

16º Congresso de Inovação, Ciência e Tecnologia do IFSP - 2025

DESVENDANDO AS LIGAÇÕES COVALENTES ATRAVÉS DO JOGO MOLEKOBAN

ELEN A. FERREIRA DOS SANTOS¹, LUCIMAR A. MOREIRA²

¹ Graduanda em Licenciatura em Química, PIVICT, IFSP, Campus Sertãozinho, amandamariael@gmail.com.

² Profª. Dra. do curso de Licenciatura em Química, IFSP, Campus Sertãozinho, lumoreira@ifsp.edu.br.

Área de conhecimento (Tabela CNPq): 7.08.04.03-6 Tecnologia Educacional

RESUMO: O universo dos jogos sempre exerceu fascínio sobre as pessoas, desde os tradicionais tabuleiros até os modernos jogos digitais. No contexto educacional, entretanto, a oferta de jogos digitais é limitada, uma vez que seu desenvolvimento exige conhecimentos interdisciplinares que poucos dominam. No ensino de Química, o uso de ferramentas digitais tem papel fundamental, pois, além de despertar a curiosidade dos estudantes, contribui para a compreensão de conceitos abstratos. No entanto, uma revisão recente da literatura revela uma escassez de pesquisas voltadas ao uso de jogos digitais no ensino de Química. Diante desse cenário, neste trabalho foi desenvolvido um jogo computacional voltado para o ensino de ligações químicas, com ênfase nas ligações covalentes, utilizando o software PICO-8, baseado na mecânica do jogo *Sokoban*. O jogo foi estruturado em níveis com dificuldade progressiva, visando atender tanto alunos do Ensino Fundamental II quanto do Ensino Médio. Concluída a etapa de desenvolvimento, o jogo foi aplicado em duas escolas estaduais, com o objetivo de avaliar sua efetividade no processo de ensino-aprendizagem e levantar as percepções dos alunos e professores envolvidos sobre o uso dessa ferramenta como recurso pedagógico. Os resultados indicam um elevado nível de satisfação, evidenciando o potencial do jogo como recurso didático.

PALAVRAS-CHAVE: aprendizagem lúdica; ligações covalentes; jogos digitais; ensino de química.

UNVEILING CHEMICAL BONDS THROUGH THE MOLEKOBAN GAME

ABSTRACT: The world of games has always fascinated people, from traditional board games to modern digital games. In the educational context, however, the availability of digital games remains limited, as their development requires interdisciplinary knowledge that few possess. In the teaching of Chemistry, the use of digital tools plays a fundamental role, as it not only stimulates students' curiosity but also aids in the understanding of abstract concepts. Nevertheless, a recent literature review reveals a shortage of studies focused on the use of digital games in Chemistry education. In light of this scenario, this study developed a computer game aimed at teaching chemical bonding, with an emphasis on covalent bonds, using the PICO-8 software and based on the mechanics of the Sokoban game. The game was structured into levels with progressive difficulty, targeting both lower and upper secondary school students. Upon completion of the development phase, the game was implemented in two public schools with the aim of evaluating its effectiveness in the teaching-learning process and gathering the perceptions of students and teachers regarding the use of this tool as a pedagogical resource. The results indicate a high level of satisfaction, highlighting the game's potential as an educational tool.

KEYWORDS: playful learning, covalent bonds, digital games, chemistry education.

INTRODUÇÃO

As ligações químicas são forças que unem átomos, formando a maioria das substâncias presentes no mundo. No ensino médio, as ligações covalentes são ensinadas com base na regra do octeto, embora existam exceções. Apesar da simplicidade aparente, muitos alunos têm dificuldade em compreender e representar as fórmulas estruturais das moléculas, principalmente devido à abstração necessária para entender conceitos microscópicos (Rocha, 2012). Assim, métodos puramente teóricos são pouco eficazes, o que evidencia a necessidade de estratégias alternativas, como o uso de jogos.

