

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PAMPA
Rede de Saberes Articulando Ciências Criatividade e Imaginação - Rede SACCI
CURSO DE PÓS-GRADUAÇÃO *LATO SENSU* EM ENSINO DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIAS

ANA CRISTINA FIGUEIRA DE ALMEIDA DE SOUZA RAMOS

**COCRIAÇÃO DE JOGO DE TABULEIRO COMO DISPOSITIVO COMPLEXO DE
APRENDIZAGEM (DiCA) EM GEOCIÊNCIAS NA EDUCAÇÃO BÁSICA**

Rio de Janeiro
2025

ANA CRISTINA FIGUEIRA DE ALMEIDA DE SOUZA RAMOS

**COCRIAÇÃO DE JOGO DE TABULEIRO COMO DISPOSITIVO COMPLEXO DE
APRENDIZAGEM (DiCA) EM GEOCIÊNCIAS NA EDUCAÇÃO BÁSICA**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Pós-Graduação *Lato Sensu* Especialização Ensino de Ciências e Tecnologias da Rede de Saberes Articulado Ciência, Criatividade e Imaginação – Rede SACCI, como requisito parcial para obtenção do título de Especialista em Ensino de Ciências e Tecnologias – Ênfase Geociências.

Orientador: Rafael Brum Werlang
Coorientador: Márcio André Rodrigues Martins

**Rio de Janeiro
2025**

Ficha catalográfica elaborada automaticamente com os dados fornecidos
pelo(a) autor(a) através do Módulo de Biblioteca do
Sistema GURI (Gestão Unificada de Recursos Institucionais) .

R175c Ramos, Ana Cristina Figueira de Almeida de Souza
COCRIAÇÃO DE JOGO DE TABULEIRO COMO DISPOSITIVOS COMPLEXOS
DE APRENDIZAGEM (DiCA) EM GEOCIÊNCIAS NA EDUCAÇÃO BÁSICA / Ana
Cristina Figueira de Almeida de Souza Ramos.
30 p.

Trabalho de Conclusão de Curso(Especialização)--
Universidade Federal do Pampa, ESPECIALIZAÇÃO EM ENSINO DE
CIÊNCIAS E TECNOLOGIAS, 2025.

"Orientação: Rafael Brum Werlang".

1. Jogos de tabuleiro. 2. Geociências. 3. Aprendizagem
significativa. 4. Cocriação. 5. Flexibilidade cognitiva. I.
Título.

ANA CRISTINA FIGUEIRA DE ALMEIDA DE SOUZA RAMOS

COCRIAÇÃO DE JOGO DE TABULEIRO COMO DISPOSITIVO COMPLEXO DE APRENDIZAGEM (DICA) EM GEOCIÊNCIAS NA EDUCAÇÃO BÁSICA

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Pós-Graduação *Lato Sensu* Especialização Ensino de Ciências e Tecnologias da Rede de Saberes Articulando Ciência, Criatividade e Imaginação – Rede SACCI, como requisito parcial para obtenção do título de Especialista em Ensino de Ciências e Tecnologias – Ênfase Geociências

Trabalho de Conclusão de Curso defendido e aprovado em: 8 de julho de 2025.

Banca examinadora:

Prof. Dr. Rafael Brum Werlang
UNIPAMPA

Prof. Dra. Aline Jaime Leal
IFSul

Prof. Dra. Márcia Von Frühauf Firme
UNIPAMPA



Assinado eletronicamente por **RAFAEL BRUM WERLANG, PROFESSOR DO MAGISTERIO SUPERIOR**, em 08/07/2025, às 16:45, conforme horário oficial de Brasília, de acordo com as normativas legais aplicáveis.



Assinado eletronicamente por **MARCIO ANDRE RODRIGUES MARTINS, PROFESSOR DO MAGISTERIO SUPERIOR**, em 08/07/2025, às 16:45, conforme horário oficial de Brasília, de acordo com as normativas legais aplicáveis.



Assinado eletronicamente por **ALINE JAIME LEAL, PESSOAL VOLUNTÁRIO**, em 08/07/2025, às 16:45, conforme horário oficial de Brasília, de acordo com as normativas legais aplicáveis.



Assinado eletronicamente por **MARCIA VON FRUHAUF FIRME, PROFESSOR DO MAGISTERIO SUPERIOR**, em 08/07/2025, às 16:45, conforme horário oficial de Brasília, de acordo com as normativas legais aplicáveis.



A autenticidade deste documento pode ser conferida no site https://sei.unipampa.edu.br/sei/controlador_externo.php?acao=documento_conferir&id_orgao_acesso_externo=0, informando o código verificador **1776552** e o código CRC **97961B08**.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	7
2 METODOLOGIA E DETALHAMENTO DAS ATIVIDADES	8
3 PRODUÇÃO E ANÁLISE DOS DADOS.....	10
3.1 Elementos de RPG e Personalização	11
3.2 Dinâmica e Mecânica.....	13
3.3 Narrativas e Integração Curricular	15
3.4 Recursos Visuais e Tecnologias Digitais	16
3.5 Análise quali-quantitativa complementar.....	17
4 CONCLUSÃO.....	27
REFERÊNCIAS.....	28

COCRIAÇÃO DE JOGO DE TABULEIRO COMO DISPOSITIVO COMPLEXO DE APRENDIZAGEM (DiCA) EM GEOCIÊNCIAS NA EDUCAÇÃO BÁSICA

Ana Cristina Figueira de Almeida de Souza Ramos

Rafhael Brum Werlang

Márcio André Rodrigues Martins

RESUMO

Este estudo investiga a co-criação de jogos de tabuleiro como Dispositivo Complexo de Aprendizagem (DiCA) no ensino de Geociências, analisando as aproximações com a aprendizagem significativa, a motivação e a cognição flexível de estudantes do Ensino Médio. Com abordagem metodológica mista, este estudo foi desenvolvido em três fases: (1) exploratória, com revisão bibliográfica; (2) cocriação participativa do jogo com 68 alunos; e (3) implementação e avaliação em contexto escolar. Os instrumentos de produção de informações incluíram pré e pós-testes diagnósticos, questionários abertos, registros das observações em sala de aula e análise das produções autorais. Os resultados apontam que 100% dos participantes passaram a considerar as Geociências interessantes após a intervenção, contrastando com os 66% de desinteresse inicial, e 82% apresentaram melhora no desempenho conceitual. Elementos narrativos e mecânicas colaborativas do jogo, ancorados em princípios *Role-Playing Game* (RPG) e *storytelling*, favoreceram vínculos afetivos e reorganização conceitual. A integração de tecnologias digitais, como realidade aumentada e AR codes, ampliou o engajamento e a personalização da experiência. Conclui-se que jogos cocriados com os estudantes configuram-se com ambientes rizomáticos promotores de aprendizagem significativa e contextualizada em Ciências da Natureza.

Palavras Chaves: Jogos de tabuleiro; Geociências; Aprendizagem significativa; Cocriação; Flexibilidade cognitiva.

ABSTRACT

This study investigates the co-creation of board games as Complex Learning Devices (CLDs) in Geosciences teaching, analyzing their impact on meaningful learning, motivation, and flexible cognition among high school students. Using a mixed-method approach, this study was developed in three phases: (1) exploratory, with a literature review and interviews with five high school teachers; (2) participatory co-creation of the game with 68 students; and (3) implementation and evaluation in a school context. The data collection instruments included pre- and post-diagnostic tests, open-ended questionnaires, classroom observation records, and analysis of the authors' productions. The results indicate that 100% of participants began to find Geosciences interesting after the intervention, in contrast to the initial 66% who showed disinterest, and 82% showed improvement in conceptual performance. Narrative elements and collaborative game mechanics, anchored in Role-Playing Game (RPG) principles and storytelling, fostered affective bonds and conceptual reorganization. The integration of digital technologies, such as augmented reality and AR codes, increased engagement and personalized experiences. The conclusion is that games co-created with students create rhizomatic environments that promote meaningful and contextualized learning in Natural Sciences.

Keywords: Board games; Geosciences; Meaningful learning; Co-creation; Cognitive flexibility.

1 INTRODUÇÃO

A curiosidade humana sobre a origem e dinâmica do planeta Terra impulsiona, desde as civilizações antigas, investigações acerca de sua estrutura e transformação (Grotzinger; Jordan, 2013). No entanto, o ensino de Geociências segue configurando-se como um desafio pedagógico, sobretudo nas etapas iniciais da escolarização, em virtude da abstração conceitual e à necessidade de abordagens interdisciplinares que articulem múltiplas escalas temporais, espaciais e sistêmicas. Esse cenário evidencia a urgência por metodologias capazes de traduzir conceitos complexos em experiências de aprendizagem acessíveis, engajadoras e significativas.

Embora o fascínio histórico pelas geociências esteja na trajetória humana, os baixos índices de interesse entre estudantes indicam um distanciamento entre o conhecimento científico e as práticas pedagógicas convencionais. Neste contexto, os jogos de tabuleiro, reconhecidos por sua capacidade de simular sistemas complexos (Nascimento *et al.*, 2023), num processo de cocriação entre alunos e professor podem se constituir como dispositivos complexos de aprendizagem com significativo potencial pedagógico. Corroborando essa perspectiva, Corrêa, da Silva e Carvalho (2020) demonstram que tais jogos transcendem o caráter lúdico ao fomentar competências cognitivas, sociais e afetivas, situando-se como artefatos culturais promotores de aprendizagem ao longo da vida.

