



Minerando conhecimento em Kepler: um jogo educativo formalizado que desvenda a mineralogia para estudantes do Ensino Médio

Luisa Natalia Parra Sierra, Henrique Cesar Linhares Almeida e Maria das Graças Cleophas

Este artigo apresenta o jogo *Minerais em Kepler* como proposta de didatização lúdica para o ensino de mineralogia no Ensino Médio. A pesquisa envolveu o desenvolvimento do jogo, sua aplicação com estudantes e a análise pedagógica por meio de Teste de Associação Livre de Palavras, questionário semiestruturado e análise FOFA (Forças, Oportunidades, Fraquezas e Ameaças) com professores. Os resultados indicaram elevado engajamento dos estudantes e avaliação positiva da atividade. Entretanto, evidenciaram conhecimentos prévios limitados sobre mineralogia, predominantemente associados ao cotidiano. A análise FOFA destacou como forças a qualidade conceitual e o potencial interdisciplinar do jogo, enquanto as principais limitações envolveram a complexidade das regras e o tempo necessário para sua aplicação.

► análise FOFA, lúdico, ensino de química, didatização lúdica ◀

Recebido em 04/09/2025; aceito em 30/03/2026

Explorando novos horizontes: a jornada de Kepler na educação química

Com o intuito de despertar maior interesse dos alunos pela ciência Química, muitos professores têm recorrido a diferentes abordagens metodológicas que consideram aspectos emocionais envolvidos no processo de aprendizagem. Dentre essas abordagens, se destaca a Didatização Lúdica, conforme discutido por Cleophas e Soares (2018), que propõem o uso intencional de elementos lúdicos como estratégia didática. Dentro do amplo espectro da ludicidade, os jogos ocupam lugar privilegiado e figuram, historicamente, como uma das formas mais recorrentes de expressão cultural e educacional (Spanos, 2021). Nesse cenário, e respaldados pelas evidências já consolidadas na literatura atual, os jogos têm emergido como foco de interesse crescente nas pesquisas científicas, sobretudo por seu potencial de enriquecer os processos de ensino ao auxiliar os estudantes na revisão e consolidação de diversos conteúdos da Química (Farmer e Schuman, 2016; Tsai *et al.*, 2020; Silva Júnior *et al.*, 2021; Molvinger *et al.*, 2021).

No desdobramento dessa reflexão na busca por estratégias que tornem o ensino de Química mais dinâmico e relevantemente interessante para os alunos, a abordagem

da mineralogia emerge como uma possibilidade potente no campo do lúdico, ainda que pouco explorada nas práticas pedagógicas convencionais. Vale lembrar que a Mineralogia é um ramo das ciências da Terra que se dedica ao estudo dos minerais a partir de suas propriedades físicas e químicas, se configurando como uma área notavelmente interdisciplinar da Geologia, com conexões diretas com a Química, assumindo relevância fundamental para a compreensão dos processos naturais e para o próprio desenvolvimento humano. Apesar de sua importância, esse conteúdo é frequentemente negligenciado nos currículos escolares. Ressaltamos, entretanto, que seu estudo pode ampliar a compreensão dos estudantes sobre o planeta em que vivem, bem como sobre a origem do solo e da humanidade (Spandler, 2016). Assim, quando inserida no ensino básico, essa temática permite explorar diversas facetas do conhecimento químico, oferecendo possibilidades de articulação entre diferentes níveis de complexidade conceitual e favorecendo a integração entre ciência e sociedade, estando, portanto, alinhada às proposições de Sjöström e Talanquer (2014) para o campo da Educação em Química.

À luz do exposto, o presente artigo visa apresentar possíveis benefícios do uso de um jogo educativo formalizado a partir das percepções de diferentes sujeitos envolvidos no processo educativo. Para tal propósito, (i) elaboramos e

aplicamos o jogo intitulado *Minerais em Kepler* no ensino de Química, com o objetivo de promover o desenvolvimento de habilidades criativas de resolução de problemas relacionadas à temática da Mineralogia; (ii) analisamos o potencial pedagógico do jogo com base nas percepções de um grupo composto por dez estudantes da Educação Básica; (iii) identificamos as Forças, Oportunidades, Fraquezas e Ameaças (FOFA) do jogo para a sala de aula a partir da avaliação de três professores de Química da Educação Básica; e, por fim, (iv) integramos a pesquisa empírica aos fundamentos da Didatização Lúdica (Cleophas e Soares, 2018), buscando incentivar processos criativos de ensino e aprendizagem de conceitos químicos vinculados à Mineralogia.

Didatização Lúdica: uma joia no reino educacional

De acordo com Carin (1997), o ensino de ciências deve ter como objetivo central promover mudanças nas percepções, imagens e conceitos dos alunos, ao mesmo tempo em que deve estimular o desenvolvimento de habilidades voltadas à resolução de problemas. Sob tal ótica, quando vista no contexto da educação química, isso implica não apenas encontrar ou criar novas soluções, mas também aplicar regras e estratégias inovadoras para compreender fenômenos (Mayer e Wittrock, 1996). Mukhopadhyay (2013) destaca que o processo de resolução de problemas favorece o pensamento crítico e criativo, conduzindo à construção de novos conhecimentos científicos e à identificação de relações entre variáveis que permitem analisar de forma mais profunda problemas específicos.

Assim, a proposição de problemas se configura como elemento indissociável do ensino, tal como sua resolução se revela essencial ao processo de aprendizagem. Nesse cenário, a Didatização Lúdica (Cleophas e Soares, 2018) se destaca por possibilitar a aprendizagem de conteúdos complexos por meio de experiências marcadas pela ludicidade, criando uma atmosfera positiva que favorece o raciocínio, a curiosidade e a abertura à experimentação. Além disso, Jiménez-Valverde *et al.* (2025) afirmam que, em se tratando da Química, as atividades lúdicas podem contribuir para o desenvolvimento de competências como pensamento crítico e habilidades de resolução de problemas, sendo essenciais para preparar os alunos para enfrentar os desafios do século XXI.

De acordo com Osborne *et al.* (2003), um ensino de ciências de qualidade precisa se conectar ao cotidiano dos alunos para promover um ambiente de entusiasmo, construção de sentidos, participação ativa e fortalecimento de habilidades socioemocionais. É nesse horizonte que a Didatização Lúdica (Cleophas e Soares, 2018) expande as possibilidades de atuação docente ao integrar abordagens pedagógicas centradas no prazer de aprender e no engajamento crítico dos

estudantes. Tal abordagem contribui para o desenvolvimento de competências essenciais e requeridas neste século, tais como o pensamento crítico, a criatividade, a colaboração, a comunicação, a cidadania/cultura e caráter/compaixão, conforme discutido por Cleophas e Bedin (2023), Rizki *et al.* (2022) e Partono *et al.* (2022).

Além disso, Nogueira *et al.* (2023) destacam que as atividades lúdicas devem ser cuidadosamente planejadas, com uma intencionalidade pedagógica bem definida, a fim de equilibrar suas dimensões recreativa e educativa sem comprometer os objetivos de aprendizagem. Quando bem estruturadas, essas atividades funcionam como estratégias motivadoras, capazes de captar e sustentar a atenção dos estudantes, favorecendo uma aprendizagem mais efetiva (Tarrés e Cullell, 2021). Outrossim, contribuem para a redução da carga cognitiva, melhorando a memória de trabalho (Benarroch, 2000), ao mesmo tempo em que promovem experiências escolares mais prazerosas e engajadoras. Com efeito, esses momentos de humor e envolvimento têm se mostrado benéficos não apenas para o desempenho acadêmico do aluno, mas também para o bem-estar emocional e a saúde mental dos alunos (Lubbers *et al.*, 2023).

Apresentando o planeta: o jogo *Minerais em Kepler*¹

Nesta seção, apresentamos os principais elementos que compõem o jogo educativo formalizado do tipo didático *Minerais em Kepler*. Para isso, são descritos a ideiação, os objetivos, as regras e a narrativa do jogo, bem como aspectos visuais, os tipos de *cards*, o manual de instruções e as características físicas do material desenvolvido.

Ideação do jogo *Minerais em Kepler*

Durante a fase de planejamento, foram definidas quatro variáveis fundamentais para a construção do jogo didático: o tipo de jogo, o nível educativo, o tema a ser desenvolvido e os

objetivos de aprendizagem a serem alcançados. Para tanto, optamos por desenvolver um jogo de tabuleiro, considerando sua potencialidade pedagógica já evidenciada na literatura. De acordo com Chen *et al.* (2021), jogos de tabuleiro criam um ambiente propício à aprendizagem ativa, incentivando a participação dos estudantes e promovendo interações face a face

que favorecem a construção do conhecimento e a resolução de problemas. Além disso, esse tipo de jogo demanda interação presencial entre os participantes, o que estimula habilidades socioemocionais e cognitivas importantes, como a concentração, a organização do pensamento, o respeito ao tempo do outro e a observância das regras previamente estabelecidas.