Segundo Alves (2015), a gamificação possibilita a aprendizagem por meio dos jogos, pois, embora sejam jogos, seu objetivo principal é educacional, incorporando elementos de entretenimento. Essa estratégia estimula a motivação e o engajamento dos estudantes. Ao ativar conhecimentos prévios e transformar conteúdos teóricos em experiências práticas, essa abordagem pode favorecer a aprendizagem significativa, na qual novos conceitos se integram à estrutura cognitiva existente (Braathen, 2012).

Uma revisão sistemática realizada por Soares (2024) identificou apenas nove artigos, entre 2016 e 2023, sobre o uso de jogos digitais no ensino de Química, sendo apenas um direcionado ao ensino de ligações químicas com foco na educação inclusiva (Silva, 2021). Embora essa iniciativa represente um avanço em inclusão, ela não aborda diretamente as ligações entre átomos.

Diante desse cenário, o objetivo deste trabalho foi desenvolver o jogo digital *Molekoban*, inspirado no clássico *Sokoban*, para o ensino de ligações covalentes, bem como avaliar sua contribuição para a compreensão conceitual e a motivação dos estudantes. Parte-se da hipótese de que sua utilização potencializa a compreensão das ligações covalentes e desperta maior interesse dos alunos pelo conteúdo.

MATERIAL E MÉTODOS

Para a criação do jogo *Molekoban*, foram realizadas três etapas: (1) desenvolvimento do jogo, (2) aplicação em sala de aula e (3) coleta e análise de dados.

1. Criação do jogo

A concepção do jogo *Molekoban* foi desenvolvida a partir de uma abordagem metodológica que integrou o uso de recursos tecnológicos e conceitos da tabela periódica. O processo teve como base o software de desenvolvimento PICO-8, um *fantasy console* que simula as restrições técnicas dos sistemas de 8 bits da década de 1980, como resolução limitada (128×128 pixels) e uma paleta de apenas 16 cores.

A programação foi realizada na linguagem Lua, conhecida por sua leveza e adequação ao desenvolvimento de jogos de pequeno porte. Para a estruturação da mecânica do jogo, utilizou-se como referência o clássico e nostálgico *Sokoban*, adotando-se seu princípio de empurrar blocos como forma de movimentação.

O desenvolvimento do *Molekoban* teve início com a elaboração de esboços em papel das moléculas do jogo. A próxima etapa foi criar um programa no software PICO-8, onde a posição de cada elemento químico na molécula foi cuidadosamente planejada para garantir que os átomos a serem conectados estivessem dispostos de forma correta, sendo isso sinalizado pela cor verde. Espaços, representados por quadrados, foram propositalmente deixados entre os elementos, permitindo que o aluno selecionasse o tipo de ligação (simples, dupla, tripla ou dativa) apropriado para uni-los; quando a escolha estava correta, a cor verde era novamente exibida como indicativo de acerto.

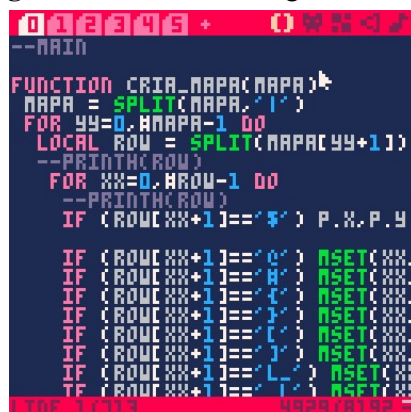
No ambiente PICO-8, a implementação teve início com a criação das funções e variáveis responsáveis pela geração dos átomos, espaços de encaixe e obstáculos nas coordenadas designadas. O sistema de validação das ligações foi representado por cores: verde para combinações corretas e vermelho para incorretas, fornecendo ao jogador um feedback imediato sobre suas ações.

O movimento do personagem foi feito por meio do acionamento das setas direcionais do computador, permitindo mover os elementos até suas posições adequadas. Uma fase era concluída quando todos os elementos estavam devidamente encaixados, momento em que o jogador podia, pressionando o botão correspondente, prosseguir para a fase seguinte ou visualizar a tela de vitória, caso não houvesse fase subsequente.