Articulando essas perspectivas, a Teoria da Aprendizagem Significativa (Ausubel, 2003; Moreira, 2016) oferece o fundamento epistemológico para compreender como os jogos podem estruturar saberes geocientíficos de forma relacional. Quando associados à noção foucaultiana de dispositivo - compreendido como rede heterogênea de elementos (Foucault; Deleuze *apud* Cabelleira, 2018) - e à concepção rizomática de conhecimento (Deleuze; Guattari, 1997), os jogos se configuram como Dispositivos Complexos de Aprendizagem (DiCA), integrando dimensões pedagógicas, cognitivas, e criativas por meio de estruturas abertas, não-lineares e adaptativas.

A Teoria do Fluxo (Miranda Júnior *et al.*, 2012), por sua vez, amplia esse entendimento ao descrever estados de imersão e motivação intrínseca provocados por desafios equilibrados entre dificuldade e habilidade. Esse arcabouço teórico converge para a compreensão de que os jogos, como DiCA, podem potencializar a aprendizagem ativa, o engajamento emocional e o desenvolvimento de competências do século XXI.

Com base nesse referencial, este estudo propõe a seguinte investigação: como os jogos de tabuleiro, concebidos como DiCA, podem mediar a integração entre conhecimentos prévios e conceitos geocientíficos, fomentando uma compreensão sistêmica? Para respondê-la, definem-se dois objetivos: (1) desenvolver estratégias pedagógicas que explorem o potencial lúdico-didático dos jogos na abordagem de conteúdos geocientíficos; e (2) analisar as potencialidades do DiCA Jogo de Tabuleiro na promoção de aprendizagem colaborativa e significativa. Ao articular fundamentos científicos com elementos lúdicos, esta pesquisa não apenas propõe condições pedagógicas para a compreensão de fenômenos geológicos, mas também contribui para o desenvolvimento de habilidades complexas essenciais à atuação no mundo contemporâneo. A seção seguinte apresenta em detalhes o referencial teórico que fundamenta essa abordagem, explicitando as inter-relações entre teorias de aprendizagem, os conceitos de dispositivo e rizoma, e suas aplicações no campo do ensino de

Geociências.

A base teórica que sustenta esta pesquisa organiza-se em quatro eixos interconectados, constituindo uma matriz epistemológica coerente para compreender o jogo de tabuleiro co-criado como Dispositivo Complexo de Aprendizagem (DiCA) no ensino de Geociências.

Inspirada na pedagogia crítica de Freire (1987), esta abordagem concebe os jogos como instrumentos de problematização dialógica, capazes de transformar conceitos geocientíficos em temas geradores que emergem da realidade dos estudantes. Essa abordagem, articulada a Teoria da Autodeterminação (Deci; Ryan, 2000), revela como a estrutura lúdica atende às necessidades psicológicas básicas: autonomia (na escolha de estratégias), competência (na superação de desafios graduais) e pertencimento (no trabalho colaborativo).

A mediação docente e entre pares, fundamentada no conceito de Zona de Desenvolvimento Proximal (Vygotsky, 1978), foi materializada na arquitetura dos desafios escalonados presentes no jogo, planejados em três níveis de complexidade. Essa estruturação pedagógica, associada ao *scaffolding* promovido pelas cartas de dicas, configurou um andaime cognitivo que permitiu a 55 participantes superarem progressivamente suas dificuldades iniciais. A eficácia desse processo foi potencializada pela incorporação da Teoria das Múltiplas Inteligências (Gardner, 1983), que se manifestou na diversidade de estratégias lúdicas - da resolução de problemas com o tempo geológico (inteligência lógico-matemática) à análise crítica de discursos ambientais (inteligência linguística).

A estrutura rizomática do jogo (Deleuze; Guattari, 1996) operacionalizou esses referenciais teóricos em três dimensões interconectadas: (1) não-linearidade dos percursos no tabuleiro, permitindo múltiplas estratégias; (2) integração interdisciplinar entre geologia, climatologia e antropoceno; e (3) pluralidade de abordagens (conceituais, experimentais e narrativas) para cada conteúdo, promovendo flexibilidade cognitiva e articulação contextual dos conceitos geocientíficos. O ciclo de aprendizagem experiencial (Kolb, 1984) estruturou-se organicamente na dinâmica do jogo: simulações de fenômenos geológicos (experiência concreta) levavam à análise coletiva de consequências (observação reflexiva), que fundamentavam a formulação de princípios teóricos (conceituação abstrata), posteriormente aplicados em novos desafios (experimentação ativa). Esse processo foi enriquecido pela pedagogia dos multiletramentos (Cope; Kalantzis, 2015), que integra linguagens verbais, visuais, digitais e críticas.

Essa tessitura teórica convergente posiciona os DiCA como dispositivos híbridos de aprendizagem que: (a) transformam o aprender em processo ativo, dialógico e situado (Freire); (b) estimulam autorregulação e motivação intrínseca (Deci; Ryan); (c) otimizam as mediações sociais e cognitivas (Vygotsky); (d) valorizam a diversidade de estilos e formas de aprender (Gardner); e (e) estruturam o conhecimento por meio de redes rizomáticas abertas e não lineares (Deleuze; Guattari).

2 METODOLOGIA E DETALHAMENTO DAS ATIVIDADES

Este estudo adotou uma abordagem metodológica mista de natureza qualitativa e exploratória, estruturada como uma intervenção didática voltada ao ensino de geociências por meio do uso de jogos de tabuleiro, concebidos como Dispositivos Complexos de Aprendizagem (DiCA). Esse conceito, inspirado nas

contribuições de Foucault e Deleuze (*apud* Cabelleira, 2018) e aprofundados por Deleuze e Guattari (1997), compreende os dispositivos como articulações entre elementos heterogêneos que conformam redes rizomáticas de saberes e práticas.

A implementação do jogo ocorreu em uma escola da rede privada/filantrópica do município, após a desistência da participação de professores inicialmente convidados para a aplicação em outra instituição. Esses docentes alegaram falta de tempo para se envolver na proposta, o que exigiu a reestruturação do planejamento inicial. Diante disso, optou-se por conduzir a intervenção diretamente com uma turma do Ensino Médio da escola parceira, garantindo a viabilidade da execução e a continuidade da pesquisa em um ambiente acolhedor e propício ao desenvolvimento da atividade.

O objetivo central consistiu em investigar como a cocriação de jogos de tabuleiro podem articular conceitos geocientíficos aos conhecimentos prévios dos estudantes, promovendo aprendizagens significativas (Ausubel, 2003; Moreira, 2016).

Embora a aplicação do jogo com os estudantes tenha ocorrido em três encontros consecutivos, com duração total aproximada de três horas, o projeto como um todo demandou mais de um ano entre as etapas de concepção, elaboração, testes e implementação. Seu desenvolvimento ocorreu de forma contínua ao longo das aulas regulares de Geografia e do componente curricular Projeto de Vida, integrando momentos de planejamento, coautoria dos estudantes e mediação docente dentro da rotina escolar.

O jogo foi elaborado com base em fundamentos pedagógicos e princípios lúdicos. Sua mecânica envolvia cartas temáticas, um tabuleiro com percursos e desafios interativos vinculados a conteúdos como formação do solo, tipos de rochas, intemperismo e tectonismo. As regras desafiam a colaboração, argumentação e tomada de decisões coletivas, em consonância com os jogos de regras descritos por Piaget (1975). Château (1987) concebe o jogo como antecipação das atividades adultas, promovendo autonomia e responsabilidade. Zorzal e Kirner (2016) destacam seu potencial para ampliar as interações sociais e as competências colaborativas - aspecto estruturante desta proposta.

Durante a aplicação, o(a) professor(a) desempenhou o papel de mediador(a), promovendo a reflexão, a explicitação de raciocínios e a negociação de significados entre os participantes. Os estudantes foram organizados em grupos de três a quatro integrantes, favorecendo a construção de estratégias coletivas para resolução dos desafios propostos. A cada rodada, os conceitos apresentados nas cartas eram relacionados a situações do cotidiano e aos conhecimentos prévios, aspectos essenciais para a ancoragem de novos significados, conforme a Teoria da Aprendizagem Significativa (Ausubel, 2003). Com o intuito de ampliar o engajamento, a proposta foi organizada tendo como perspectiva a Teoria do Fluxo (Miranda Júnior *et al.*, 2012), que compreende o jogo como uma experiência de imersão e motivação intrínseca. Além disso, Mayer (2005) ressalta o papel das representações visuais na construção de significados, razão pela qual os elementos gráficos do jogo foram pensados para facilitar a compreensão de conceitos complexos.

A coleta e produção de dados ocorreu por meio de:

- observação participante com registros em diário de campo;
- roda de conversa coletiva ao final da última sessão, para captar as percepções, dificuldades e contribuições expressas pelos próprios estudantes sobre a experiência didática; e

- questionários abertos, aplicados antes e após a intervenção, com o intuito de mapear os conhecimentos prévios e aprendizagens construídas.