De acordo com a taxonomia de jogos educacionais proposta por Cleophas *et al.* (2018), o jogo desenvolvido se enquadra na categoria de jogo educativo formalizado do

[...] Jiménez-Valverde *et al.* (2025) afirmam que, em se tratando da Química, as atividades lúdicas podem contribuir para o desenvolvimento de competências como pensamento crítico e habilidades de resolução de problemas, sendo essenciais para preparar os alunos para enfrentar os desafios do século XXI.

tipo didático, pois possui intencionalidade pedagógica claramente definida ao articular a ludicidade com o conteúdo curricular. Nesses termos, a concepção do jogo partiu da adaptação de dois jogos previamente existentes: o jogo de tabuleiro *Mission: Red Planet* e os *cards* do jogo didático *Mineral Supertrumps* (Spandler, 2016). No entanto, a proposta foi amplamente modificada, tanto em seu propósito quanto em seu desenho instrucional, resultando em um novo produto com identidade própria e foco educacional definidos. Ademais, o jogo foi projetado para ser flexível, podendo ser utilizado em diferentes níveis de ensino, ou seja, do Ensino Médio ao Ensino Superior, a depender, claro, das adaptações realizadas pelo professor mediador, conforme os objetivos de aprendizagem e a complexidade exigida. O tema central escolhido foi *Minerais*, por sua relevância interdisciplinar e pela presença significativa desses materiais e seus derivados químicos na vida cotidiana, sendo fundamentais para o desenvolvimento e a sobrevivência humana.

Objetivo, regras e a narrativa do jogo

O objetivo específico da elaboração do jogo *Minerais em Kepler* foi proporcionar uma experiência manualizada para uso no ensino de Química, podendo funcionar tanto como método básico de estudo de Química, quanto como material didático complementar para uso na avaliação ou reforço dos conteúdos (Tsai et al., 2020) relacionados à Mineralogia. Cabe mencionar que as regras do jogo, bem como todos os seus componentes, se encontram organizadas em uma pasta no *Google Drive*, com acesso aberto para consulta e possível replicação do material a partir da sua impressão gráfica. No que se refere às regras, elas foram estruturadas para contemplar tanto o método de natureza prospectiva (ligado à ação e à tomada de decisão durante o jogo), quanto retrospectiva (voltado à reflexão pós-jogo), com o intuito de favorecer o engajamento dos estudantes e estimular o pensamento crítico e analítico. O jogo foi planejado para ser aplicado em sala de aula em equipes, compostas por três a quatro estudantes cada; no entanto, esse número pode ser adaptado de acordo com o tamanho da turma. A seguir, na Figura 1, apresentamos a narrativa elaborada que contextualiza o universo imersivo do jogo proposto.

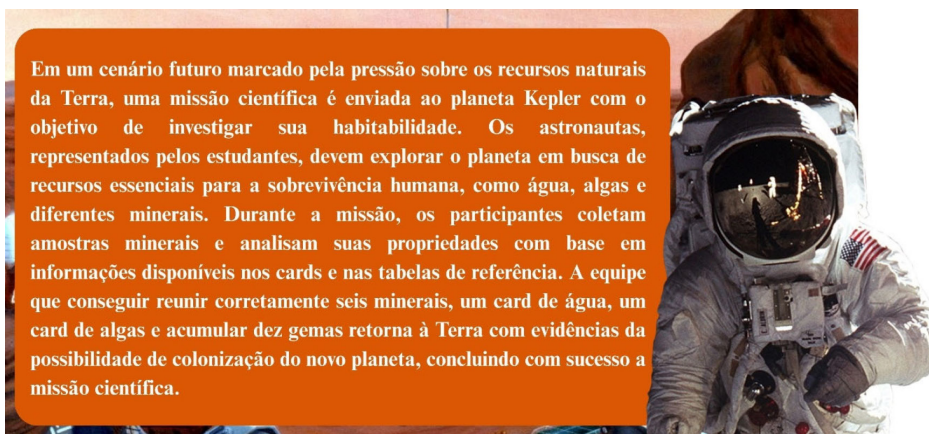


Figura 1. Narrativa do jogo. Fonte: Elaborado pelos(as) autores(as) com base em Parra Sierra (2022).

Produção visual do jogo, seus cards e manual

O tabuleiro do jogo foi desenvolvido por meio do aplicativo online *Adobe Express*. Os *cards* foram produzidos utilizando a plataforma *Canva*, com o apoio de imagens e fotografias obtidas sob licenças livres do tipo *Creative Commons*. Para assegurar a confiabilidade das informações contidas nos materiais, especialmente nos *cards* minerais, foram consultadas diversas fontes digitais, com destaque para o site do *Museu de Minerais, Minérios e Rochas Heinz Ebert* (MHE, 2022). Cada *card* foi planejado com uma função específica para uso na dinâmica do jogo, sendo organizados em categorias distintas, como *cards* minerais e *cards* surpresa. A seguir, são descritas as características de cada tipo de *card*, suas relações com os objetivos de aprendizagem e sua importância no contexto pedagógico do jogo.

- **Cards minerais:** Foram elaborados 30 *cards* dedicados aos minerais, cada um apresentando informações essenciais sobre suas propriedades físicas e químicas, bem como sua relevância, aplicações tecnológicas e usos na vida cotidiana. Esses *cards* visam promover o reconhecimento da presença dos minerais na sociedade contemporânea e incentivar a articulação entre os conteúdos de Química, Geologia e sustentabilidade. As principais características dos *cards* minerais são exemplificadas na Figura 2.

- **Cards surpresa:** Foram desenvolvidos 9 *cards* surpresa com o objetivo de introduzir elementos imprevisíveis à dinâmica do jogo, ampliando o desafio e a competitividade entre os participantes. Esses *cards* simulam eventos inesperados no planeta Kepler, como desastres naturais, presença de gelo, ou a possibilidade de recarregar o contêiner de oxigênio (recursos essenciais para a sobrevivência no jogo). As consequências dos *cards* surpresa podem incluir perda ou ganho de gemas, descarte de minerais, perda de turno ou retorno à posição inicial. Também é possível encontrar elementos favoráveis, como água ou algas, fundamentais para a subsistência humana no enredo do jogo. A Figura 3 ilustra as principais características visuais e funcionais desses *cards*.

Na sequência são apresentados os materiais de apoio, manual de regras e tabelas de classificação dos minerais.

- **Tabela de Referência:** Elaborada com o auxílio do aplicativo *Excel* e da plataforma *Canva*, sua função é definir



Figura 2. Card mineral: Ouro. Fonte: Elaborada pela autora 1.


o conteúdo de cada célula do tabuleiro do planeta Kepler. Ela especifica os elementos que podem ser encontrados pelos jogadores durante a exploração, funcionando como base para a lógica do jogo e como suporte para a mediação docente.

- **Missão do Astronauta:** A folha de respostas intitulada “Astronauta cumpre a missão” pode ser adaptada conforme os objetivos pedagógicos e o conteúdo explorado em aula. Nela, os estudantes registram as características dos minerais encontrados, bem como os elementos essenciais coletados, como água, algas e gemas (pontos). Esse instrumento também serve como instrumento avaliativo, possibilitando ao professor observar o percurso dos alunos durante o jogo. A Figura 4 apresenta os detalhes visuais e funcionais dessa folha.


- **Manual de Regras:** O manual reúne os principais elementos necessários para a execução do jogo, incluindo as regras, os objetivos pedagógicos, a tabela periódica e as tabelas de classificação dos minerais. Seu propósito é fornecer suporte aos jogadores durante a realização da missão, permitindo que consultem as propriedades físicas e químicas de diversos minerais ao longo da atividade. Além de orientar a dinâmica do jogo, o manual também contribui para a consolidação dos conteúdos de mineralogia em sala de aula. A Figura 5 reproduz uma das páginas da tabela de classificação dos minerais.



Figura 3. Exemplos de cards surpresa. Fonte: Elaborada pela autora 1.



MINERAIS EM KEPLER
Missão: Em busca de um novo lar



ASTRONAUTA CUMPRE A MISSÃO!

