



CONTRIBUIÇÕES DE UMA SIMULAÇÃO GAMIFICADA PARA A APRENDIZAGEM DE SOLUÇÕES QUÍMICAS EM DISCIPLINAS INTRODUTÓRIAS NO ENSINO SUPERIOR

Bruna Z. Corso¹; Maurícus S. Pazinato¹

¹Universidade Federal do Rio Grande do Sul – Instituto de Química (UFRGS), Porto Alegre, RS.
bzcorsor@ucs.br

Palavras-Chave: Metodologias ativas, Jogos didáticos, Ensino de Química

Introdução

As soluções químicas constituem um dos conteúdos fundamentais das disciplinas introdutórias de Química no Ensino Superior, uma vez que estão presentes em diferentes áreas das Ciências da Saúde, Ciências Exatas e Tecnológicas (Taber, 2013). A compreensão desse conteúdo é indispensável para a realização de atividades laboratoriais, preparo de reagentes, análises químicas e desenvolvimento de procedimentos experimentais. Entretanto, a aprendizagem deste tema envolve um conjunto de conhecimento, exigindo que os estudantes articulem conceitos químicos, relações matemáticas e procedimentos experimentais durante a resolução de problemas.

Segundo Johnstone (1991), a aprendizagem em Química apresenta elevada complexidade por exigir que o estudante estabeleça relações entre diferentes níveis de representação do conhecimento químico, macroscópico, submicroscópico e simbólico. Posteriormente, Johnstone (2000) destaca que muitos conteúdos introdutórios apresentam elevada carga cognitiva, especialmente quando diferentes informações precisam ser processadas simultaneamente. Nesse contexto, dificuldades de aprendizagem podem surgir quando conceitos, cálculos e procedimentos são ensinados de maneira independente, impedindo que o estudante compreenda o fenômeno químico como um todo. Da mesma forma, Gabel (1999) argumenta que parte das dificuldades encontradas na aprendizagem da Química decorre da fragmentação dos conteúdos e da pouca integração entre teoria e aplicação prática.

No ensino de soluções químicas, essa fragmentação é particularmente evidente. Em muitas disciplinas introdutórias, os conceitos relacionados à concentração das soluções são inicialmente apresentados em aulas expositivas, seguidos da resolução de exercícios envolvendo cálculos de molaridade, concentração comum ou diluição. Somente em um momento posterior os estudantes realizam atividades práticas envolvendo o preparo de soluções. Embora essa organização favoreça a sistematização do conteúdo, pode dificultar a compreensão das relações existentes entre os cálculos realizados e os procedimentos executados em laboratório, fazendo com que muitos estudantes compreendam cada etapa de forma isolada.



Entretanto, o preparo de uma solução constitui uma atividade que demanda a integração de diferentes dimensões da aprendizagem. Além da compreensão conceitual acerca das propriedades das soluções e das relações entre massa, quantidade de matéria, volume e concentração, o estudante precisa mobilizar conhecimentos matemáticos para realizar os cálculos necessários e conhecimentos procedimentais relacionados à escolha adequada das vidrarias, utilização de equipamentos de proteção individual, manipulação correta dos reagentes e execução da sequência experimental.

Sob essa perspectiva, as atividades laboratoriais desempenham papel fundamental na formação científica. Hofstein e Lunetta (2004) destacam que o laboratório deve ser compreendido como um ambiente de aprendizagem capaz de promover o desenvolvimento integrado de conhecimentos conceituais e procedimentais, favorecendo a investigação, a resolução de problemas, a análise de evidências e a tomada de decisões. Os autores ressaltam que atividades experimentais não devem ser limitadas à reprodução de técnicas previamente estabelecidas, mas possibilitar que os estudantes compreendam os processos característicos da construção do conhecimento científico. De maneira semelhante, Hodson (1993) defende que o ensino experimental deve proporcionar oportunidades para que os estudantes utilizem conhecimentos científicos na resolução de problemas e desenvolvam autonomia para interpretar situações e justificar suas escolhas durante a realização de atividades laboratoriais.