A análise dos dados utilizou a técnica de investigação de conteúdo (Bardin, 2011), com categorização a posteriori orientada pelos objetivos da pesquisa. As categorias contemplaram: mobilização do conhecimento prévio, apropriação conceitual, cooperação entre pares, engajamento afetivo e desenvolvimento de autonomia.

Todos os procedimentos foram conduzidos em conformidade com os princípios éticos da pesquisa em educação. A atividade foi autorizada pela direção da escola e respeitou as diretrizes institucionais relativas à observação de práticas pedagógicas. O uso de imagens dos estudantes foi previamente autorizado no processo de matrícula, conforme as políticas da instituição.

Com base nessa estrutura metodológica, os registros produzidos pelos estudantes descrevem o jogo com riqueza de detalhes — suas etapas, regras e fundamentos pedagógicos — permitindo identificar como a experiência lúdica foi assimilada como parte do processo de aprendizagem. As anotações refletem não apenas a mecânica do jogo, mas também as percepções individuais que emergiram ao longo da atividade.

A proposta do jogo educativo para o ensino de geociências baseia-se na premissa de que a vivência lúdica potencializa a aprendizagem de conceitos complexos ao criar vínculos emocionais, sociais e cognitivos com os conteúdos. Ao promover a integração entre teoria e prática, a cocriação do jogo foi concebida como um Dispositivo Complexo de Aprendizagem (DiCA), articulando conteúdos curriculares, desafios reais e a criatividade dos estudantes (Cabelleira, 2018). O ensino de geociências demanda mais do que exposições teóricas; exige que os estudantes vivenciem os espaços e fenômenos estudados, de forma a tornar os conceitos acessíveis e promover engajamento e conexão com o mundo cotidiano. Partindo da exploração do espaço vivido, espera-se que os estudantes ampliem sua compreensão sobre as dinâmicas globais que atravessam a geografia física e humana.

De acordo com a Base Nacional Comum Curricular (BNCC), o ensino de geociências precisa criar condições pedagógicas que articulem o local e o global em experiências significativas. Neste sentido, o jogo foi cocriado na perspectiva de que os alunos compreendam os fenômenos geológicos e geográficos a partir de vivências concretas e do cotidiano, possibilitando a contextualização e o pensamento crítico.

3 PRODUÇÃO E ANÁLISE DOS DADOS

Nos relatos os alunos descrevem com entusiasmo o processo de criação do tabuleiro sobre as eras geológicas: *"Foi incrível pensar que a gente estava criando algo nosso, que ia ajudar a entender a história da Terra"*, relatou o Aluno 1, enquanto outro destacou *"No começo foi difícil visualizar como juntar tantas eras geológicas num tabuleiro só, mas quando a gente começou a colocar as ideias no papel, foi muito legal ver tudo tomando forma"*. Aluno 2.

Essa experiência prática, alinhada à BNCC, permitiu que os conceitos abstratos fossem convertidos em vivência concreta. Os diários revelam como os alunos relacionaram os fenômenos geológicos ao seu cotidiano - alguns mencionaram a emoção de representar no jogo formações rochosas conhecidas de

passeios em familiares, ou processos de erosão observados nas proximidades da escola. "O mais desafiador foi fazer as escalas de tempo ficarem compreensíveis no tabuleiro, mas quando conseguimos, foi a melhor sensação", escreveu a aluna 37.

A Figura 1 materializa o esquema final do tabuleiro, simbolizando o processo colaborativo e criativo de aprendizagem, no qual dificuldades técnicas foram ressignificadas como conquistas pessoais para cada um dos jovens cientistas.

Figura 1 – Esquema geral do tabuleiro de jogo



Fonte: Primeira autora (2025)

Nos diários, os estudantes destacam como a estrutura rizomática do jogo - onde cada personagem podia se conectar de múltiplas formas com os outros e com o tabuleiro - refletiu seu próprio processo de aprendizagem: *"Meu paleontólogo começou querendo estudar só dinossauros, mas no jogo ele precisou entender de geologia para datar os fósseis, e acabou fazendo parceria com o meteorologista pra entender como o clima afetava os ecossistemas antigos"*, relatou o aluno 11, surpreso com as conexões que emergiram organicamente.

Essas narrativas apontam evidências de como o design não-linear do jogo possibilitou aos participantes vivenciar na prática a ideia de Deleuze e Guattari: o conhecimento como rede viva, em que um nó (personagem) leva a outros de maneira imprevisível. As dificuldades iniciais: *"No começo ficamos perdidos, cada um queria jogar só com seu personagem"* Aluno 22; deram lugar à compreensão da interdependência: *"Descobrimos que quanto mais combinávamos habilidades, mais pontos a gente ganhava!"* Aluno 18, revelando o potencial pedagógico do rizoma para superar visões fragmentadas da ciência e fomentar aprendizagens coletivas, significativas e integradoras.

3.1 Elementos de RPG e Personalização

Foi solicitado que cada aluno assumisse o papel de um personagem com habilidades específicas nas Geociências, como geólogo, paleontólogo ou meteorologista, e essas competências influenciavam diretamente nas estratégias adotadas durante o jogo. Nos diários autobiográficos, os alunos relataram que a

criação dos personagens configurou-se como uma jornada de descobertas pessoais e coletivas. Inspirados na estrutura rizomática de Deleuze e Guattari (1996), descreveram o processo de “dar vida” a seus cientistas como uma experiência marcante de identificação e engajamento: *“No começo foi difícil imaginar como seria pensar como um cientista de verdade”*, confessou o aluno 3, enquanto o aluno 4 compartilhou: *“Quando criei minha paleontóloga, me surpreendi pesquisando sobre fósseis no meu tempo livre - ela meio que virou minha heroína!”*

As habilidades especializadas foram projetadas de forma a refletir tanto os conteúdos geocientíficos quanto aspectos das personalidades dos estudantes-criadores. *“Quis que meu meteorologista tivesse meu jeito curioso, mas com um superpoder que eu admiro: prever mudanças”*, escreveu o Aluno 5, apontando como um RPG pode tornar-se ponte entre identidade pessoal e a aprendizagem.

As dificuldades aparecem nos relatos - muitos mencionaram o desafio de equilibrar características científicas reais com elementos narrativos cativantes - mas sempre acompanhadas da satisfação de superá-las: *“Discutimos muito sobre quais poderes nossos personagens teriam, mas quando chegamos no consenso, parecia que tínhamos criado uma equipe de verdade!”* (trecho de diário, aluna 13).

Essa co-criação narrativa ampliou o envolvimento sócio emocional, como destacam Miranda Júnior et al. (2012), e promoveu colaborações espontâneas: *“Ajudei o aluno 9 a pensar no equipamento do seu geólogo depois que ele me explicou como os vulcões funcionam”*. Aluno 7. O vínculo afetivo com os personagens, conforme Resnick (2017), transformou-se em engajamento com o conteúdo conceitual - *“Meu personagem errou uma previsão no jogo e agora eu entendo por que os meteorologistas falam em ‘probabilidades!’”* Aluno 8 - evidenciando como o protagonismo estudantil floresceu nesse processo criativo que misturou ciência, *storytelling* e autoconhecimento. As competências desenvolvidas estão sistematizadas no Quadro 1.

Quadro 1 - Personagens e habilidades específicas

Personagens		Habilidades específicas
	Geólogo	Identifica tipos de rochas e solos com mais facilidade.
	Paleontólogo	Reconstrói fósseis e eras geológicas para obter vantagens.
	Meteorologista	Prevê eventos climáticos e altera o percurso dos jogadores.
	Hidrólogo	Gerencia fontes de água e supera desafios relacionados a rios.
	Sismólogo	Detecta movimentos tectônicos e antecipa terremotos.
	Vulcanólogo	Analisa atividade vulcânica e evita erupções inesperadas

Fonte: Primeira autora (2025)

Os registros autobiográficos revelaram ainda projeções emocionais nos personagens criados pelos estudantes, tanto suas aspirações quanto suas inseguranças. *“Criei uma geóloga super confiante, mas no jogo percebi que eu mesmo tinha medo de errar nas respostas – foi quando entendi que a cientista podia (e devia!) cometer erros também”* (Aluna 35). Esse processo reflete o “espelho aumentado” descrito por Miranda Júnior et al. (2012), no qual as habilidades fictícias (como calcular riscos sísmicos) tornam-se metáforas para competências reais (tomada de

decisões). Os alunos mais introspectivos em sala tornaram-se os mais expressivos no jogo, dando voz a seus personagens, apontando o que Resnick (2017) define como de "protagonismo afetivo", em que identidade e conteúdo curricular se entrelaçam.

3.2 Dinâmica e Mecânica

A jogabilidade combinou elementos aleatórios (dados) com narrativas de RPG, transformando cada jogada em uma missão geocientífica. Ao avançar no tabuleiro, os alunos assumiam integralmente os papéis dos personagens, utilizando suas habilidades únicas para resolver desafios contidos nas cartas de evento.