Nome de cada astronauta: _____

Devido ao rápido desenvolvimento tecnológico, ao crescimento da população humana, além das práticas erradas dos seres humanos no sentido meio ambiental, foi verificado que a terra não será mais sustentável, e devido a isto, selecionamos a sua equipe de astronautas para que procurem em um novo planeta diferentes itens, sendo: (água, algas marinhas, 10 gemas e 6 minerais) para assim conferir a capacidade de habitabilidade do novo planeta.

1 Por favor preencha as tabelas com as informações solicitadas, analisando corretamente os dados obtidos. Ao cumprir a missão e juntar todos os itens necessários a equipe deverá anunciar: **SIM É POSSÍVEL!**

Formula química	2 usos importantes para o novo planeta	Dureza	Cor do mineral achado	Possível hábito do mineral achado	NOME DO MINERAL

Marque com um X no quadro correspondente quando junte todos os itens solicitados

Junte 1 CARD ALGAS MARINHAS	Junte 1 CARD ÁGUA	Junte 10 gemas

Figura 4. Modelo de folha de respostas - missão dos participantes. Fonte: Elaborada pela autora 1.

Características físicas do jogo

O jogo foi originalmente impresso em gráfica, como ilustrado na Figura 6. Contudo, ele foi projetado de forma a permitir sua replicação por professores interessados em aplicá-lo em sala de aula. Para isso, recomendamos o seguinte formato de impressão gráfica: o tabuleiro deve ser impresso em folha A3; o manual, a tabela de referência e a folha de respostas, em folhas A4; as *cards* minerais e os *cards* surpresa devem ter dimensões de 8,5 x 5,5 cm cada, organizados em folha A3. Sugerimos ainda que os *cards* sejam impressos em papel fotográfico fosco e plastificados

para maior durabilidade, ou, alternativamente, em papel couchê de boa gramatura.

Lançamento da missão: coordenadas metodológicas

O estudo, estruturado no paradigma da pesquisa qualitativa (Guba e Lincoln, 1994), utilizou uma abordagem interpretativa e métodos qualitativos para explorar as percepções de estudantes do Ensino Médio sobre o jogo *Minerais em Kepler*. Para tanto, adotamos um planejamento intervencionista em sala de aula com dois métodos principais: intervenção e avaliação da intervenção. Assim, a Intervenção Pedagógica (IP), baseada em Damiani et al. (2013), consistiu em procedimentos e práticas pedagógicas desenvolvidas pelo pesquisador, permitindo testar conhecimentos teóricos e exigindo planejamento e criatividade. Ela teve duração de duas aulas de 50 minutos, conforme exibido no Quadro 1.

Participantes e contexto

A pesquisa envolveu 10 estudantes do Ensino Médio (1º e 2º anos) de uma escola pública estadual localizada na região sul do Brasil. A faixa etária dos participantes variou entre 15 e 17 anos, sendo 6 do sexo feminino e 4 do sexo masculino. Foi assegurada a esses participantes a confidencialidade total das informações fornecidas, o anonimato de suas respostas e o rigoroso cumprimento dos preceitos éticos em conformidade com a Resolução n.º 466/2012 do Conselho Nacional de Saúde. Para manter o anonimato nos relatos exemplificados (quando citados), os estudantes serão identificados pelo código “EEM” (Estudante do Ensino Médio), seguido de uma numeração sequencial (EEM1 a EEM10). Além disso, adotamos a técnica de amostragem não probabilística intencional (Flick, 2009); desse modo, os participantes foram selecionados com base em características específicas relevantes aos objetivos do estudo. Contudo, o número reduzido de participantes está relacionado ao caráter

1. ELEMENTOS NATIVOS					
Classe 01: Elementos nativos					
Elementos ou átomos presentes no mineral	Densidade	Sistema Cristalino	Hábito	Cor	Nome do Mineral
Ag	Pesado	Cúbico	Grupos ramificados, arborescentes, reticulados, placas e massas irregulares.	Branco, Branco prata, Preto acinzentado	Prata
C	Leve	Hexagonal	Maciço, foliar, colunar, granular, terroso ou como agregados globulares	Cinza escuro, Preto, Cinza aço	Grafita
Cu	Pesado	Cúbico	Escamas, placas, fios torcidos e massas irregulares são bastante comuns.	Vermelho, Vermelho escuro, Vermelho cobre	Cobre
Pt	Pesado	Cúbico	Granular, com formas de pequenos grãos (pepitas) e escamas	Cinza escuro, Cinza aço, Branco prata	Platina
C	Pesado	Cúbico	Forma cristais normalmente octaédricos, dodecaédricos e mais raramente cúbicos e formas combinadas e/ou modificadas	Laranja, Vermelho, Verde, Marrom, Branco, Amarelo, Azul claro, Incolor, Preto, Rosa, Amarelo claro, Amarelo escuro	Diamante
Au	Pesado	Cúbico	Massas irregulares (pepitas), dendríticas, na forma de retículos, fios, placas, escamas.	Branco, Prata, Amarelo claro, Vermelho cobre, Amarelo ouro.	Ouro
S ou S8	Leve	Ortorrômbico	Granular, maciço, reniforme ou formando estalactites, terroso, pulverulento.	Verde, Marrom, Amarelo limão, Cinza, Preto, Amarelo mel, Amarelo enxofre	Enxofre

Figura 5. Tabela de classificação de minerais - Classe 1. Elementos nativos. Fonte: Elaborada pela autora 1.



Figura 6. Jogo *Minerais em Kepler*. Fonte: Elaborada pela autora 1.

Quadro 1. Os quatro passos da Intervenção Pedagógica.

	PRIMEIRO (20 min)	SEGUNDO (30 min)
6	Apresentação da pesquisa, objetivos e desenvolvimento. Aplicação do questionário TALP, utilizando estímulos indutores: <ul style="list-style-type: none"> • Mineralogia • Minerais • Jogos 	Apresentação da Mineralogia com ênfase na Química. Principais conceitos e importância do tema para a ciência, meio ambiente e sociedade. Esses conteúdos foram abordados de modo expositivo e dialogado, usando uma apresentação em slides com vídeo e imagens.
	TERCEIRO (45 min)	QUARTO (5 min)
	Apresentação do jogo e suas regras. Imersão do jogo através de um vídeo. Aplicação do jogo.	Aplicação do questionário tipo Likert e avaliação do jogo.

Fonte: Elaborado pelos(as) autores(as).

exploratório da intervenção pedagógica, realizada em uma única turma disponível no contexto da escola parceira.

Neste estudo, também investigamos as opiniões de três professores de Química a partir da análise FOFA (Forças, Oportunidades, Fraquezas e Ameaças) sobre o jogo *Minerais em Kepler*. Todos possuíam formação em Licenciatura em Química e experiência mínima de cinco anos no Ensino Médio. O Professor A tinha 8 anos de experiência docente e atuava em escola pública estadual; o Professor B tinha 12 anos de experiência e trabalhava em escola privada; o Professor C tinha 6 anos de experiência e atuava tanto em escola pública quanto privada. Todos os professores testaram o jogo em suas turmas antes de participar das entrevistas. Ademais, a IP descrita foi desenvolvida entre os meses de novembro e dezembro de 2022.

Coleta e análise dos dados

O estudo adotou uma combinação de métodos qualitativos que incluíram notas em um diário de campo para documentar as informações contextuais observadas durante a aplicação do jogo em sala de aula; e um Teste de Associação Livre de

Palavras (TALP), adaptado do estudo de Chagas (2014). O teste consiste numa técnica projetiva utilizada para explorar como os participantes organizam mentalmente determinados conceitos, a partir da evocação espontânea de palavras relacionadas a termos indutores (Bahar e Hansell, 2000). De acordo com os autores supracitados, essa abordagem parte da ideia de que as associações livres funcionam como uma janela para a estrutura cognitiva, e se torna especialmente útil na identificação de representações sociais e na análise das redes conceituais presentes em contextos educacionais (Çetinkaya, 2020).

Na etapa seguinte da pesquisa, foi aplicado um questionário estruturado com o propósito de verificar se os estudantes assimilaram os conceitos científicos que a desenvolvedora do jogo buscou transmitir e se compreenderam os mecanismos operacionais envolvidos na IP. O questionário foi adaptado dos estudos de Stojanovska e Velevska (2018) e López-Fernández e Franco-Mariscal (2019). O instrumento foi composto por diferentes seções, a saber: (1) dez itens do tipo Likert, organizados em uma escala ordinal de quatro pontos sem opção neutra (conforme recomendação de Cleophas

e Cunha, 2020), voltados à avaliação das percepções dos estudantes em relação à atividade com o jogo *Minerais em Kepler*; (2) um item de avaliação global da experiência, no qual os alunos atribuíram uma nota de 1 a 10 de acordo com o nível de satisfação com o uso do jogo; (3) cinco itens sobre as características autopercebidas do jogo em função da sua simplicidade, utilidade, atratividade, interesse e complexidade, com respostas variando de “muito pouco” a “muitíssimo”; e, por fim, (4) uma questão aberta, na qual os participantes puderam registrar livremente suas opiniões sobre os aspectos mais positivos e negativos da experiência vivenciada a partir da participação na IP.