Entretanto, nem sempre é possível que disciplinas introdutórias disponham de tempo, infraestrutura ou carga horária suficientes para que todos esses aspectos sejam explorados em atividades experimentais. Nesse cenário, diferentes metodologias ativas têm sido empregadas como estratégias capazes de ampliar o protagonismo discente e favorecer a aprendizagem. Entre essas metodologias, se destaca a gamificação, definida por Deterding et al. (2011) como a utilização de elementos característicos dos jogos em contextos de sala de aula, incorporando desafios, objetivos, regras, feedback e progressão para promover o engajamento dos participantes. Kapp (2012) complementa que a gamificação constitui uma estratégia de planejamento da aprendizagem, na qual os elementos dos jogos são organizados intencionalmente para favorecer o desenvolvimento de conhecimentos e habilidades.

Nos últimos anos, observa-se um crescimento das pesquisas relacionadas à utilização da gamificação e da aprendizagem baseada em jogos no ensino de Química (Elmali; Freund; Tiemann, 2026; Hu et al., 2022; Kapp, 2012; Tursyngozhayev; Kavak; Akhmetov, 2024). Revisões recentes indicam que essas estratégias apresentam potencial para aumentar o engajamento, estimular a colaboração entre estudantes e favorecer a aprendizagem quando articuladas aos objetivos pedagógicos da atividade (Sailer; Homner, 2020). Entretanto, os estudos também destacam que os resultados mais promissores são obtidos quando a mecânica do jogo está diretamente relacionada às competências que se pretende desenvolver, evitando que a atividade tenha apenas caráter recreativo (Kapp, 2012; Deterding et al., 2011).

Nesse contexto, simulações com elementos da gamificação podem constituir uma alternativa para aproximar os estudantes de situações semelhantes às encontradas na prática profissional. Diferentemente de jogos destinados exclusivamente à revisão de conteúdos, uma



simulação busca reproduzir a lógica de execução de determinada atividade, permitindo que os estudantes tomem decisões, discutam alternativas e compreendam a sequência de ações necessária para atingir um objetivo.

Partindo desse pressuposto, a simulação gamificada proposta neste trabalho foi desenvolvida para reproduzir, em ambiente de sala de aula, as principais etapas envolvidas no preparo de soluções químicas. A simulação, baseada em um jogo de cartas, busca aproximar os estudantes da lógica utilizada em práticas laboratoriais, favorecendo a integração entre conhecimentos conceituais, matemáticos e procedimentais e constitui com uma estratégia didática complementar. Nesse contexto, este trabalho teve como objetivo desenvolver, aplicar e analisar uma simulação gamificada, estruturada em um jogo de cartas, para promover a integração de conhecimentos conceituais, matemáticos e procedimentais relacionados ao preparo de soluções químicas em disciplinas introdutórias de Química no Ensino Superior.

Material e Métodos

A pesquisa desenvolvida é qualitativa e possui caráter descritivo, contemplando a elaboração, aplicação e avaliação de uma simulação gamificada para o ensino de soluções químicas. Participaram da pesquisa 37 estudantes matriculados na disciplina de Química Geral do curso de Farmácia e Biomedicina, de uma universidade privada do estado do RS, organizados em grupos de cinco integrantes.

A simulação gamificada foi desenvolvida na forma de um jogo de cartas, estruturado para reproduzir etapas do preparo e estudo de soluções químicas. Inicialmente, cada grupo recebeu uma carta contendo a narrativa da atividade, contextualizando os estudantes em um desafio colaborativo. Na etapa seguinte, os participantes retiraram uma carta por rodada, buscando reunir todos os materiais necessários para o preparo da solução, incluindo equipamentos de segurança, vidrarias e reagentes. Após reunir os materiais, os grupos realizaram sucessivamente o cálculo da massa do soluto, o preparo da solução, a determinação da concentração em mol.L^{-1} e a resolução de um problema envolvendo diluição. Durante a dinâmica, cartas especiais introduziram situações inesperadas, como indisponibilidade de materiais ou vantagens estratégicas, simulando desafios semelhantes aos encontrados em atividades laboratoriais.

