis ou perigosos no contexto físico, como a simulação de reações químicas complexas ou a observação de fenômenos em escala molecular. Isso amplia as possibilidades de experimentação, enriquecendo o processo de aprendizagem.

As abordagens tradicionais, que se concentram no professor, costumam ter pouca interação e colaboração entre os alunos. Essa falta de interação pode restringir as oportunidades dos alunos de discutir ideias, fazer perguntas, compartilhar conhecimento e

trabalhar em equipe. Com a implementação dos simuladores virtuais, houve uma facilitação no processo de compreensão e assimilação dos conteúdos ministrados na disciplina de Química Geral e Analítica, apesar de alguns estudantes terem enfrentado obstáculos. Entretanto, é fundamental realizar uma avaliação criteriosa do momento e da forma de utilização desses simuladores, uma vez que a mediação do professor se faz necessária.

Apesar do potencial auxiliar das tecnologias no processo educacional, é imprescindível atribuir e capacitar os docentes para uma utilização adequada desses recursos. As tecnologias, por si só, não asseguram melhorias no contexto das atividades de ensino, uma vez que é necessário que os estudantes tenham acesso a conteúdos de qualidade durante as aulas, além de utilizar os simuladores como ferramentas para alcançar os objetivos de aprendizagem desejados.

AGRADECIMENTOS

À Pró-Reitoria de Graduação (Prograd) da UFVJM pela concessão de bolsa através do Programa de Apoio ao Ensino de Graduação (Proae).

REFERÊNCIAS

AMARAL, L. do. *Trabalhos Práticos de Química*. 12 ed. Editora: Nobel, 1996.

AMORIM, T. B.; PAIXÃO, M. de F. M.; SILVA, A. G. C. da. A Importância da Monitoria para o Aprendizado de Química. *Revista de Ensino de Engenharia*, v. 36, n. 2, p. 27-34, 2017.

ATAIDE, M. C. E. S.; SILVA, B. V. da C. As metodologias de ensino de ciências: contribuições da experimentação e da história e filosofia da ciência. *HOLOS*, v. 4, p. 171-181, 2011.

BEEK, K. V.; LOUTERS, L. Chemical language skills: investigating the deficit. *Journal of Chemical Education*, v. 68, n. 5, p. 389-392, 1991.

COSTA, M. T.; TAVARES, T. T. O uso de simuladores de internet para o ensino de Química. *Revista Mediação*, n. 9, p. 50-57, 2019.

DIONÍZIO, T. P.; SILVA, F. P.; DIONÍZIO, D. P.; CARVALHO, D. M. O Uso de Tecnologias da Informação e Comunicação como Ferramenta Educacional Aliada ao Ensino de Química. *EaD em Foco*. v. 9, n.1, 2019.

FERREIRA, M.; DEL PINO, J. C. Estratégias para o ensino de química orgânica no nível médio: uma proposta curricular. *Acta Scientiae*, v. 11, n.1, p. 101-118, 2009.

JACOB, C. Interdependent operations in chemical language and practice. *HYLE - International Journal for Philosophy of Chemistry*, v. 7, n. 1, p. 31-50, 2001.

LEITE, L. S. (coord.); POCHO, C. L.; AGUIAR, M. M.; SAMPAIO, M. N. *Tecnologia Educacional: descubra suas possibilidades na sala de aula*. 8. ed. Petrópolis, RJ: Vozes, 2014.

LIKERT, R. A technique for the measurement of attitudes. *Archives of Psychology*. v. 22, n. 140, p. 44-53, 1932.

MAINART, D. A.; SANTOS, C. M. A importância da tecnologia no processo ensino-aprendizagem. In: CONGRESSO VIRTUAL BRASILEIRO DE ADMINISTRAÇÃO, 7, 2010. *Anais [...]*. 2010.

MELO, E. da S. do N.; MELO, J. R. F. de. Softwares de simulação no ensino de química: uma representação social na prática docente. *ETD-Educação Temática Digital*, v. 7, n. 1, p. 51-63, 2005.

MION, M. O uso dos Softwares educacionais no Ensino de ciências. 2015. Trabalho de conclusão de curso (Especialização em Mídias na Educação) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2015.

MORAN, J. M.; MASETTO, M. T.; BEHRENS, M. A. *Novas tecnologias e mediação pedagógica*. 21. ed. Campinas, SP: Papirus, 2013.

MORTIMER, E. F. O significado das fórmulas químicas. *Química nova na escola*, v. 3, p. 19-21, 1996.

REZENDE, D. de B. Estudo investiga dificuldades de compreensão no ensino de química [Depoimento a Victória F. Del Pintor]. *AUN - Agência Universitária de Notícias* [S.l: s.n.], 2016.

RODRIGUES, G. C.; NASCIMENTO, E. Q. do. Sequências didáticas como apoio ao ensino de densidade, polaridade e pH por meio dos simuladores virtuais PhET. *Revista de Educação, Ciências e Matemática*. v.10, n.1, p. 188-197, 2020.

ROQUE, N. F.; SILVA, J. L. P. B. A linguagem química e o ensino da química orgânica. *Química nova*, v. 31, p. 921-923, 2008.

SANGUINETTE, N. C. A.; BOTELHO, L. B.; FREITAS, O. P.; DEL'NERO, J.; PEREIRA, M. S. C. Tutoria universitária no ensino de Química geral e analítica. *Revista Debates em Ensino de Química*, v. 7, n. 1, p. 151–165, 2021.

TASKIN, V.; BERNHOLT, S. Students' understanding of chemical formulae: A review of empirical research. *International Journal of Science Education*, v. 36, n. 1, p. 157-185, 2014.