Em complemento, foi realizada uma análise FOFA, a fim de investigar o potencial educativo e formativo do jogo na perspectiva de três professores da Educação Básica que aplicaram o jogo em suas aulas. Essa etapa buscou aprofundar a compreensão sobre as possibilidades e limitações do uso do jogo como ferramenta pedagógica no contexto escolar. Por fim, os dados qualitativos coletados foram sistematizados e analisados por meio das etapas da análise temática, conforme a abordagem proposta por Bazeley e Jackson (2019). Esse processo envolveu: (1) a organização e sistematização dos dados escritos, (2) uma leitura aprofundada com registro de anotações realizadas no diário de campo, e (3) a exploração do material para agrupá-lo em temas abrangentes, capazes de representar os principais achados da pesquisa.

Descobertas minerais: análise das explorações em Kepler

Os dados da pesquisa foram analisados com o propósito de compreender as percepções dos alunos e os impactos da Intervenção Pedagógica (IP) por meio do uso do jogo *Minerais em Kepler*, além da análise opinativa dos professores sobre o referido jogo. Com esse intento, para organizar a análise, os resultados foram sistematizados em três dimensões principais: (a) a caracterização geral da intervenção, considerando a integração entre narrativa, desafios e engajamento, elucidada a partir dos registros em diários de campo e pela folha de respostas utilizada no jogo (Figura 4); (b) as percepções de dez estudantes da Educação Básica sobre a IP por meio do jogo, analisadas em duas etapas: (b.1) pelo Teste de Associação Livre de Palavras (TALP) e (b.2) pelo questionário estruturado; (c) a opinião de professores da Educação Básica sobre o potencial do *Minerais em Kepler* como ferramenta pedagógica, avaliada por meio da análise FOFA. Adicionalmente, os registros em diários de campo também foram utilizados para contextualizar e enriquecer os achados, oferecendo uma compreensão mais ampla das interações, do engajamento e das percepções observadas ao longo da aplicação do jogo em sala de aula.

(a) Da caracterização geral da IP em função dos efeitos do jogo à percepção de aprendizagem dos alunos

Durante a aplicação da IP, foi identificado que sete dos dez estudantes não haviam assistido às aulas introdutórias sobre Mineralogia, o que exigiu uma breve retomada

conceitual antes do início do jogo. Essa lacuna inicial de conhecimento contribuiu para uma postura de dispersão e desinteresse por parte dos alunos em relação ao tema. Apesar disso, foi possível observar uma mudança de comportamento em alguns estudantes, especialmente entre aqueles que inicialmente demonstraram resistência à participação nas aulas. Com efeito, os registros do diário de campo alertaram que o visual atrativo do jogo pode ter contribuído para despertar a curiosidade inicial dos estudantes e, por consequência, para sua adesão à atividade.

O desempenho dos alunos também foi observado nas folhas de resposta “Astronauta cumpre a missão”, as quais evidenciam que, apesar de algumas dificuldades pontuais – como, por exemplo, a classificação de dureza utilizando a Escala de Mohs – os estudantes conseguiram identificar corretamente os minerais com base em suas propriedades e nas fórmulas químicas com ajuda dos materiais de suporte. Esse resultado pode estar relacionado ao aumento progressivo do diálogo e da colaboração entre os membros das equipes ao longo da atividade, favorecendo a formulação conjunta de respostas e a mobilização de conhecimentos prévios, como similarmente apontado por Benedetti Filho *et al.* (2021), que, de modo análogo, utilizaram um jogo envolvendo conceitos de Mineralogia e constataram empiricamente que experiências lúdicas tendem a reduzir o constrangimento inicial dos alunos, promovendo um ambiente mais descontraído que estimula a confiança na exposição de ideias e o exercício da argumentação em grupo.

De acordo com os questionários e os registros transcritos do diário de campo, alguns estudantes descreveram o jogo como “bonito” e “legal”. Embora essas expressões sejam coloquiais, elas podem ser interpretadas como indicadores de atratividade estética e engajamento inicial, elementos associados aos atributos dos jogos educativos descritos na literatura, como estímulos sensoriais, interação com o jogo e motivação para participação (Bedwell *et al.*, 2012). Esses aspectos tendem a favorecer a aproximação inicial do estudante com a atividade lúdica. Por outro lado, a caracterização do jogo pelos estudantes foi considerada “complexa” e isso pode ser compreendido à luz do atributo desafio, entendido como o grau de dificuldade e imprevisibilidade na resolução das tarefas propostas no jogo, componente considerado estruturante em atividades baseadas em jogos para promover envolvimento e resolução de problemas (Bedwell *et al.*, 2012; Rezende e Soares, 2023). Assim, tais qualificações, ainda que informais, podem ser interpretadas como evidências relacionadas a atributos de jogabilidade presentes no jogo educativo.

(b) As percepções dos estudantes sobre a IP

(b1) A partir da análise do Teste de Associação Livre de Palavras (TALP)

O TALP foi aplicado individualmente aos dez participantes, com três termos indutores: “minerais”, “Mineralogia” e “jogos”. Para cada termo, os estudantes deveriam evocar até três palavras ou expressões curtas que lhes viessem

imediatamente à mente, registrando-as em uma folha de papel, sem reflexão prolongada. O tempo máximo para cada termo indutor foi de 30 segundos, em consonância com as recomendações metodológicas de Çetinkaya (2020). Tal restrição de tempo é considerada essencial nesse tipo de técnica, pois favorece a captação de associações espontâneas, reduzindo interferências conscientes e permitindo acessar estruturas cognitivas mais naturais e automáticas. Essa espontaneidade, segundo Bahar e Hansell (2000), é fundamental para revelar como os conceitos estão organizados na mente dos participantes. No entanto, é cabível destacar que o TALP foi aplicado antes da experiência com o jogo; assim, as evocações obtidas refletem predominantemente os conhecimentos prévios dos estudantes. Logo, os resultados do TALP permitem compreender a estrutura conceitual inicial dos participantes acerca da Mineralogia. Essa informação se torna relevante para interpretar a intervenção pedagógica, pois evidencia o ponto de partida cognitivo a partir do qual o jogo foi introduzido. Ao todo, os estudantes evocaram 84 palavras, conforme apresentado na Tabela 1. Esse total de evocações ficou abaixo do esperado, que era de 90 palavras, devido ao fato de alguns alunos não terem preenchido todos os espaços de inclusão de respostas disponibilizados.

Para o termo indutor “minerais”, se destacaram palavras como “água”, “ouro”, “minério” e “caverna”, revelando um predomínio de associações baseadas em experiências cotidianas e conhecimentos informais, o que reforça a perspectiva construtivista de Anderson (1992) sobre a influência das experiências prévias na aprendizagem. Para o termo “Mineralogia”, os mais evocados foram “minérios”, “minerais” e “estudo”, sugerindo uma sobreposição conceitual entre “minerais” e “minérios”, e o reconhecimento inicial da

mineralogia como área de investigação científica. Para o termo “jogos”, as evocações mais frequentes foram “tabuleiro” e “futebol”, além de palavras periféricas como “monopoly”, “esporte” e “minecraft”, indicando uma percepção difusa que pode estar ancorada em referências pessoais. Esse resultado dialoga com Adadan (2014), que observou limitações na construção de estruturas cognitivas em contextos marcados por conhecimento prévio superficial.

Assim, os achados reforçam a análise de Rennar-Potacco et al. (2020), ao evidenciar a necessidade de práticas motivadoras e investigativas para a aprendizagem científica. Nesse sentido, o uso do TALP se mostrou útil para capturar nuances de como os estudantes compreenderam e associaram conceitos relacionados à Mineralogia a partir da influência proporcionada pelo jogo *Minerais em Kepler*, em corroboração com o levantado por Viana e Cleophas (2023) sobre o papel das atividades lúdicas na construção, manutenção e ampliação das redes cognitivas dos alunos.