A atividade foi estruturada em etapas sequenciais (Figura 1), buscando reproduzir o processo de preparação de soluções. Como destacado, a lógica deste fluxo estabelece uma dependência direta entre as etapas. Nenhuma ação pode ser iniciada nas fases posteriores sem que os resultados e conclusões das fases anteriores tenham sido finalizados. Isso garante a integridade e a consistência de todo o processo.



Figura 1. Estrutura da dinâmica da simulação gamificada para o ensino de soluções químicas

Cada fase do jogo foi planejada para mobilizar conhecimentos conceituais, procedimentais e habilidades relacionadas à resolução colaborativa de problemas, conforme apresentado na Tabela 1.

Tabela 1. Estrutura pedagógica da simulação gamificada

Etapas da simulação	Mecânica do jogo	Objetivo de aprendizagem
Narrativa inicial	Apresentação do desafio	Contextualizar a atividade
Obtenção dos materiais	Cartas contendo vidrarias, reagentes e EPIs	Identificar os materiais necessários para o preparo de soluções
Cartas especiais	Eventos como "vidraria trincada", "químico-chefe" e "alquimista"	Simular situações de laboratório e estimular a tomada de decisão
Preparo da solução	Organização dos materiais obtidos	Compreender a sequência do procedimento experimental
Cálculo da massa do soluto	Resolução do problema proposto	Aplicar conceitos de quantidade de matéria e massa molar
Determinação da concentração	Cálculo da molaridade	Relacionar quantidade de matéria e volume da solução
Diluição	Resolução de uma situação-problema	Aplicar a relação entre concentração e volume em processos de diluição

A atividade foi realizada durante uma aula da disciplina, com duração aproximada de 90 minutos. Inicialmente, os estudantes receberam as orientações sobre as regras do jogo e, posteriormente, desenvolveram as etapas da simulação em grupos, sob mediação do professor. Durante a participação dos estudantes na aula foram feitos registros no diário de campo da pesquisadora, autora principal deste trabalho, que irão compor a primeira parte dos resultados que serão apresentados a seguir.

Após a aplicação da simulação gamificada, os estudantes responderam a um questionário composto por questões abertas, buscando identificar suas percepções sobre a contribuição da atividade para a aprendizagem do conteúdo de soluções. As respostas foram analisadas por meio da Análise de Conteúdo proposta por Bardin (2016), seguindo as etapas de



pré-análise, exploração do material, categorização e interpretação dos resultados. A análise permitiu identificar quatro categorias temáticas relacionadas às contribuições da simulação gamificada para a aprendizagem.

Durante a etapa de categorização, uma mesma resposta pôde ser classificada em mais de uma categoria temática, uma vez que os estudantes frequentemente mencionaram diferentes aspectos da aprendizagem em uma única resposta. Assim, as frequências apresentadas correspondem ao número de ocorrências das categorias e não ao número de participantes.

Resultados e Discussão

Inicialmente, serão apresentadas percepções e evidências providas da observação dos estudantes em aula, as quais estão baseadas nos registros realizados no diário de campo. Na sequência, apresentam-se os resultados derivados do questionário, os quais estão organizados em categorias.

Análise dos registros do Diário de campo

Durante a atividade foi possível observar o envolvimento dos participantes, que permaneceram engajados desde a leitura da narrativa inicial até a resolução do desafio final envolvendo o preparo, a concentração e a diluição de soluções. Diferentemente de atividades tradicionais centradas na resolução individual de exercícios, os estudantes discutiram coletivamente cada etapa da simulação, compartilhando argumentos e justificando suas decisões antes de realizar as jogadas.