A tecla “x”, quando acionada por um clique curto, desfaz o último movimento; já quando pressionada por, no mínimo, três segundos, reinicia a fase.

Este programa resultou em um protótipo funcional que combina princípios de química e lógica espacial, utilizando uma linguagem visual e interativa do jogo para reforçar o aprendizado de forma envolvente.

Figura 1 - Editor de Códigos do Pico-8



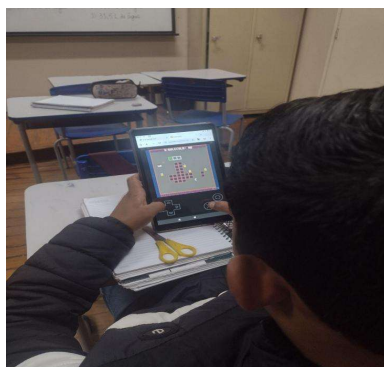
2. Aplicação em sala de aula

O jogo Molekoban foi aplicado em duas escolas da rede estadual da diretoria de ensino de Sertãozinho - SP, para turmas do 2º e 3º anos do ensino médio, sendo elas, E. E. PEI Dr. Antônio Furlan Júnior e E.E. Mauricio Montecchi.

Foi realizada uma breve abordagem teórica dos conceitos fundamentais sobre ligações químicas. Em seguida, foram dadas as instruções sobre a mecânica do jogo, como por exemplo, a utilização do botão “x” para desfazer o movimento, caso o personagem do jogo ficasse preso em um dos obstáculos. Logo após, os alunos deram início ao jogo.

No início da atividade, os estudantes apresentaram certa dificuldade em relação à jogabilidade. Entretanto, à medida que progrediam nas etapas do jogo, demonstraram maior engajamento, recorrendo à mediação apenas quando necessário e colaborando entre si sempre que algum colega enfrentava obstáculos. Apesar das dificuldades iniciais, a maioria dos participantes conseguiu avançar pelas fases de forma autônoma.

Figura 2 - Aluno da E.E. Maurício Montecchi jogando Molekoban.



Fonte: Autores (2025).

Figura 3 - Aplicação do jogo Molekoban na E.E. PEI Dr. Antônio Furlan Júnior.



Fonte: Autores (2025).

3. Coleta e análise de dados

Após o término de todas as fases, os estudantes responderam, de forma anônima, a um questionário composto por 11 questões objetivas — nas quais deveriam indicar se concordavam totalmente, parcialmente ou se discordavam — e uma questão dissertativa, conforme ilustrado a seguir.