(b2) A partir da análise do questionário estruturado

A análise da frequência absoluta das respostas envolvendo os dez estudantes do Ensino Médio ao questionário aplicado logo após o jogo (Figura 7) evidencia, em linhas gerais, uma percepção predominantemente positiva à intervenção pedagógica com o jogo *Minerais em Kepler*. Por exemplo, os itens relacionados à sua contribuição para o ensino de conteúdos e promoção da aprendizagem obtiveram ampla concordância. No item 1 (“A atividade com o jogo me ajudou a aprender mais sobre Mineralogia”), todos os dez estudantes marcaram “Concordo” ou “Concordo totalmente”, o que sinaliza que a utilização do jogo no ambiente da sala de aula foi percebida como efetiva ao processo de

Tabela 1. Total de evocações para cada termo indutor.

Grupo/Indutores	Indutor 1 (minerais)	Indutor 2 (Mineralogia)	Indutor 3 (jogos)	Total de evocações por grupo
Ensino Médio (EM)	29	25	30	84

Fonte: Elaborada pelos(as) autores(as).



Figura 7. Gráfico das percepções dos alunos de ensino médio sobre a IP utilizando o jogo *Minerais em Kepler*. Fonte: Dados da pesquisa.

apoio à construção de conhecimento. Além disso, é percebido que o mesmo padrão se repetiu no item 5, o qual associava o uso do jogo à facilitação do aprendizado de conteúdos considerados complexos.

A análise da Figura 7 revela que o jogo *Minerais em Kepler* foi bem recebido pelos estudantes sob diversos aspectos. É possível observar que o item 4 (“O jogo contribuiu para ampliar meus conhecimentos da Mineralogia e sua importância para o desenvolvimento humano”) apresentou predominância de respostas positivas. Esse resultado indica que os estudantes perceberam o jogo como um recurso que favoreceu a compreensão da temática abordada. No entanto, é importante destacar que a escala Likert utilizada nesta etapa capta principalmente percepções dos participantes sobre a experiência, não permitindo afirmar diretamente que ocorreu aprendizagem conceitual ou reflexão aprofundada sobre aplicações da Mineralogia. Assim, os dados obtidos indicam uma avaliação positiva da atividade pelos estudantes, sugerindo potencial pedagógico da proposta, mas não constituem evidência direta de mudança conceitual.

Em relação à clareza e acessibilidade das regras, o item 7 (“As regras do jogo eram simples e fáceis de aprender”) recebeu a totalidade da concordância dos alunos, demonstrando que a estrutura do jogo não representou um obstáculo à participação e ao engajamento. Por outro lado, o item 6 (“Os conteúdos de Mineralogia explorados no jogo são difíceis”) obteve respostas mais ambíguas, logo, a discordância parcial de alguns estudantes pode refletir tanto o grau de complexidade intrínseca da Mineralogia quanto a necessidade de aprofundamento prévio para compreender plenamente os conceitos abordados no jogo. Esse dado sugere que, embora a proposta tenha sido didaticamente eficaz, a natureza técnica do conteúdo ainda representa um desafio para parte da turma. Por fim, o item 9 (“Gostei de resolver os problemas do jogo em colaboração com os meus colegas”) recebeu ampla aprovação, sinalizando que a dimensão coletiva da atividade foi autopercebida como um diferencial positivo, revelando que o caráter colaborativo da proposta favoreceu o diálogo, o apoio mútuo e a construção compartilhada de estratégias para resolução dos desafios do jogo.

Em síntese, o cruzamento dos dados revela que o jogo *Minerais em Kepler* foi avaliado como didaticamente claro,

visualmente acessível e colaborativamente proveitoso, pois, apesar de certa complexidade dos conteúdos, os estudantes demonstraram ganhos cognitivos e interpessoais, reforçando o potencial do jogo como ferramenta pedagógica capaz de integrar intencionalidade educativa, ludicidade e aprendizagem contextualizada.

Dando sequência à análise, a IP mediada com uso do jogo *Minerais em Kepler* foi avaliada de forma positiva e favorável pelos participantes. Assim, numa escala de 1 a 10, a média atribuída ao jogo foi de 9,3 pontos, demonstrando elevada aceitação entre os estudantes. Entretanto, dois dos dez alunos não atribuíram nota. As justificativas fornecidas reforçam tanto o caráter formativo quanto o potencial inerentemente didático-lúdico da atividade: “*porque me ajuda a aprender*” (EMM-3), “*Foi divertido, mas complicado demais*” (EMM-4), “*Bem criativo e divertido*” (EMM-6) e “*O jogo ampliou meus conhecimentos*” (EMM-8). Diante disso, interpretamos que tais comentários ilustram um equilíbrio entre o favorecimento da aprendizagem de conteúdos, estímulo à curiosidade e engajamento afetivo, mesmo diante de eventuais desafios de compreensão conceitual ou interpretativa. Outrossim, a experiência se revelou promissora para fortalecer o interesse e a coletividade sobre a aprendizagem da Mineralogia para alunos do Ensino Médio.

No que se refere à averiguação analítica sobre os cinco itens relacionados para captar as características autopercebidas pelos alunos sobre o jogo em função da sua simplicidade, utilidade, atratividade, interesse e complexidade, constatamos que, dos 10 alunos participantes, oito optaram por responder a esses itens do questionário estruturado. Dentre esses, todos os 8 avaliaram o jogo como muito útil ou muitíssimo útil, o que revela uma percepção positiva quanto ao seu suposto valor didático. Seis alunos consideraram o jogo atraente e interessante, enquanto quatro o classificaram como simples. Em contrapartida, cinco alunos apontaram que o jogo apresentou um nível de complexidade elevado para estudantes do Ensino Médio, o que sugere a presença de desafios cognitivos que podem demandar maior mediação docente ou revisão conceitual prévia. A Figura 8 exhibe tais resultados.

Ao avançar para outra dimensão da análise, os comentários dos estudantes revelam percepções positivas sobre o

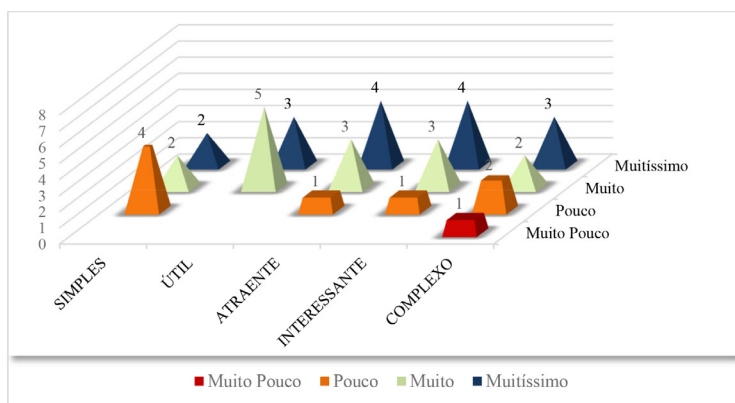


Figura 8. Gráfico dos resultados avaliativos do jogo pelos alunos. Fonte: Dados da pesquisa.

jogo *Minerais em Kepler*. De modo geral, os participantes descreveram a experiência como divertida, prática, relevante e educativa, destacando o jogo como um apoio útil e favorável à aprendizagem. Entre os aspectos mais valorizados, os estudantes ressaltaram a dinâmica em grupo, o trabalho em equipe e a interação entre colegas, como evidenciado em expressões como, por exemplo, “jogar com amigos”, “brincar entre amigos”, “a competição”, “ganhar”, “a compreensão dos jogadores”. Tais apontamentos demonstram que o componente lúdico promoveu engajamento social e afetivo, contribuindo para a construção de um ambiente colaborativo de aprendizagem.

Contudo, também foram identificados aspectos críticos que requerem atenção no aprimoramento do jogo. Comentários como “voltar ao início”, “perder”, “minerais surpresa (*cards* surpresa)”, “as regras” e “escrever e anotar minerais” revelam a percepção de frustração diante de elementos aleatórios, dificuldades com o entendimento das instruções e sobrecarga cognitiva durante as tarefas escritas. Assim, a presença de elementos de sorte e incerteza, característica inerente a jogos, conforme discutido por Kishimoto (2008), também foi percebida como um desafio à fluidez da aprendizagem. Nesse encadeamento, as observações indicam a necessidade de ajustes no desenho instrucional do jogo a fim de equilibrar desafio, clareza e previsibilidade em favor dos objetivos pedagógicos. Tais aprimoramentos podem potencializar a experiência lúdica como apoio à aprendizagem, mantendo o engajamento dos alunos sem comprometer a acessibilidade conceitual e procedimental da atividade.