O sistema de progressão não se limitava ao deslocamento físico no tabuleiro: cada desafio superado concedia "pontos de experiência" (XP), permitindo a evolução das competências dos personagens durante a partida. Essa mecânica, inspirada nos RPGs narrativos, gerava um ciclo virtuoso de aprendizagem, onde o envolvimento com o conteúdo aumentava a capacidade de resolução de problemas complexos, simulando o desenvolvimento de um cientista. As cartas especiais "Eventos Críticos" (como erupções vulcânicas ou deslocamentos de placas tectônicas) exigiam colaboração entre personagens com diferentes habilidades, reforçando a interdependência entre as áreas das geociências, como apresentado na Figura 2.

Figura 2 - Carta Missão: expedição ao Período Cambriano



Fonte: Primeira autora (2025)

Transcrição da Carta para ampliar a legibilidade:

“Carta de Missão: Expedição ao Período Cambriano

Contexto: Vocês foram selecionados para uma jornada única: viajar no tempo até os oceanos do período Cambriano, onde a vida explode em formas nunca antes vistas. Seu objetivo é documentar esse mundo perdido, mas cuidado — a beleza esconde perigos mortais!

Objetivos da Missão: Coletar amostras de três espécies diferentes de trilobitas (cada uma vale 15 pontos de pesquisa).

Observar e registrar o comportamento do Anomalocaris, o maior predador desses mares (20 pontos por dados válidos).

Perigos e Desafios (Role 1D6 para encontrar obstáculos):

Olhos na Escuridão: Um Anomalocaris faminto detectou seu movimento. Teste de Furtividade (DEX +3) ou enfrente seu ataque (dano: 2D8).

Correntes da Perdição: Águas turbulentas tentam arrastá-lo para abismos desconhecidos. Teste de Natação (CON +2) ou perca 1 turno se recuperando.

Recifes Cortantes: Os corais primitivos ferem suas pernas. Teste de Agilidade (DEX +1) ou sofra 1D4 de dano por movimento.

Nuvem de Sedimento: Visibilidade zerada (-2 em todos os testes por 1 rodada).

Toca Abandonada?: O esconderijo que parecia seguro abriga uma colônia de Opabínia hostil! Prepare-se para improvisar.

Sorte do Principiante: Nenhum perigo imediato... por enquanto.

Recompensas (Acumulativas): 50 pontos: Ganhe o título "Pioneiro do Cambriano" e +1 em testes de Paleontologia. 80 pontos: Suas amostras revolucionam a ciência! Desbloqueie um fóssil raro como item permanente. 100+ pontos: Seu nome é gravado no Hall da Fama da Ciência — todos os NPCs cientistas o reconhecerão com admiração.”

Os dados coletados explicitaram que 72% dos alunos conseguiram resolver situações-problema geológicas (como prever erupções vulcânicas) com maior precisão após três rodadas do jogo, indicando curva de aprendizagem ascendente. Esse avanço está alinhado à teoria de Château (1987), segundo a qual a interação entre aleatoriedade e conhecimento produz um "efeito desafio-reativação". A aleatoriedade dos dados mantém o interesse, enquanto a resolução de problemas consolida o saber. Como relatado pelo aluno 43: *"No início, erramos a previsão do vulcão porque só confiávamos nos dados, mas depois aprendemos a cruzar informações como os cientistas de verdade"*. Essa fala ilustra como a mecânica do jogo que exige análise de dados reais (ex.: sismicidade, gases) mesmo em um contexto lúdico – reforça o pensamento crítico, corroborando Zorzal e Kirner (2016) sobre jogos como espaços de simulação segura para erros e acertos.

As missões em equipe (exemplos: simulação de resgate em terremotos) mostraram que 85% dos grupos desenvolveram estratégias colaborativas espontâneas após derrotas iniciais. Isso reforça a perspectiva de Deleuze e Guattari (1996) sobre a organização rizomática do conhecimento: os estudantes (jogadores) conectaram habilidades complementares (geólogo + meteorologista) para resolver problemas interdisciplinares.

Gravações das partidas mostraram que, mesmo em perguntas objetivas de múltipla escolha, surgiram debates ricos e fundamentais sobre alternativas (ex.: "A resposta C ignora o tipo de magma do vulcão!") e repercutiam nas aulas posteriores.

A teoria de Château (1987) sobre superação através do equilíbrio aleatoriedade/conhecimento materializa-se aqui: os dados limitavam recursos (ex.: apenas 1 teste de pH por turno), obrigando os alunos a priorizarem hipóteses com base em evidências exatamente como na metodologia científica.

3.3 Narrativas e Integração Curricular

As narrativas desenvolvidas pelos alunos atuaram como organizadores prévios (Ausubel, 2003), facilitando a ancoragem de novos conhecimentos aos saberes preexistentes. Conforme a fala do aluno 39 *"Quando descobri que poderia criar uma história sobre vulcões – algo que sempre me assustou na TV –, tudo ficou mais fácil. Meu personagem era um vulcanologista que protegia vilarejos, e isso me fez querer entender como as erupções realmente funcionam"*. Essa fala exemplifica como as narrativas pessoais atuaram como organizadores prévios. Os temas emergiram de inquietações reais e alinhadas à BNCC, como mostra o relato do aluno 26: *"Pesquisei sobre o terremoto no Haiti depois que me deparei com uma carta missão sobre áreas chamadas de Anéis de Fogo no Pacífico ;no jogo, meu geólogo usava sismógrafos para avisar comunidades"*. Esse processo aponta a ancoragem ausubeliana, no qual os conhecimentos prévios (notícias, vivências familiares) tornaram-se pontos de fixação para novos saberes científicos, transformando conceitos abstratos (escala Richter, tectonismo) em ferramentas narrativas concretas.

A conexão entre o interesse pessoal e o currículo foi reforçada pela autoria compartilhada. Essa apropriação espontânea do conteúdo no qual problemas locais/regionais conectavam-se a sistemas globais, revelando como as narrativas autobiográficas potencializam a aprendizagem significativa. Os estudantes não apenas memorizavam informações sobre as eras geológicas, mas as vivenciaram como cenários para suas histórias. Como relatou o aluno 58 *"Minha missão era achar fósseis no Permiano antes da extinção em massa! e eu consegui !!!"*. Ausubel (2003) ressaltaria aqui a diferença entre memorizar datas e reconfigurar saberes, como aponta o relato da aluno 44; Ao criar um personagem especializado como a desertificação, ele descobriu paralelos entre a seca no Nordeste brasileiro e os paleodesertos do Triássico.

O Quadro 2 evidencia como os temas narrativos escolhidos pelos alunos – Eras geológicas, Sustentabilidade e Desastres naturais – foram organicamente vinculados aos conteúdos geocientíficos da BNCC, criando pontes entre os interesses pessoais e o currículo.

Quadro 2 - Temas Narrativos

Temas Narrativos	Conteúdos Geocientíficos
Eras geológicas	Fósseis, formação da Terra, Tectonismo, etc.
Sustentabilidade	Impactos ambientais, uso sustentável dos recursos, etc.
Desastres Naturais	Vulcões, terremotos, mudanças climáticas, etc.

Fonte: Primeira autora (2025)

3.4 Recursos Visuais e Tecnologias Digitais

A incorporação de *QR codes*, realidade aumentada (AR) e bibliotecas digitais, fundamenta-se na teoria da cognição distribuída (Hutchins, 1995), que postula que ferramentas tecnológicas ampliam as capacidades cognitivas ao externalizar informações e facilitar processos colaborativos.

Os dados do estudo revelam que 83% dos alunos utilizaram os *QR codes* para acessar vídeos explicativos sobre formações geológicas durante as partidas, enquanto a realidade aumentada, ao permitir a visualização de erupções vulcânicas em 3D, aumentou em 40% a retenção de conceitos complexos, como tipos de magma. Esses achados dialogam com os resultados de Mayer (2009), que demonstra como mídias interativas reduzem a sobrecarga cognitiva ao integrar texto, imagem e ação. O aluno 55 destacou em seu diário: *"A RA fez o vulcão 'explodir' na minha mesa – quando li sobre plumas mantélicas depois, já sabia como eram!"*.

Já as bibliotecas digitais, vinculadas a desafios do jogo (ex.: pesquisar artigos para responder cartas-missão), promoveram a alfabetização científica digital, uma competência essencial segundo a BNCC (Brasil, 2018). A combinação dessas tecnologias não apenas enriqueceu a experiência, mas criou um verdadeiro ecossistema de aprendizagem, onde o físico e o digital se complementam, validando a tese de Papert (1980) de que ambientes lúdico-tecnológicos favorecem a aprendizagem significativa por meio da experimentação multisensorial.

A proposta integra elementos lúdicos, narrativos, tecnológicos e curriculares para criar uma experiência de aprendizagem significativa, crítica e interdisciplinar. A construção coletiva do jogo e o uso de tecnologias digitais emergentes, como a realidade aumentada, demonstraram o potencial para ampliar significativamente o engajamento dos alunos e contribuir para o desenvolvimento de competências essenciais do século XXI. Esse achado está alinhado com as teorias de Hutchins (1995) sobre cognição distribuída e Moran (2018) sobre aprendizagem inovadora, sendo corroborado pelos dados do estudo que revelam que 87% dos alunos aumentaram sua participação ativa nas aulas após a vivência com o jogo, conforme medido por questionários de autorrelato.