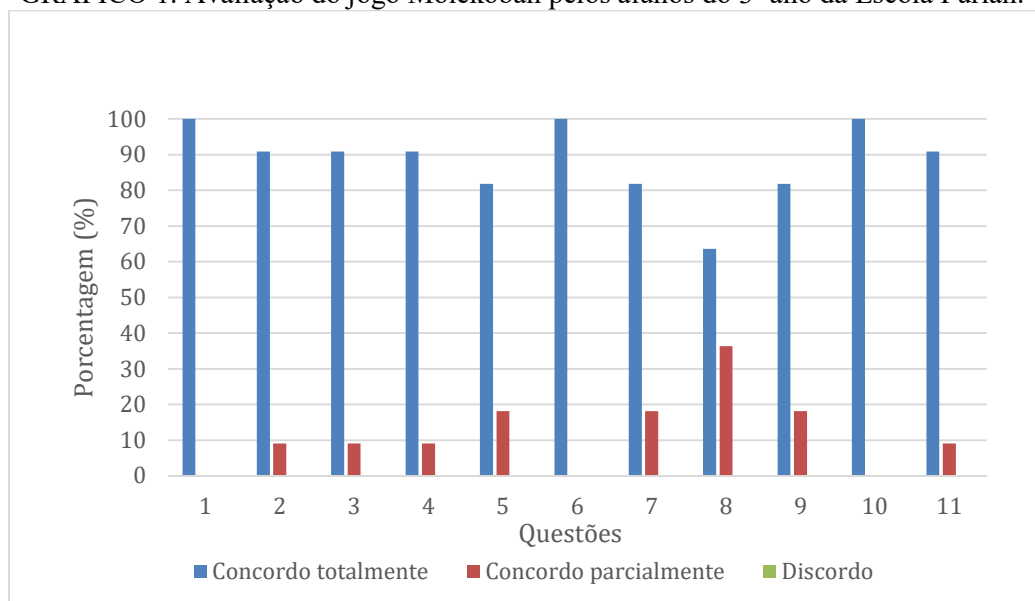
- 1 O visual do jogo é agradável?
- 2 As regras são claras?
- 3 O visual e a jogabilidade do jogo facilitaram a sua compreensão do conteúdo?
- 4 As fases do jogo abordam conteúdos estudados em sala de aula?
- 5 Você concorda com o grau de dificuldade das fases?
- 6 Você conseguiu relacionar o conteúdo do jogo com o que aprendeu em sala de aula?
- 7 O jogo estimulou seu interesse em ligações químicas?
- 8 Você considera que o seu nível de conhecimento sobre ligações químicas melhorou após o jogo?
- 9 Você se sentiu mais motivado a estudar quando soube que participaria de um jogo didático?
- 10 Você gostaria de jogar o jogo novamente?
- 11 Você recomendaria este jogo para seus colegas?
- 12 Qual foi a maior dificuldade que você encontrou durante o jogo? Dê sua sugestão.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

A aplicação do questionário resultou em um total de 52 respostas, sendo 11 provenientes da E.E. PEI Dr. Antônio Furlan Júnior e 41 da E.E. Maurício Montecchi.

Os Gráficos 1, 2 e 3 apresentam os resultados referentes às questões objetivas.

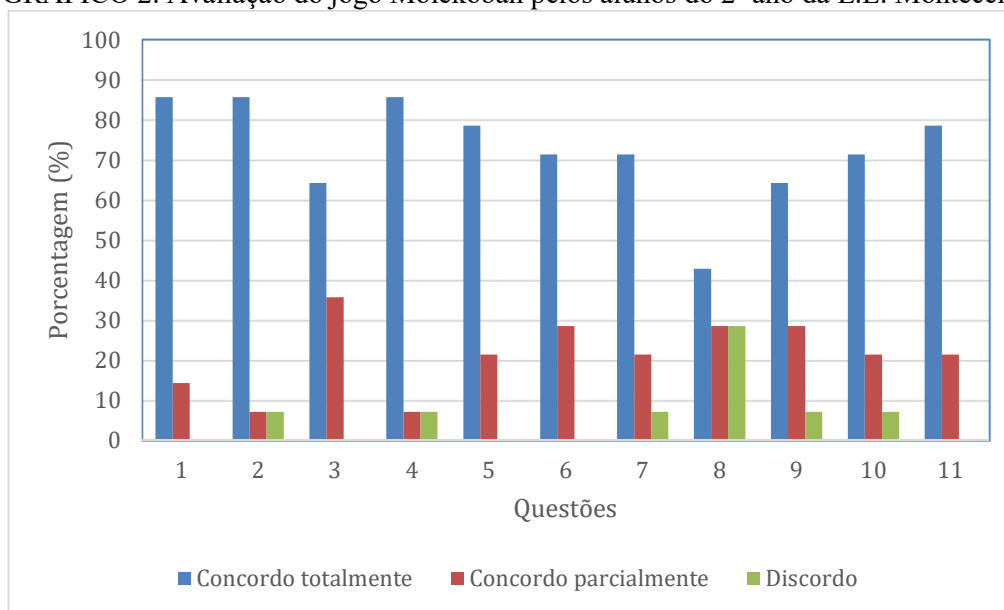
GRÁFICO 1. Avaliação do jogo Molekoban pelos alunos do 3º ano da Escola Furlan.