De forma geral, os resultados da IP com o uso do jogo *Minerais em Kepler* indicam o desenvolvimento de atitudes positivas e possíveis evidências de aprendizagem cognitiva e afetiva, pois competências como colaboração, engajamento e entusiasmo foram observadas, em alinhamento com o já relatado em estudos anteriores (Krohl et al., 2021). O jogo também foi percebido como útil tanto no apoio ao ensino quanto como ferramenta avaliativa e de reforço de conteúdos, em consonância com constatações já relatadas em Cleophas et al. (2018) e Suart e Souza (2018). Entretanto, apesar das limitações, os dados sugerem compreensão dos temas abordados e reforçam os princípios da Didática Lúdica (Cleophas e Soares, 2018), que defende a integração entre ludicidade e intencionalidade didática como promotora de conexões significativas com o conhecimento (Souza e Cleophas, 2022).

Além do exposto, a proposta da IP também revelou um potencial educativo de caráter interdisciplinar, especialmente com as áreas de Química, Geografia e Geologia, dada a diversidade de conteúdos mobilizados. No entanto, é necessário aperfeiçoar aspectos estruturais do jogo e da própria intervenção, tais como a complexidade das tarefas em relação ao nível de escolaridade e a duração da aplicação, que foi de aproximadamente 100 minutos por sessão. Nessa linha argumentativa, concordamos com Knuuttila e Loettgers (2016) que a verdadeira interdisciplinaridade ocorre quando os conceitos e métodos de uma área contribuem efetivamente para resolver problemas e aprofundar teorias de outra. Logo,

ao pensar qualquer tema no contexto escolar, é possível (e desejável) explorá-lo em articulação com outras disciplinas e com situações que envolvam o cotidiano dos estudantes, já que isto tende a potencializar a construção de aprendizagens mais robustas e duradouras.

(c) Opinião de professores da Educação Básica sobre o jogo

Ao avançarmos para outra dimensão da análise, voltada à compreensão do potencial e das possíveis limitações do jogo *Minerais em Kepler* à luz do olhar docente, conduzimos uma investigação qualitativa fundamentada na análise FOFA, seguindo as recomendações de Lyons et al. (2024) e Fernandes e Miranda (2025). Tal abordagem tem se mostrado especialmente valiosa na avaliação crítica de ferramentas pedagógicas inovadoras, pois permite uma apreciação estratégica de seus efeitos e de sua aplicabilidade em contextos escolares reais. Para tanto, participaram dessa etapa três professores de Química com ampla experiência no Ensino Médio, que analisaram o jogo e ofereceram *feedback* verbal detalhado com base em suas percepções e potencial para sua aplicação em sala de aula. A seguir, o Quadro 2 exhibe alguns exemplos de comentários fornecidos pelos professores.

Quadro 2. Exemplos de excertos atribuídos pelos professores

Letra representativa	Dimensão da análise FOFA	Excertos representativos
F	Forças	O jogo é bem elaborado e muito detalhista em relação aos conteúdos sobre Mineralogia.
O	Oportunidades	O jogo é flexível e pode ser usado em qualquer turma do EM.
F	Fraquezas	O jogo é complexo, por isso, é preciso detalhar mais as regras e conteúdos.
A	Ameaças	O jogo é demorado e isso pode atrapalhar o processo de manutenção da atenção.

Fonte: Dados da pesquisa.

A escuta qualificada desses docentes revelou dimensões fundamentais para a compreensão dos efeitos e limitações do jogo. Assim, as quatro dimensões da análise FOFA, descritas no Quadro 2, permitiram não apenas identificar os pontos positivos e negativos da proposta, mas também refletir estrategicamente sobre sua viabilidade pedagógica, suas possibilidades de replicação e os ajustes necessários para ampliar sua efetividade como ferramenta pedagógica. Nesse entendimento, o *feedback* fornecido pelos professores evidenciou como principal força do jogo *Minerais em Kepler* a qualidade de sua elaboração e o rigor conceitual com que aborda os conteúdos de Mineralogia. Tais características foram destacadas como um diferencial relevante, uma vez

que podem contribuir para a consolidação do conhecimento científico sobre o tema de forma precisa e estruturada. Essa observação dialoga com a literatura que ressalta o valor de jogos bem fundamentados, por se constituírem em abordagem que melhora a retenção e compreensão de conceitos complexos (Prince, 2004; Freeman *et al.*, 2014). Além disso, estudos como os de Gee (2003) apontam que jogos educativos, quando bem planejados, também favorecem o desenvolvimento de habilidades cognitivas e sociais, o que amplia ainda mais seu potencial pedagógico.

No que se refere às fraquezas, os docentes destacaram a complexidade do jogo, especialmente no que diz respeito às regras e aos conteúdos abordados. Essa observação reforça a importância de se estabelecer um equilíbrio entre desafio e acessibilidade, a fim de evitar desmotivação e assegurar que os objetivos pedagógicos sejam claramente compreendidos (Gee, 2005; Plass *et al.*, 2015). Paralelamente, como possível ameaça, foi apontada a duração relativamente extensa da atividade, o que pode comprometer a manutenção da atenção dos estudantes ao longo da sessão. Pois, em se tratando do assunto sobre a atenção, Shahmoradi, Mohammadian e Rahmani Katigari (2022) asseveram que ela é uma tarefa mental básica e fundamental que desempenha um papel importante no funcionamento de outras habilidades cerebrais, como inteligência, memória, aprendizagem e percepção. À vista disso, se torna fundamental ajustar a duração da atividade ao perfil da turma, de modo a maximizar seus benefícios educativos.

Ao relacionar os resultados do Teste de Associação Livre de Palavras (TALP) com a análise FOFA realizada pelos professores, observa-se uma convergência interpretativa relevante. Enquanto o TALP revelou uma estrutura conceitual inicial ainda limitada sobre Mineralogia entre os estudantes, a análise FOFA destacou a complexidade conceitual do jogo como uma possível fraqueza da proposta. Essa convergência sugere que a mediação docente se torna um elemento central para equilibrar o nível de desafio conceitual do jogo com os conhecimentos prévios dos estudantes, favorecendo a compreensão dos conteúdos de Mineralogia trabalhados na atividade.

Por último, mas não menos importante, a análise integrada dos dados permite compreender o papel do jogo *Minerais em Kepler* como uma estratégia pedagógica com potencial para apoiar a abordagem de conteúdos de Mineralogia no Ensino Médio, pois o Teste de Associação Livre de Palavras evidenciou que os estudantes apresentavam conhecimentos prévios limitados ou fortemente associados ao cotidiano, indicando a necessidade de estratégias didáticas que favoreçam a aproximação entre conceitos científicos e experiências dos alunos. A análise FOFA realizada pelos professores destacou

No que se refere às fraquezas, os docentes destacaram a complexidade do jogo, especialmente no que diz respeito às regras e aos conteúdos abordados. Essa observação reforça a importância de se estabelecer um equilíbrio entre desafio e acessibilidade, a fim de evitar desmotivação e assegurar que os objetivos pedagógicos sejam claramente compreendidos (Gee, 2005; Plass *et al.*, 2015).

tanto o potencial conceitual do material quanto aspectos relacionados à complexidade das regras e ao tempo de aplicação. Os resultados obtidos por meio da escala Likert indicaram uma percepção positiva dos estudantes quanto à atratividade e ao interesse despertado pela atividade. Todavia, é importante destacar que tais resultados devem ser interpretados como indicadores de engajamento e aceitação da proposta didática, não constituindo evidência direta de aprendizagem conceitual. Nesse sentido, os dados apresentados sugerem que o jogo pode atuar como um recurso pedagógico promissor para o ensino de Mineralogia, especialmente quando mediado pelo professor e articulado a outras estratégias de ensino que aprofundem a discussão conceitual.

Retorno à Terra: reflexões e futuras missões

Este estudo investigou a aplicação do jogo educativo formalizado *Minerais em Kepler* como recurso pedagógico no ensino de Mineralogia para estudantes do Ensino Médio, à luz da proposta da Didatização Lúdica. Os dados analisados evidenciam que o jogo favoreceu o engajamento ativo, a colaboração entre pares e a construção de aprendizagens cognitivas e afetivas, ainda que iniciais. Observamos também

que a combinação entre narrativa, elementos visuais e desafios instrucionais proporcionou uma experiência lúdica capaz de ampliar o interesse dos estudantes e promover conexões efetivas com os conteúdos científicos.

Contudo, a análise também revelou dificuldades importantes que merecem atenção em futuras implementações. A complexidade dos conteúdos, aliada ao nível de abstração exigido pelas tarefas, foi percebida como uma barreira por parte dos participantes, denotando uma menor familiaridade prévia com a temática. Além disso, a duração prolongada da atividade pode comprometer a manutenção da atenção, exigindo um planejamento mais criterioso do tempo disponível em sala de aula. Essas limitações apontam para a necessidade de ajustes no desenho instrucional do jogo, de modo a torná-lo mais acessível e adaptável a diferentes realidades escolares.