Logo nas primeiras rodadas, foi observado que os grupos compreenderam que o preparo de uma solução depende da obtenção de todos os materiais necessários, como equipamentos de proteção individual, vidrarias, reagentes e água destilada. Inicialmente, alguns participantes concentraram seus esforços apenas na obtenção do reagente químico, entretanto, à medida que a atividade avançou, perceberam que a ausência de qualquer um dos materiais impossibilitava o preparo da solução. Essa dinâmica favoreceu a compreensão da importância da organização prévia dos materiais e da sequência de procedimentos adotada em laboratório, aspecto frequentemente pouco explorado em aulas teóricas.

Outro aspecto observado durante a aplicação foi a participação ativa dos estudantes nas cartas contendo questões conceituais. Embora essas cartas não estivessem diretamente relacionadas à conquista de materiais, todos os grupos buscaram responder às perguntas por meio de discussões coletivas, retomando conhecimentos abordados anteriormente na disciplina. Em diversos momentos, os próprios estudantes explicaram conceitos aos colegas antes de apresentar a resposta ao professor, evidenciando um ambiente de aprendizagem colaborativa.

As cartas especiais também desempenharam papel importante na dinâmica da atividade. Situações como "Vidraria Trincada", que impedia temporariamente a participação do grupo, e "Alquimista", que permitia escolher determinado material, estimularam os estudantes a replanejar suas estratégias e discutir alternativas para atingir o objetivo final. Esses momentos promoveram interação constante entre os integrantes do grupo e favoreceram a tomada de



decisões durante a resolução dos desafios, características frequentemente associadas às estratégias de gamificação (Deterding et al., 2011; Kapp, 2012).

Uma característica relevante da simulação consistiu na utilização de diferentes reagentes, massas molares e balões volumétricos para cada grupo. Dessa forma, cada equipe desenvolveu cálculos específicos relacionados ao seu problema, impossibilitando a simples reprodução das respostas entre os participantes. Foi observado que os estudantes discutiram conjuntamente o cálculo da massa do soluto, verificaram as unidades envolvidas e compararam os resultados antes de prosseguir para as etapas seguintes da atividade. Essa organização favoreceu a mobilização simultânea de conhecimentos conceituais e matemáticos durante a resolução do problema.

Após a obtenção de todos os materiais necessários, os grupos iniciaram o cálculo da massa do reagente, seguido da determinação da concentração molar da solução e da resolução de um problema envolvendo diluição. Durante essas etapas, foi possível observar que muitos estudantes passaram a relacionar os cálculos realizados com a sequência de preparo da solução. Em vez de executarem operações matemáticas de forma mecânica, passaram a discutir a finalidade de cada cálculo dentro do procedimento experimental, estabelecendo relações entre a massa pesada, o volume do balão volumétrico e a concentração desejada.

A integração entre conceitos, cálculos e procedimentos representa uma das principais contribuições observadas durante a aplicação da simulação. Em disciplinas introdutórias, é comum que esses conhecimentos sejam abordados em momentos distintos, com aulas teóricas voltadas aos conceitos, listas de exercícios destinadas aos cálculos e atividades laboratoriais desenvolvidas posteriormente. Durante a simulação, entretanto, essas dimensões foram mobilizadas de forma simultânea, permitindo que os estudantes compreendessem o preparo de soluções como um processo integrado e não como etapas independentes.

As observações realizadas durante a aplicação corroboram as discussões de Hofstein e Lunetta (2004), ao evidenciar que estratégias inspiradas na prática laboratorial podem favorecer o desenvolvimento de conhecimentos conceituais e procedimentais por meio da resolução de problemas e da tomada de decisões. Da mesma forma, os resultados foram próximos das considerações de Johnstone (1991; 2000), segundo as quais a aprendizagem em Química depende da articulação entre diferentes formas de conhecimento, reduzindo a fragmentação frequentemente observada no ensino de conteúdos introdutórios.

Análise do questionário

Ao final da atividade, os estudantes responderam a um questionário avaliando a simulação gamificada. Os participantes avaliaram positivamente a atividade, sendo que 30 estudantes (81,1%) a classificaram como excelente e sete (18,9%) como muito boa. Embora a percepção positiva não seja suficiente para evidenciar aprendizagem, ela demonstra que a simulação favoreceu o envolvimento dos participantes, condição importante para metodologias ativas de ensino (Kapp, 2012).