Fonte: Autores (2025).

Conforme demonstra o Gráfico 1, o nível de satisfação com o jogo foi elevado. Pequenas ocorrências de respostas “concordo parcialmente” indicam que alguns participantes identificaram aspectos passíveis de aprimoramento, possivelmente relacionados à compreensão inicial das regras. Não foram registradas respostas negativas relevantes, evidenciando a forte aprovação e o engajamento dos participantes.

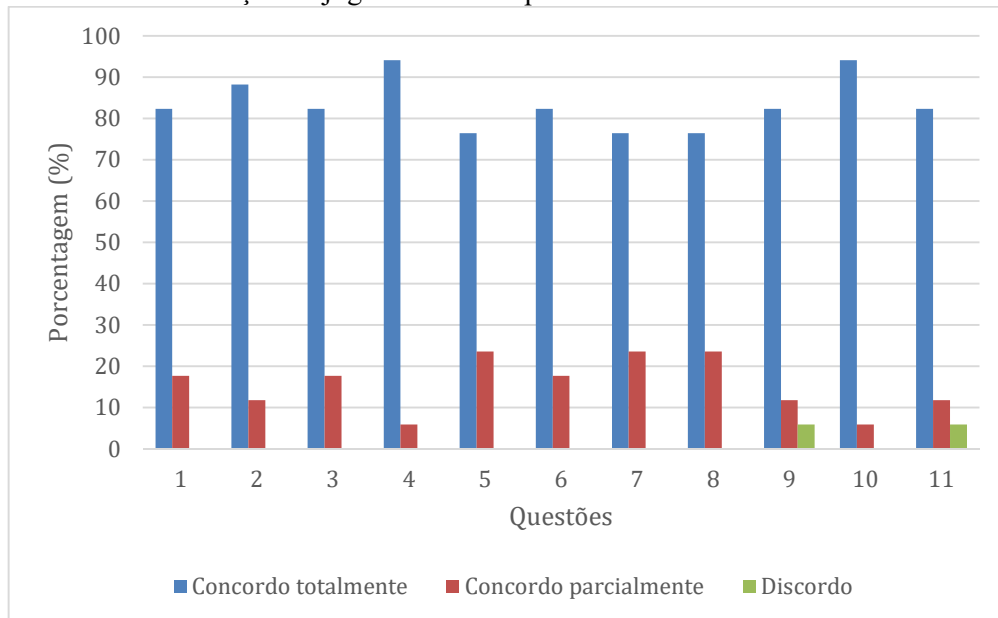
GRÁFICO 2. Avaliação do jogo Molekoban pelos alunos do 2º ano da E.E. Montecchi.



Fonte: Autores (2025).

Com base nos dados, observa-se uma diversidade de respostas, embora a maioria tenha assinalado “Concordo totalmente”. A presença das opções “Concordo parcialmente” e “Não concordo” na questão 8 pode indicar que parte dos alunos enfrentou dificuldades técnicas. Essa variação pode estar relacionada a uma menor familiaridade com os conceitos químicos em comparação com os estudantes do 3º ano.

GRÁFICO 3. Avaliação do jogo Molekoban pelos alunos do 3º ano da E.E. Montecchi.



Fonte: Autores (2025).

A partir dos dados obtidos, observa-se novamente um predomínio absoluto de respostas positivas. Embora a maioria dos alunos tenha reconhecido os aspectos favoráveis do jogo, alguns apontaram a necessidade de ajustes, possivelmente relacionados a dificuldades técnicas iniciais na jogabilidade e à menor familiaridade com jogos digitais. Ainda assim, o Molekoban demonstrou-se altamente eficaz no reforço dos conceitos de ligações químicas de forma interativa e motivadora.