Por fim, o estudo apresenta limitações metodológicas, como o número reduzido de participantes e o uso predominante de questionários estruturados, o que pode ter restringido percepções mais profundas. Por essa razão, recomendamos, portanto, que pesquisas futuras adotem abordagens qualitativas mais densas. Ainda assim, os resultados sugerem que o jogo *Minerais em Kepler* tem potencial formativo, interdisciplinar e criativo, desde que aplicado com intencionalidade pedagógica clara, mediação docente qualificada e adaptação ao perfil da turma, sendo útil também em diferentes níveis de ensino.

Nota

¹O jogo completo, incluindo tabuleiro, *cards* e manual, está disponível para *download* em acesso aberto no seguinte endereço: <https://drive.google.com/drive/folders/1SgYHD-QpyEs9revZoMuzUm-Z9v05JAV0i?usp=drive_link>

Agradecimentos

Ao CNPq, processo 310237/2022-0.

Referências

ADADAN, E. Investigating the influence of pre-service chemistry teachers' understanding of the particle nature of matter on their conceptual understanding of solution Chemistry. *Chemistry Education Research and Practice*, v. 15, n. 2, p. 219-238, 2014.

ANDERSON, O. R. Some interrelationships between constructivist models of learning and current neurobiological theory, with implications for science education. *Journal of Research in Science Teaching*, v. 29, n. 10, p. 1037-1058, 1992.

BAHAR, M. e HANSELL, M. H. The relationship between some psychological factors and their effect on the performance of grid questions and word association tests. *Educational Psychology*, v. 20, n. 3, p. 349-364, 2000.

BAZELEY, P. e JACKSON, K. *Qualitative Data Analysis with NVivo*. 2nd ed. London: Sage, 2019.

BEDWELL, W. L.; PAVLAS, D.; HEYNEKAMP, M.; LAVIS, E. A.; e SALAS, E. Toward a taxonomy linking game attributes to learning: an empirical study. *Simulation & Gaming: An Interdisciplinary Journal*, v. 43, n. 6, p. 729-760, 2012.

BENARROCH, B. A. El desarrollo cognoscitivo de los estudiantes en el área de la naturaleza corpuscular de la materia. *Enseñanza de las Ciencias: Revista de Investigación y Experiencias Didácticas*, v. 18, n. 2, p. 235-246, 2000.

BENEDETTI FILHO, E.; CAVAGIS, A. D. M.; SANTOS, K. O. e BENEDETTI, L. P. S. Um jogo de tabuleiro envolvendo conceitos de mineralogia no Ensino de Química. *Química Nova na Escola*, v. 43, n. 2, p. 167-175, 2021.

CARIN, A. *Teaching Science through Discovery*. 8th ed. Ohio: Prentice Hall, 1997.

ÇETINKAYA, M. A Formative Assessment Example: Word Association Test. *International Education Studies*, v. 13, n. 8, p. 103-117, 2020.

CHAGAS, K. *O sensível no trabalho docente: representação social entre docentes do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte*. Tese de Doutorado em Educação, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, 2014.

CHEN, S-Y.; TSAI, J-C.; LIU, S-Y. e CHANG, C-Y. The effect of a scientific board game on improving creative problem solving skills. *Thinking Skills and Creativity*, v. 41, p. 87-101, 2021.

CLEOPHAS, M. G. e BEDIN, E. Professores, vamos escapar da sala? O escape room como ferramenta didática no ensino de química. *Revista Exitus*, v. 13, p. 1-25, e023005, 2023.

CLEOPHAS, M. G. e CUNHA, M. B. Contribuições da fotografia científica observatória (FoCO) para o ensino por investigação. *Revista Brasileira de Ensino de Ciência e*

Tecnologia, v. 13, p. 349-381, 2020.

Luisa Natalia Parra Sierra (luisanpsierra@gmail.com) é licenciada em Química pela Universidade Federal da Integração Latino-Americana (UNILA). **Henrique Cesar Linhares Almeida** (henrique.almeida@unila.edu.br) é bacharel em Tecnologia Ambiental, com Especialização em Metodologia para o Ensino da Química pela Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR), mestre em Ciência do Solo pela Universidade do Estado de Santa Catarina (UESC) e doutor em Química pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS). Atualmente é Docente Efetivo da Universidade Federal da Integração Latino-Americana (UNILA). **Maria das Graças Cleophas** (maria.porto@unila.edu.br) é doutora em Ensino de Ciências (Ensino de Química) pela Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE). Atualmente é Professora Associada da Universidade Federal da Integração Latino-Americana (UNILA).

Tecnologia, v. 13, p. 349-381, 2020.

CLEOPHAS, M. G.; CAVALCANTI, E. e SOARES, M. H. F. B. Afinal de contas, é Jogo Educativo, Didático ou Pedagógico no Ensino de Química/Ciências? Colocando os Pingos nos "Is". In: CLEOPHAS, M. G. e SOARES, M. H. F. B. (Orgs.). *Didatização Lúdica no Ensino de Química/Ciências: teorias da aprendizagem e outras interfaces*. São Paulo: Editora Livraria da Física, p. 33-43, 2018.

CLEOPHAS, M. G. e SOARES, M. H. F. B. S. (Orgs.). *Didatização Lúdica no Ensino de Química/Ciências*. São Paulo: Livraria da Física, 2018.

DAMIANI, M. F.; ROCHEFORT, R. S.; CASTRO, R. F.; DARIZ, M. R. e PINHEIRO, S. S. Discutindo pesquisas do tipo intervenção pedagógica. *Cadernos de Educação*, v. 45, n. 1, p. 57-67, 2013.

FARMER, S. C. e SCHUMAN, M. K. A simple card game to teach synthesis in organic chemistry courses. *Journal of Chemical Education*, v. 93, n. 4, p. 695-698, 2016.

FERNANDES, A. I. e MIRANDA, M. Rethinking science teaching for the 21st century: a SWOT analysis of a multi-strategic model. *Medical Sciences Forum*, v. 37, n. 1, p. 1-5, 2025.

FLICK, U. *Introdução à pesquisa qualitativa*. 3^a ed. Porto Alegre: Artmed, 2009.

FREEMAN, S.; EDDY, S. L.; MCDONOUGH, M.; SMITH, M. K.; OKOROAFOR, N.; JORDT, H. e WENDEROTH, M. P. Active learning increases student performance in science, engineering, and mathematics. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, v. 111, n. 23, p. 8410-8415, 2014.

GEE, J. P. *What Video Games Have to Teach Us about Learning and Literacy*. New York: Palgrave Macmillan, 2003.

GEE, J. P. Learning by design: Good video games as learning machines. *E-Learning and Digital Media*, v. 2, n. 1, p. 5-16, 2005.

GUBA, E. G. e LINCOLN, Y. S. Competing paradigms in qualitative research. In: DENZIN, N. K. e LINCOLN, Y. S. *Handbook of qualitative research*. Thousand Oaks: Sage, p. 105-117, 1994.

JIMÉNEZ-VALVERDE, G.; FABRE-MITJANS, N. e GUIMERÀ-BALLESTA G. Games and Playful Activities to Learn About the Nature of Science. *Encyclopedia*, v. 5, n. 4, p. 1-23, 2025.

KAPP, K. M. *The gamification of learning and instruction: Game-based methods and strategies for training and education*. San Francisco: Pfeiffer, 2012.

KISHIMOTO, T. M. *O jogo e a educação infantil*. São Paulo: Cengage Learning, 2008.

KNUUTTILA, T. e LOETTIGERS, A. Model templates within and between disciplines: from magnets to gases—and socio-

economic systems. *European Journal for Philosophy of Science*, v. 6, p. 377-400, 2016.

KROHL, D. R.; POTRIKUS, B. H. P.; ARAÚJO, K. F.; OLIVEIRA, L. e DUTRA, T. C. Aprendizagem baseada em jogos: reflexões sobre o uso de jogos de tabuleiro durante período de isolamento social na educação matemática. *Revista Eletrônica Debates em Educação Científica e Tecnológica*, v. 11, n. 1, p. 155-180, 2021.

LÓPEZ-FERNÁNDEZ, M. M. e FRANCO-MARISCAL, A. J. Percepciones de estudiantes de secundaria sobre el juego educativo GeneticsHome. *Revista Eletrônica Ludus Scientiae*, v. 3, n. 2, p. 1-11, 2019.

LUBBERS, K.; CADWALLADER, J.; LIN, Q.; CLIFFORD, C. e FRAZIER, L. D. Adult play and playfulness: a qualitative exploration of its meanings and importance. *The Journal of Play in Adulthood*, v. 5, n. 2, p. 1-19, 2023.