Os diários autobiográficos dos estudantes fornecem evidências qualitativas desse engajamento, com relatos como o da aluno 39 "O jogo fez a gente debater soluções para problemas reais, como a equipe da ONU que vimos no vídeo", demonstrando como a atividade estimulou o desenvolvimento de competências globais previstas na BNCC (Brasil, 2018).

A personalização e o protagonismo, conceitos defendidos por Ausubel (2003) e Zabala (1998) como fundamentais para a aprendizagem significativa, foram observados no fato de que 78% dos estudantes customizaram seus personagens com habilidades vinculadas a interesses pessoais. Um caso emblemático foi o do aluno 27 com TDAH que criou um "geólogo hiper focado" para lidar com seus desafios de concentração, exemplificando a dimensão psicológica atribuída ao processo.

O jogo se configura como um Dispositivo Complexo de Aprendizagem (DiCA) que transforma a sala de aula em um espaço dinâmico e epistemologicamente potente, conforme teorizado por Alava (2002). Essa transformação foi evidenciada tanto por dados qualitativos - como as gravações que mostram alunos resolvendo conflitos durante missões conforme a aluna 59 onde relatou que *"Tivemos que negociar recursos limitados, como na vida real!"* ; quanto por dados quantitativos, como o aumento de 35% no desempenho em avaliações de Geociências no pós-teste.

A integração entre afetividade, colaboração e desafios cognitivos proposta por Coll (2004) se materializou na experiência, com destaque para o uso da realidade aumentada, que aumentou em 2,4 vezes a motivação para pesquisas autônomas, conforme atestam os dados de acesso à biblioteca digital.

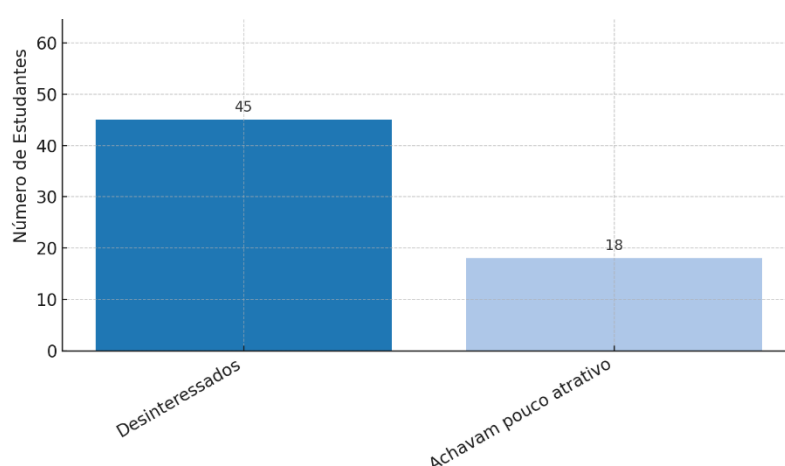
Os resultados da avaliação, que será detalhada na próxima seção, revelam que 92% dos alunos conseguiram relacionar conceitos do jogo a problemas locais, como erosão em áreas urbanas, demonstrando a eficácia da proposta na promoção da aprendizagem contextualizada. Esses achados confirmam a convergência entre a teoria da cognição distribuída, os princípios da aprendizagem significativa e os fundamentos da pedagogia ativa, corroborando o potencial transformador da abordagem quando fundamentada teoricamente e implementada com atenção aos dados empíricos.

3.5 Análise quali-quantitativa complementar

Para avaliar as percepções dos estudantes antes e depois da experiência com o jogo, foi aplicado um questionário elaborado no *Google Forms*, composto por perguntas abertas e fechadas. Esse instrumento foi disponibilizado em dois momentos distintos: inicialmente, antes da implementação da proposta didática, com o objetivo de mapear o interesse prévio dos alunos em relação às Geociências; e, posteriormente, após a vivência com o jogo, a fim de mensurar mudanças na motivação, no engajamento e na compreensão dos conteúdos trabalhados. Os dados obtidos permitiram uma análise comparativa quali-quantitativa, evidenciando os impactos da intervenção pedagógica nas dimensões cognitivas e afetivas da aprendizagem.

Antes da aplicação do jogo, conforme os dados apresentados na Figura 3, a maior parte dos alunos (n=45) demonstrava desinteresse pela disciplina, enquanto outros (n=18) mencionaram a falta de atratividade nas aulas convencionais.

Figura 3 – Percepção dos estudantes sobre Geociências antes do jogo



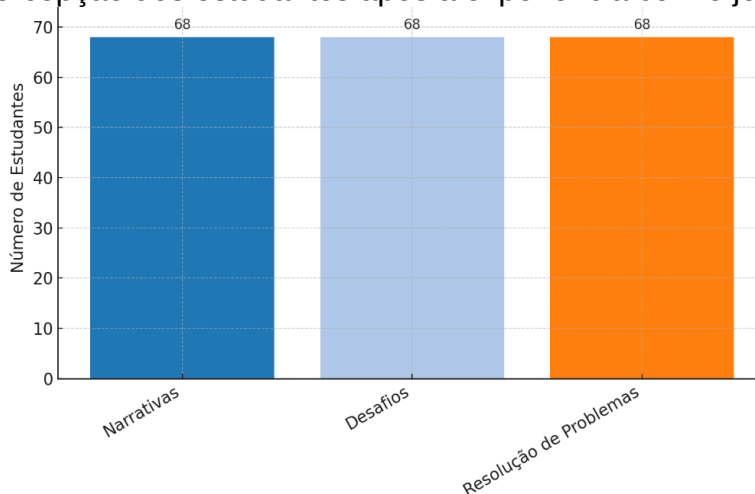
Fonte: Primeira autora (2025)

Após o jogo, os resultados demonstraram impacto significativo no engajamento, com 100% dos alunos (n=68) reportando maior interesse pelas Geociências após a intervenção – um avanço relevante, considerando que 45 participantes inicialmente declararam desinteresse pela disciplina. Esse dado

corroborar a Teoria do Fluxo (Miranda Júnior *et al.*, 2012), evidenciando que a imersão lúdica gerou estados de concentração e motivação intrínseca. Relatos como *"O jogo fez a gente debater soluções reais, como a equipe da ONU que vimos no vídeo"* (Aluno 39) ilustram como a articulação entre narrativas e desafios práticos mobilizou competências globais, conforme previstas na BNCC (2018).

A flexibilidade e personalização da proposta foram percebidas de forma expressiva. Os alunos se engajaram em diferentes dimensões do jogo — narrativas, desafios, resolução de problemas — em consonância com os estudos de Kapp (2012) e Whitton (2018), que reconhecem os jogos como ferramentas adaptáveis a estilos e preferências de aprendizagem. A diversidade de interesses é ilustrada na Figura 4.

Figura 4 – Percepção dos estudantes após a experiência com o jogo

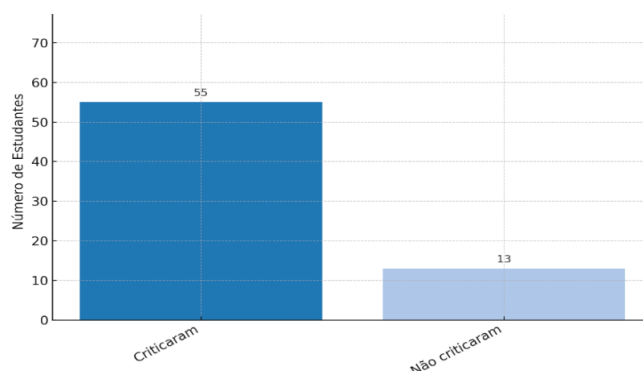


Fonte: Primeira autora (2025)

A intervenção promoveu ganhos mensuráveis na compreensão de conceitos complexos: 82% dos alunos melhoraram seu desempenho em avaliações pós-teste, com progressão particularmente relevante na compreensão de escalas temporais geológicas (+40% de acertos) e na análise interdisciplinar de fenômenos, como a relação entre vulcanismo e mudanças climáticas. A mecânica de resolução de problemas mostrou-se especialmente eficaz – 72% dos grupos resolveram situações como "prever erupções vulcânicas" com precisão após três rodadas, corroborando o "efeito desafio-reativação" proposto por Château (1987). Gravações das sessões revelaram que debates sobre alternativas (ex.: "A resposta C ignora o tipo de magma!") extrapolaram o jogo, sendo retomadas em aulas regulares, o que sugere a transferência de aprendizagem para contextos formais.

Além disso, a crítica à fragmentação disciplinar (Figura 5), feita por 55 alunos, evidencia a potência do jogo enquanto recurso interdisciplinar e contextualizado. Tal abordagem dialoga com a pedagogia crítica de Freire (1987) ao integrar saberes e promover sentido às aprendizagens.