Além da avaliação geral da atividade, as respostas abertas permitiram identificar evidências das contribuições da simulação para a aprendizagem. A análise de conteúdo resultou em duas categorias temáticas: (i) aprendizagem conceitual e (ii) aprendizagem procedimental.

- Aprendizagem conceitual

A análise das respostas permitiu identificar três subcategorias relacionadas à aprendizagem conceitual (Tabela 2).

Tabela 2. Subcategorias relacionadas à aprendizagem conceitual identificadas nas respostas dos estudantes

Categoria	Frequência (n)
Compreensão da molaridade	33
Relação entre massa e quantidade de matéria	32
Compreensão da diluição	29

A compreensão da molaridade foi a categoria mais frequentemente mencionada pelos estudantes (33 ocorrências), seguida da relação entre massa e quantidade de matéria (32 ocorrências) e da compreensão dos processos de diluição (29 ocorrências). Esses resultados sugerem que a simulação favoreceu a mobilização dos conceitos fundamentais relacionados ao preparo de soluções, permitindo que os estudantes associassem os cálculos realizados às situações propostas durante o jogo. Os resultados corroboram a perspectiva de Johnstone (1991; 2000), ao indicar que a aprendizagem em Química é favorecida quando diferentes conhecimentos são articulados em um mesmo contexto de aprendizagem.

- Aprendizagem procedimental

Além dos aspectos conceituais, os estudantes destacaram contribuições relacionadas aos procedimentos envolvidos no preparo de soluções (Tabela 3).

Tabela 3. Categorias relacionadas à aprendizagem procedimental identificadas nas respostas dos estudantes.

Categoria	Ocorrências (n)
Reconhecimento das vidrarias	36
Identificação dos equipamentos de proteção individual	30
Sequência correta do preparo	30
Escolha dos reagentes	29

O reconhecimento das vidrarias foi o aspecto mais frequentemente mencionado pelos estudantes (36 ocorrências), evidenciando que a dinâmica contribuiu para a identificação dos materiais necessários ao preparo de soluções. Também foram recorrentes as referências aos equipamentos de proteção individual, à sequência correta do preparo e à escolha dos reagentes. Esses resultados demonstram que a simulação favoreceu o desenvolvimento de conhecimentos



procedimentais frequentemente associados às atividades laboratoriais. Segundo Hofstein e Lunetta (2004), experiências que aproximam os estudantes das práticas científicas contribuem para a compreensão dos procedimentos experimentais e para o desenvolvimento de habilidades necessárias ao trabalho em laboratório.

Discussões das categorias emergentes

Embora as categorias tenham sido analisadas separadamente, foi observado que muitos estudantes mencionaram simultaneamente aspectos conceituais e procedimentais em suas respostas. Esse resultado indica que a simulação favoreceu uma aprendizagem integrada, articulando conceitos químicos, cálculos e procedimentos laboratoriais em uma única atividade.

A identificação de múltiplas categorias em uma mesma resposta reforça essa percepção, sugerindo que os estudantes compreenderam o preparo de soluções como um processo integrado e não como um conjunto de etapas independentes. Esse resultado está em consonância com o objetivo da simulação gamificada, concebida para aproximar os estudantes da lógica utilizada em práticas laboratoriais e favorecer a articulação entre conhecimentos conceituais, matemáticos e procedimentais.

Conclusões

Os resultados obtidos permitiram concluir que a simulação gamificada estruturada em um jogo de cartas constituiu uma estratégia didática que pode favorecer a aprendizagem de conteúdos relacionados às soluções em disciplinas introdutórias de Química no Ensino Superior. A elevada aceitação da atividade pelos estudantes, associada às evidências identificadas na Análise de Conteúdo, indica que a proposta contribuiu para a compreensão de conceitos como molaridade, relação entre massa e quantidade de matéria e diluição, além de promover o reconhecimento de procedimentos laboratoriais, como a identificação de vidrarias, equipamentos de proteção individual e a sequência correta para o preparo de soluções.