LYONS, G.; PADDEU, D.; CRAGG, S. e WALLIS, A. Development and demonstration of a “SWOT in a Box” card game to help socialise Triple Access Planning. *Journal of Transport & Health*, v. 38, p. 1-19, 2024.

MARTINS, D. S.; ALMEIDA JUNIOR, O. A.; MORENO, I. S. e XAVIER, G. Tabuleiro com História: Uma abordagem de aprendizagem baseada em jogos com aprendizagem tangencial. *Anais do XIII Seminário de Jogos Eletrônicos, Educação e Comunicação*, p. 181-189, 2019.

MAYER, R. E. e WITTRICK, M. C. Problem-solving transfer. In: BERLINER, D. C. e CALFEE, R. C. *Handbook of educational psychology*. New York: Macmillan, p. 47-62, 1996.

MHE. Museu de Minerais, Minérios e Rochas Heinz Ebert. Disponível em: <https://museuhe.com.br/minerais>, acesso em jun. 2025.

MOLVINGER, K.; LAUTIER, G. e AYRAL, R.-M. Using games to build and improve 10th grade students’ understanding of the concept of chemical bonding and the representation of molecules. *Journal of Chemical Education*, v. 98, n. 2, p. 319-329, 2021.

MUKHOPADHYAY, R. Problem Solving In Science Learning - Some Important Considerations of a Teacher. *IOSR-Journal of Humanities and Social Science*, v. 8, n. 6, p. 21-25, 2013.

NOGUEIRA, J. S.; SANTOS, W. M. G. e CAVALCANTI, E. L. D. Atitudes e intencionalidades com um jogo educativo formalizado: reflexões sobre a ação de um programa de formação do professor de Química. *Química Nova na Escola*, v. 46, n. 3, p. 1-11, 2023.

OSBORNE, J.; SIMON, S. e COLLINS, S. Attitude towards science: A review of the literature and its implications. *International Journal of Science Education*, v. 25, n. 9, p. 1049-1079, 2003.

PARRA SIERRA, L. N. “Minerais em Kepler” Jogo Didático como Ferramenta no Ensino de Mineralogia: Perspectivas dos Alunos de Ensino Básico e Superior. Trabalho de Conclusão de Curso de Licenciatura em Química, Universidade Federal da Integração Latino Americana, Foz do Iguaçu-PR, 2022.

PARTONO, P.; WARDHANI, H. N.; SETYOWATI, N. I.; TSALITSA, A. e PUTRI, S. N. Strategi meningkatkan kompetensi 4C (critical thinking, creativity, communication, & collaborative). *Jurnal Penelitian Ilmu Pendidikan*, v. 14, n. 1, p. 41-52, 2021.

PEREIRA, C. e REZENDE, D. Representações Sociais da Química: como um grupo de estudantes da educação de jovens e adultos significa o termo “química”? *Química Nova na Escola*, v. 38, n. 4, p. 369-374, 2016.

PLASS, J. L.; HOMER, B. D. e KINZER, C. K. Foundations of game-based learning. *Educational Psychologist*, v. 50, n. 4, p. 258-283, 2015.

PRINCE, M. Does active learning work? A review of the research. *Journal of Engineering Education*, v. 93, n. 3, p. 223-231, 2004.

RENNAR-POTACCO, D.; ORELLANA, A. e RAMIREZ-LEVINE, R. The evolution of a rocks and minerals challenge game design. *International Journal of Designs for Learning*, v. 11, n. 2, p. 27-38, 2020.

REZENDE, F. A. M. e SOARES, M. H. F. B. Articulação teórica entre os atributos do jogo para a aprendizagem e a classificação do jogo em Roger Caillois: possibilidades para o ensino de química. *Ensino & Multidisciplinaridade*, v. 9, n. 1, p. 1-11, 2023.

RIZKI, N.; LAILA, A. R. N.; INGANAH, S. e DARMAYANTI, R. Analysis of mathematic connection ability in mathematics problem solving reviewed from student’s self-confidence. *Seminar Nasional Teknologi Pembelajaran*, v. 2, n. 1, p. 111-126, 2022.

SANTANA, E. M. e REZENDE, D. B. *O Uso de Jogos no ensino e aprendizagem de Química: Uma visão dos alunos do 9º ano do ensino fundamental*. Anais do XIV Encontro Nacional de Ensino de Química, 2008. Disponível em: <http://www.quimica.ufpr.br/eduquim/eneq2008/resumos/R0125-1.pdf>, acesso em abril 2026.

SANTOMÉ, J. T. *Globalização e Interdisciplinaridade: O Currículo Integrado*. Porto Alegre: Artes Médicas, 1998.

SHAHMORADI, L.; MOHAMMADIAN, F.; RAHMANI KATIGARI, M. A Systematic Review on Serious Games in Attention Rehabilitation and Their Effects. *Behavioural Neurology*, v. 2022, 2017975, p. 1-32, 2022.

SILVA JÚNIOR, J. N.; LEITE JUNIOR, A. J. M.; WINUM, J. -Y.; BASSO, A.; SOUSA, U. S.; NASCIMENTO, D. M. e ALVES, S. M. HSG400 – Design, implementation, and evaluation of a hybrid board game for aiding chemistry and chemical engineering students in the review of stereochemistry during and after the COVID-19 pandemic. *Education for Chemical Engineers*, v. 36, p. 90-99, 2021.

SJÖSTRÖM, J. e TALANQUER, V. Humanizing Chemistry Education: From Simple Contextualization to Multifaceted Problemization. *Journal of Chemical Education*, v. 91, n. 8, p. 1125-1131, 2014.

SOARES, M. H. F. B. *Jogos e atividades lúdicas para o ensino de química*. Goiânia: Kelps, 2013.

SOUZA, A. E. e CLEOPHAS, M. G. Proposta de construção do jogo didático domi-DU para o ensino e aprendizagem da química com base no enlace entre os princípios do desenho universal e a didatização lúdica. In: GÓES, A. R. T. e COSTA, P. K. A. (orgs.). *Desenho universal e desenho universal para aprendizagem: fundamentos, práticas e propostas para educação inclusiva*. São Carlos: Pedro & João Editores, p. 54- 71, 2022.

SPANDLER, C. Mineral Supertrumps: A New Card Game to Assist Learning of Mineralogy. *Journal of Geoscience Education*, v. 64, n. 2, p. 108-114, 2016.

SPANOS, A. *Games of History: Games and Gaming as Historical Sources*. Milton Park: Routledge, 2021.

STOJANOVSKA, M. e VELEVSKA, B. Chemistry Games in the Classroom: A Pilot Study. *Journal of Research in Science, Mathematics and Technology Education*, v. 1, n. 2, p. 113-142, 2018.

SUART, R. e SOUZA, J. Jogos didáticos no ensino de química para a promoção de habilidades cognitivas. In: CLEOPHAS, M. G. e SOARES, M. H. F. B. *Didatização lúdica no ensino de ciências: teorias da aprendizagem e outras interfaces*. São Paulo: Editora Livraria da Física, p. 81-100, 2018.

TARRÉS, M. A. e CULLELL, I. F. Playing or learning? Playful learning in teacher's musical training. *Revista Electrónica*, v. 18, p. 83-110, 2021.

TSAI, J.-C.; CHEN, S.-Y.; CHANG, C.-Y. e LIU, S. -Y. Element Enterprise Tycoon: Playing Board Games to Learn Chemistry in Daily Life. *Education Sciences*, v. 10, n. 3, p. 1-11, 2020.

VIANA, L. M. R. e CLEOPHAS, M. G. Explorando os fatores preditivos da afetividade em um Jogo de Realidade Alternativa: o caso 'renegado científico'. *Revista Eletrônica Ludus Scientiae*, v. 7, p. 242-257, 2023.

Abstract: *Mining knowledge in Kepler: a formalized educational game that unveils mineralogy for High School students.* This study presents the game *Minerals in Kepler* as a playful didactic proposal for teaching mineralogy in high school. The research involved the development of the game, its application with students, and pedagogical analysis through a Free Word Association Test, a semi-structured questionnaire, and a SWOT analysis with teachers. The results indicated high student engagement and a positive evaluation of the activity. However, they revealed limited prior knowledge about mineralogy, predominantly associated with everyday life. The SWOT analysis highlighted the conceptual quality and interdisciplinary potential of the game as strengths, while the main limitations involved the complexity of the rules and the time required for its application.

Keywords: SWOT analysis, playful, chemistry teaching, playful didactics