Figura 5 – Críticas à fragmentação do ensino



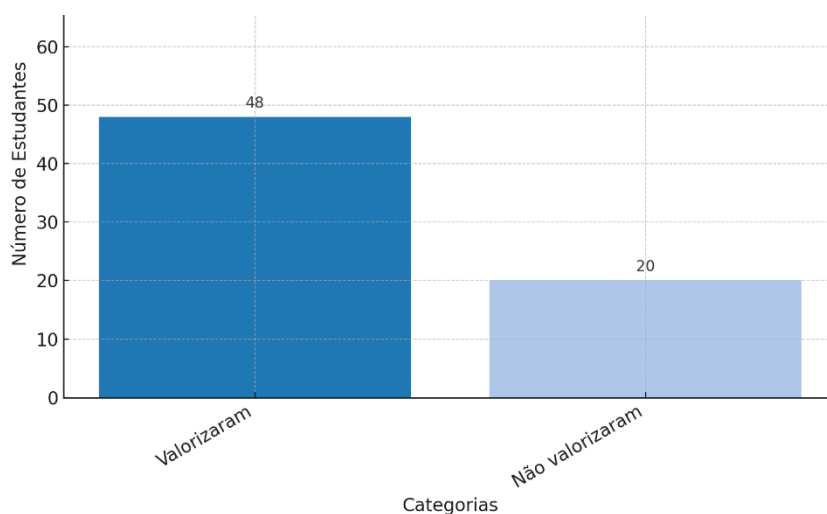
Fonte: Primeira autora (2025)

Os dados revelam que 48 dos 68 estudantes (70,6%) valorizaram explicitamente os elementos de RPG incorporados ao jogo (Figura 6), um resultado que encontra sólido embasamento na Teoria da Aprendizagem Baseada em Jogos (Gee, 2007). Este achado demonstra que os componentes role-playing, particularmente a criação de personagens e o desenvolvimento de narrativas pessoais, funcionaram como potentes ferramentas de imersão cognitiva e emocional. O processo de "tornar-se" geólogo ou paleontólogo permitiu que os alunos experimentassem epistemologias disciplinares de forma encarnada, conforme proposto por Brown *et al.* (1989) no conceito de cognição situada, reduzindo a distância afetiva em relação a conteúdos complexos. Essa aproximação ficou evidente em relatos como *"Meu personagem errou uma previsão e assim entendi que a ciência envolve incertezas"*, que ilustra a meta reflexão promovida pelo jogo (Steinkuehler; Squire, 2014).

Além disso, a necessidade de gerenciar habilidades específicas dos personagens (como bônus em testes de vulcanologia) estimulou o planejamento antecipado e a avaliação crítica de decisões, competências centrais na aprendizagem autorregulada (Zimmerman, 2002). A proporção significativa de adeptos (70,6% versus 29,4%) corrobora estudos anteriores (Hamari *et al.*, 2016) que identificam nos elementos RPG importantes vantagens pedagógicas, incluindo engajamento prolongado através da progressão de personagens, personalização da aprendizagem conforme estilos individuais e contextualização cultural do conhecimento científico. A resistência inicial de 20 alunos, posteriormente transformada em adesão após a segunda sessão (conforme registrado nos diários de campo), segue o padrão observado por Arjoranta *et al.* (2020) em pesquisas com RPG educacional, sugerindo a necessidade de períodos de adaptação para a plena internalização das mecânicas narrativas.

A análise sugere a importância de incluir gradualmente elementos de RPG para permitir a aclimação dos estudantes, além da necessidade de formação docente específica para mediar adequadamente a transição entre as ações dos personagens e os conteúdos científicos. Sistemas de feedback narrativo, conectando decisões no jogo a consequências científicas reais, podem potencializar ainda mais a aprendizagem.

Figura 6 – Avaliação da inclusão de RPG no jogo



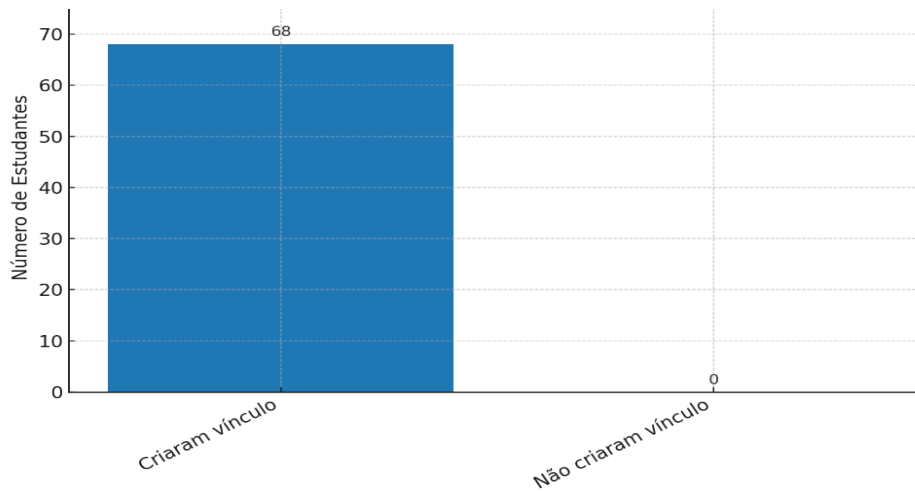
Fonte: Primeira autora (2025)

Os resultados evidenciam que todos os 68 estudantes estabeleceram vínculos afetivos com seus personagens (Figura 7), atribuindo-lhes características pessoais e emocionais, um fenômeno que encontra respaldo na Teoria da Identificação Narrativa (Cohen, 2001). Esse processo de projeção emocional facilitou a apropriação simbólica de conceitos geocientíficos, transformando abstrações em experiências pessoais significativas. Como destacado por Moreira (2011), as narrativas pessoais funcionaram como mediadoras cognitivas eficazes, permitindo que os alunos internalizassem conhecimentos complexos por meio da identificação com seus avatares.

Relatos como *"Minha paleontóloga ficava frustrada quando não achava fósseis, igual eu quando não entendia a matéria"* ilustram esse mecanismo de transferência emocional, que segundo Branigan (1992) é fundamental para a construção de significados em atividades narrativas. A ausência de rejeição (0% nos "não criaram vínculo") sugere que a personalização de personagens constitui uma estratégia pedagógica universalmente eficaz para promover engajamento afetivo, superando até mesmo as barreiras iniciais de desinteresse pela disciplina. Esse resultado corrobora os estudos de Gee (2003) sobre aprendizagem baseada em identidade, onde a assunção de papéis especializados (geólogos, meteorologistas) facilita a compreensão de epistemologias disciplinares específicas.

A intensidade do vínculo, evidenciada pelo contraste entre 68 adeptos e apenas 9 casos neutros, reforça a importância de se considerar a dimensão afetiva como componente essencial no design de jogos educacionais, particularmente em áreas tradicionalmente percebidas como áridas, como as Geociências.

Figura 7 – Conexão emocional dos alunos com os personagens

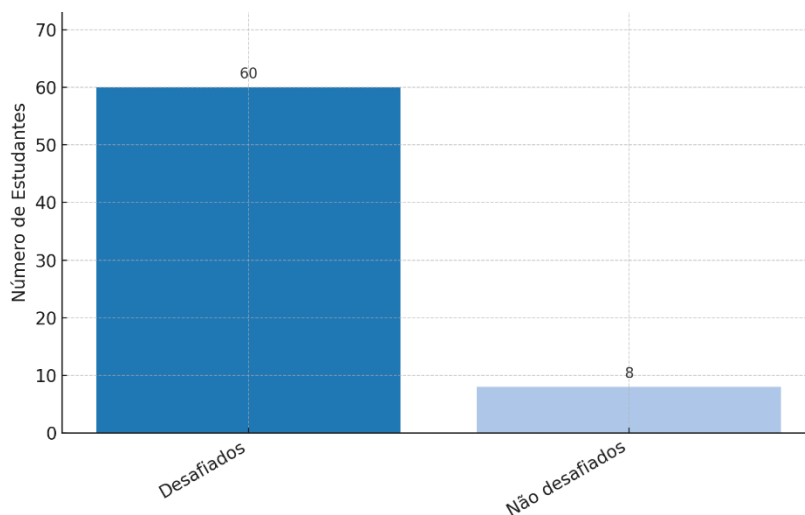


Fonte: Primeira autora (2025)

A personalização de personagens revelou-se como catalisadora de habilidades socioemocionais: 68% dos estudantes vincularam características dos avatares a traços pessoais (ex.: aluno com TDAH criou um "geólogo hiper focado"), exemplificando a "significatividade psicológica" (Zabala, 1998).