As respostas referentes à questão dissertativa foram compiladas na tabela a seguir:

Categoria	Exemplos de falas dos jogadores	Frequência aproximada
Nenhuma dificuldade	“Nenhuma.” / “Tudo ótimo.” / “Jogo top sem dificuldade.”	Alta (~20)
Dificuldade com controles/jogabilidade	“As teclas do computador.” / “Controle do bonequinho é meio difícil.” / “Responde meio lento.”	Média-alta (~15)
Dificuldade inicial para entender o jogo	“No início foi difícil entender, depois ficou fácil.”	Média (~10)
Desafio estratégico / blocos presos	“Pensar nas estratégias para mover os blocos.” / “Ficar preso e ter que reiniciar.”	Média (~8)
Dificuldade com conteúdo químico	“Saber o grupo de cada elemento.” / “Não sabia muito, mas aprendi.”	Baixa (~5)
Sugestões de melhoria visual ou de conteúdo	“Mais fases.” / “Melhorar mapas ou gráficos.” / “Mais experimentos químicos.”	Baixa (~5)
Elogios gerais sem dificuldade específica	“Jogo muito bom.” / “Está ótimo.” / “Ajuda no aprendizado.”	Alta (~15)
Respostas incoerentes ou vagas	“.” / “Concordo.” / “Rifle de assalto.”	Baixa (~3)

A tabela revela que a maioria dos jogadores não encontrou dificuldades significativas, descrevendo a experiência como fácil e acessível. As principais dificuldades relatadas estão associadas aos controles e à movimentação, incluindo relatos de lentidão nas teclas e confusão ao ficarem presos em paredes. Uma parcela menor dos participantes mencionou dificuldade inicial para compreender o jogo, porém afirmou que a experiência se tornou mais fácil após a familiarização.

Além disso, foram apontadas algumas dificuldades relacionadas ao conteúdo químico, como a memorização dos grupos da tabela periódica. Entre as sugestões de melhoria, destacam-se o interesse por mais fases e pequenas otimizações na jogabilidade.

CONCLUSÕES

A aplicação do jogo **Molekoban** evidenciou que a gamificação pode ser uma estratégia eficaz para despertar o interesse e a participação dos alunos no ensino de Química, especialmente em conteúdos considerados abstratos.

Os dados coletados indicaram que, independentemente da turma ou da escola, a aceitação foi positiva, promovendo engajamento e motivação entre os estudantes.

Além da aprendizagem conceitual, o jogo também favoreceu o desenvolvimento de habilidades socioemocionais, como a cooperação e a resolução conjunta de desafios.

Observou-se ainda que o *Molekoban* contribuiu para a compreensão das ligações covalentes, ao permitir que os alunos relacionassem de forma prática a formação das moléculas e os tipos de ligação entre os elementos, reforçando o aprendizado por meio da interação e da experimentação lúdica.

Os resultados reforçam que a inserção de recursos digitais lúdicos, quando bem planejada, não apenas facilita a compreensão dos conteúdos, mas também contribui para a construção de um ambiente de aprendizagem mais dinâmico, participativo e prazeroso.

REFERÊNCIAS

- ALVES, F. Gamification: como criar experiências de aprendizagem engajadoras. Um guia completo: do conceito à prática. 2. ed. rev. e ampl. São Paulo: DVS Editora, 2015.
- BRAATHEN, P.C. Aprendizagem Mecânica e Aprendizagem Significativa no Processo de Ensino-Aprendizagem de Química. **Revista Eixo**, v. 1, n. 1, p. 74-86, 2012.
- ROCHA, J.R.C. Atividade Lúdica Desenvolvida para Facilitar o Entendimento de como Surgem os Modelos. **HOLOS**, v. 6, p. 249-261, 2012.
- SILVA, C.S., *et al.* Proposta de jogo eletrônico bilíngue (LIBRAS/Português) para ensino de Química. *Revincluso - Revista Inclusão & Sociedade*, 1(1), 68-89, 2021.
- SOARES, J.O.; MUNIZ, E.S.; CRUZ, D.M. Jogos Digitais no Ensino de Química: Uma Revisão Sistemática da Literatura. **Challenges 2024: Espaços e Caminhos OnLife**, Ed. Univ. do Minho, 2024.