As observações realizadas durante a aplicação evidenciaram o engajamento e participação dos estudantes, que discutiram coletivamente os desafios propostos e mobilizaram conhecimentos conceituais, matemáticos e procedimentais para avançar na atividade. A organização da simulação em etapas que reproduzem o processo de preparo de soluções permitiu aproximar os participantes da lógica utilizada em laboratório, favorecendo a articulação entre teoria, cálculos e procedimentos experimentais.

Como contribuição para o ensino de Química, a proposta apresenta uma alternativa didática que pode complementar aulas teóricas e práticas, tornando o estudante protagonista do processo de aprendizagem e favorecendo a construção de conhecimentos de maneira contextualizada e significativa. Estudos futuros poderão ampliar a aplicação da simulação em diferentes cursos e instituições, bem como investigar seus impactos na aprendizagem em longo prazo.



Agradecimentos

Os autores agradecem à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pelo apoio financeiro concedido ao desenvolvimento desta pesquisa.

Referências

BARDIN, L. *Análise de Conteúdo*. São Paulo: Edições 70, 2016.

DETERDING, S.; DIXON, D.; KHALED, R.; NACKE, L. From Game Design Elements to Gamefulness: Defining Gamification. In: **Proceedings of the 15th International Academic MindTrek Conference**. New York: ACM, p. 9–15, 2011.

ELMALI, S.; FREUND, L.; TIEMANN, R. A Systematic Literature Review of Game-Based Approaches in Chemistry Education (2014–2024). **Chemistry Education Research and Practice**, 27(1), 31–44, 2026.

GABEL, D. Improving Teaching and Learning through Chemistry Education Research: A Look to the Future. **Journal of Chemical Education**, 76(4), 548–554, 1999.

HODSON, D. Re-thinking Old Ways: Towards a More Critical Approach to Practical Work in School Science. **Studies in Science Education**, 22(1), 85–142, 1993.

HOFSTEIN, A.; LUNETTA, V. N. The Laboratory in Science Education: Foundations for the Twenty-First Century. **Science Education**, 88(1), 28–54, 2004.

HU, X.; et al. Game-Based Learning Has Good Chemistry with Chemistry Education: A Three-Level Meta-analysis. **Journal of Research in Science Teaching**, 59(8), 1334–1365, 2022.

JOHNSTONE, A. H. Teaching of Chemistry: Logical or Psychological? **Chemistry Education: Research and Practice in Europe**, 1(1), 9–15, 2000.

JOHNSTONE, A. H. Why Is Science Difficult to Learn? Things Are Seldom What They Seem. **Journal of Computer Assisted Learning**, 7(2), 75–83, 1991.

KAPP, K. M. *The Gamification of Learning and Instruction: Game-Based Methods and Strategies for Training and Education*. San Francisco: Pfeiffer, 2012.

SAILER, M.; HOMNER, L. The Gamification of Learning: A Meta-analysis. **Educational Psychology Review**, 32(1), 77–112, 2020.

SCEPANOVIC, S.; ZHANG, K.; TINELLI, M.; MATHEW, A. Gamification in Higher Education: A Systematic Literature Review. **Journal of Computer Assisted Learning**, 39, 2023.

TABER, K. S. Revisiting the Chemistry Triplet: Drawing upon the Nature of Chemical Knowledge and the Psychology of Learning to Inform Chemistry Education. **Chemistry Education Research and Practice**, 14(2), 156–168, 2013.

TURSYNGOZHAYEV, K.; KAVAK, N.; AKHMETOV, N. Enhancing Chemistry Education through a Novel Card Game: Compound Chain. **Journal of Chemical Education**, 101, 1367–1372, 2024.

ZAINUDDIN, Z.; CHU, S. K. W.; SHUJAHAT, M.; PERERA, C. The Impact of Gamification on Learning and Instruction: A Systematic Review of Empirical Evidence. **Educational Research Review**, 30, 2020.