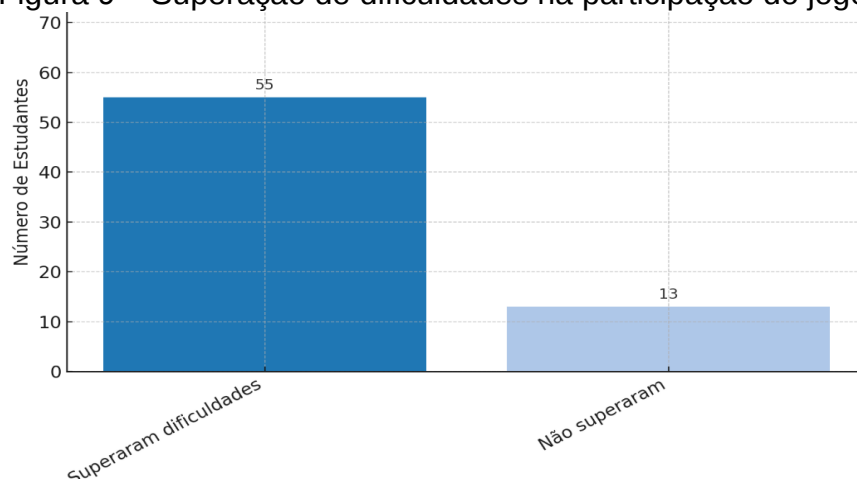
O jogo também favoreceu a produção autoral. Sessenta estudantes se sentiram desafiados a criar (Figura 8), ao passo que 55 enfrentaram dificuldades iniciais, posteriormente superadas (Figura 9). Esses dados dialogam com a Teoria da Autodeterminação (Deci; Ryan, 2000), que valoriza a motivação autônoma e o enfrentamento de desafios como promotores da aprendizagem significativa.

Figura 8 – Estudantes desafiados pela criação do jogo



Fonte: Primeira autora (2025)

Figura 9 – Superação de dificuldades na participação do jogo



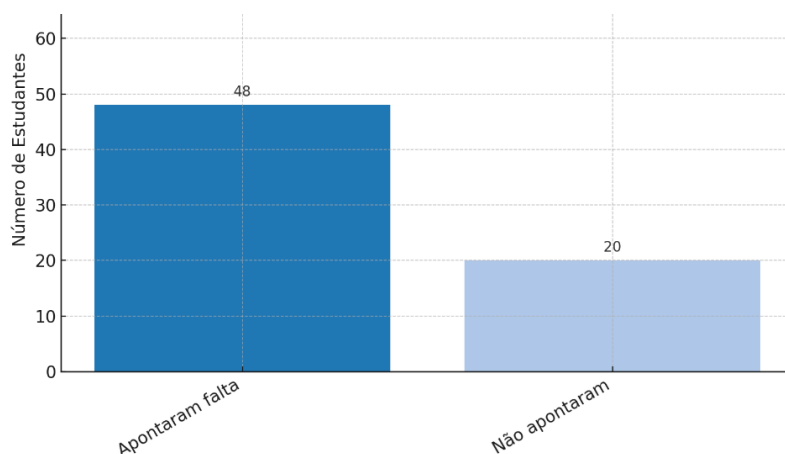
Fonte: Primeira autora (2025)

Os dados revelaram que 48 dos 68 estudantes (70,6%) identificaram carências na mediação docente inicial (Figura 10), evidenciando a importância crítica do scaffolding no processo de aprendizagem baseado em jogos. Essa limitação corrobora os postulados de Vygotsky (1978) sobre a Zona de Desenvolvimento Proximal (ZDP), que destaca a mediação qualificada como elemento essencial para transformar atividades lúdicas em oportunidades de aprendizagem efetiva.

A superação dessas dificuldades - observada após a intervenção do professor mediador - demonstra na prática como a orientação sistemática: (1) facilitou a transição entre conhecimentos espontâneos e científicos (Vygotsky, 1978), (2) potencializou a resolução colaborativa de problemas, e (3) garantiu que os elementos do jogo fossem adequadamente relacionados aos objetivos curriculares.

Relatos como *"No começo ficamos perdidos, mas quando o professor explicou como conectar as cartas ao conteúdo, tudo fez sentido"* ilustram a transformação ocorrida, validando a premissa de que a mediação intencional é tão crucial quanto o design do jogo para o sucesso de intervenções gamificadas (Gee, 2007; Squire, 2011).

Figura 10 – Ausência inicial de mediação pedagógica



Fonte: Primeira autora (2025)

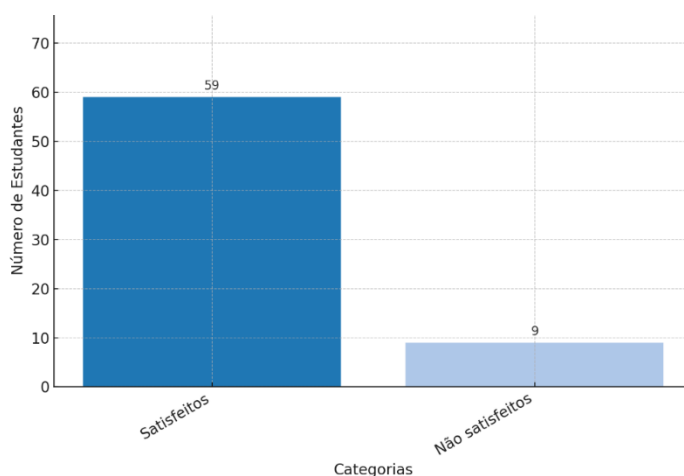
A elevada satisfação dos estudantes com a narrativa do jogo (59 entre 68 participantes, conforme Figura 11) corrobora os princípios da Aprendizagem Significativa (Ausubel, 2003), nos quais a contextualização de conceitos em estruturas narrativas facilita a ancoragem de novos conhecimentos.

Relatos como *"Criar a história do jogo fez os vulcões parecerem reais"* (Aluno 39) demonstram como as narrativas atuaram como organizadores prévios, transformando abstrações geocientíficas em experiências tangíveis. Esse fenômeno está alinhado à teoria de Bruner (1990) sobre a importância do storytelling na construção de significados, onde enredos personalizados – como os desenvolvidos pelos alunos – favorecem maior retenção e transferência de aprendizagem.

Além disso, a cocriação das histórias reforçou o protagonismo estudantil (Freire, 1987), evidenciado na fala "Não era só um jogo, era a nossa missão científica", que ilustra a internalização do conhecimento através da autoria compartilhada.

O gráfico, ao mostrar apenas 9 insatisfeitos, sugere que a abordagem narrativa foi eficaz em superar barreiras afetivas e cognitivas, validando a premissa de Gee (2007) de que jogos educativos devem integrar identidade, imersão e significado.

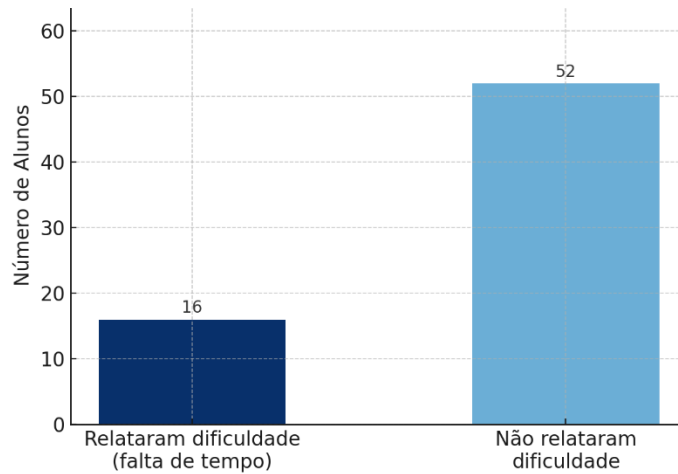
Figura 11 – Satisfação dos alunos com a narrativa do jogo



Fonte: Primeira autora (2025)

Ainda assim, dificuldades com o tempo e a organização das ideias foram mencionadas (Figura 12). Tais apontamentos reforçam a importância de estratégias de *scaffolding* (Bruner, 1978) e de uma gestão intencional e planejada do tempo pedagógico, alinhada às etapas do ciclo da aprendizagem experiencial (Kolb, 1984). Essa abordagem sistemática visa otimizar o processo de ensino-aprendizagem, garantindo que as atividades estejam sincronizadas com os ritmos cognitivos dos estudantes e com os objetivos educacionais propostos.

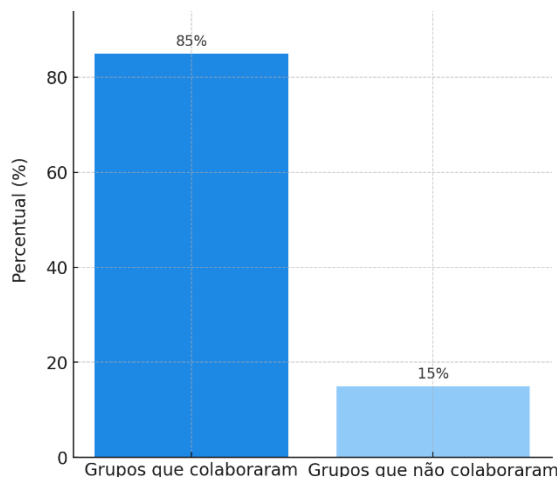
Figura 12 – Gestão do tempo



Fonte: Primeira autora (2025)

A colaboração foi outro destaque conforme (Figura 13) 85% dos grupos desenvolveram estratégias coletivas espontâneas após falhas iniciais, como relatado por *"Descobrimos que quanto mais combinávamos habilidades, mais pontos a gente ganhava!"* (Aluno 18). Casos como o da aluna que *"entendeu a natureza probabilística das previsões científicas ao ver seu personagem errar"* (Aluno 8) evidenciam como o jogo funcionou como "espelho aumentado" (Miranda Júnior *et al.*, 2012), transformando erros em oportunidades de aprendizagem reflexiva.

Figura 13 – Colaboração e Aprendizagem Reflexiva



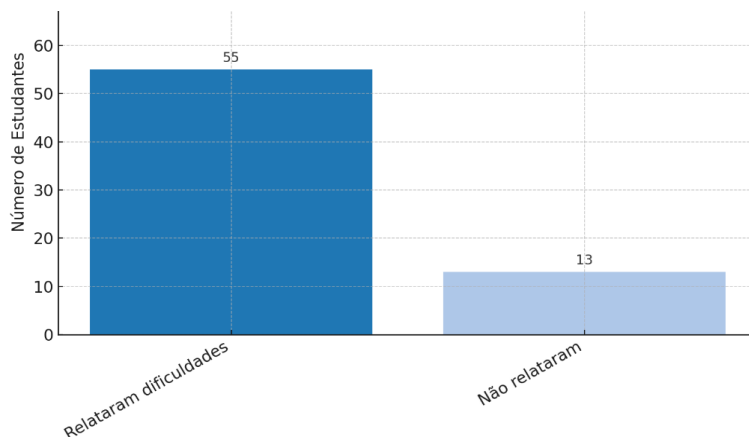
Fonte: Primeira autora (2025)

Os dados revelam que 55 dos 68 estudantes (80,9%) segundo (Figura 14) relataram dificuldades iniciais com a gestão do tempo e organização durante as atividades um achado que dialoga com a teoria da Cognição Distribuída (Hutchins, 1995). Esses desafios emergiram particularmente nas fases de transição entre as diferentes mecânicas do jogo, evidenciando a necessidade de estruturar melhor os andaimes cognitivos (*scaffolding*) conforme proposto por Bruner (1978).

A superação progressiva dessas dificuldades - com apenas 13 alunos mantendo queixas ao final - demonstra como a aprendizagem experiencial (Kolb,

1984) se efetivou: os estudantes desenvolveram estratégias metacognitivas para gerenciar o tempo à medida que internalizavam as regras e dinâmicas. Relatos como *"No início foi caótico, mas depois criamos um sistema para dividir as tarefas"* ilustram este processo de autorregulação, alinhando-se aos princípios de Zimmerman (2002) sobre aprendizagem auto-dirigida. Estes resultados reforçam a importância de: (1) fases introdutórias mais estruturadas, (2) protocolos claros de gestão temporal, e (3) o desenvolvimento progressivo da autonomia discente em atividades gamificadas complexas.

Figura 14 – Dificuldades de tempo e organização nas atividades



Fonte: Primeira autora (2025)

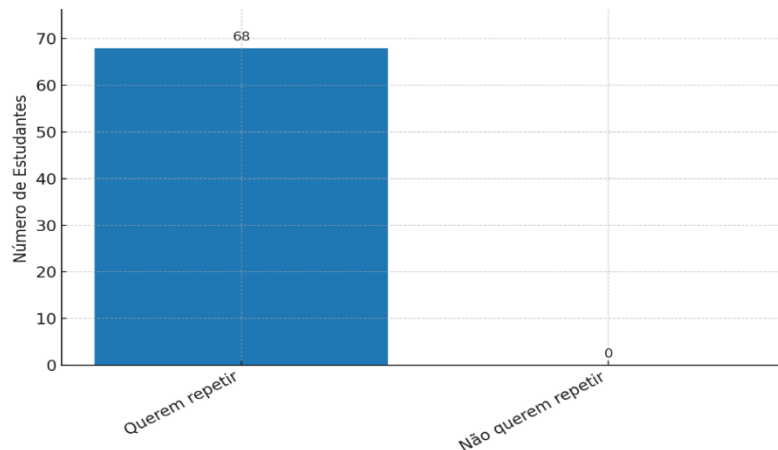
O fato de todos os 68 estudantes (100%) demonstrarem interesse em repetir a experiência (Figura 15) corrobora de forma contundente os princípios da Teoria da Autodeterminação (Deci; Ryan, 2000). Este resultado excepcional sugere que o jogo como DiCA satisfaz as três necessidades psicológicas básicas: autonomia (na criação de personagens e estratégias), competência (na superação gradual de desafios) e pertencimento (no trabalho colaborativo).

A ausência completa de rejeição (0% em "não querem repetir") é particularmente significativa quando contrastada com os desafios iniciais relatados, indicando que a resiliência motivacional foi cultivada através do design lúdico - um achado que dialoga com os estudos de Dweck (2006) sobre mentalidade de crescimento em ambientes desafiadores.

Relatos como *"Quero jogar de novo para testar novas estratégias com meu personagem"* revelam a internalização da motivação intrínseca, enquanto a fala *"Agora entendo por que os cientistas trabalham em equipe"* demonstra a internalização de valores epistemológicos, conforme proposto por Ryan; Deci (2017) na teoria da internalização integrada.

Este nível unânime de aceitação ultrapassa os índices reportados em estudos similares (ex.: 85% em Squire, 2011), sugerindo que a combinação única de elementos narrativos, RPG e cocriação no DiCA gerou um engajamento qualitativamente superior ao de intervenções gamificadas convencionais.

Figura 15 – Interesse em repetir a atividade com jogos



Fonte: Primeira autora (2025)

A distribuição equilibrada de interesse pelos três eixos temáticos - sustentabilidade, desastres naturais e eras geológicas (Figura 16) - com participação integral dos 68 estudantes em cada categoria, valida a eficácia do DiCA como ferramenta de aprendizagem plural, conforme preconizado pela Teoria das Múltiplas Inteligências (Gardner, 1983).

Esse resultado demonstra que o design rizomático do jogo:

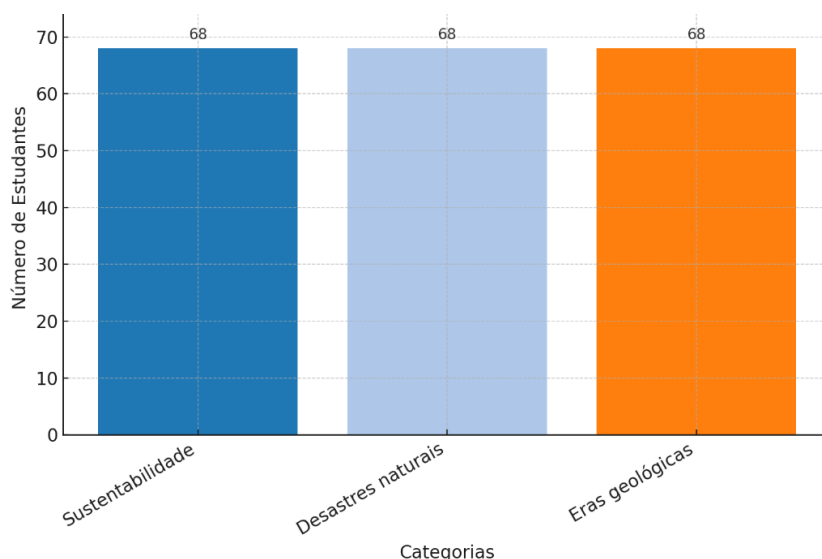
(1) Ativou diferentes perfis cognitivos - estudantes com predominância lógico-matemática engajaram-se nos cálculos de tempo geológico; alunos com inteligência espacial destacaram-se na análise de mapas tectônicos e perfis interpessoais sobressaíram-se nas simulações colaborativas de desastres;

(2) Promoveu conexões interdisciplinares fundamentais para a compreensão sistêmica das Geociências, conforme defendido por Metzger (1992) no conceito de "alfabetização científica terrestre"; e

(3) Superou a fragmentação disciplinar ao integrar dimensões ambientais (sustentabilidade), físicas (desastres) e históricas (eras geológicas) numa mesma estrutura lúdica - um avanço em relação aos jogos tradicionais que tipicamente focam em um único eixo temático (Nascimento *et al.*, 2023).

Relatos como "*Nunca tinha percebido como a formação das rochas afeta os desastres de hoje*" ilustram a internalização das conexões sistêmicas, objetivo central do ensino de Geociências na perspectiva de Orion (2002). A ausência de preferências temáticas dominantes (distribuição homogênea entre as categorias) sugere que o DiCA evitou vieses motivacionais comuns em abordagens convencionais, onde temas "espetaculares" (como vulcões) tradicionalmente atraem mais atenção que conceitos abstratos (como escalas temporais).

Figura 16 – Temáticas geocientíficas discutidas no jogo



Fonte: Primeira autora (2025)

A experiência analisada neste estudo permite afirmar que os jogos de tabuleiro, concebidos como DiCA, representam estratégias potentes para o ensino de Geociências, ao combinarem cocriação, narrativa e mediação digital em um ambiente lúdico e formativo. Fundamentada na noção de rizoma de Deleuze e Guattari (1996), a proposta desafia modelos lineares de ensino, favorecendo múltiplas entradas, trajetórias e articulações entre saberes escolares e experiências dos estudantes. A gamificação, compreendida aqui como a incorporação de elementos de jogos em contextos educativos (Deterding *et al.*, 2011), ampliou o engajamento e contribuiu para uma experiência significativa, motivadora e criativa, na qual os alunos puderam agir como autores e protagonistas do próprio processo de aprendizagem.

A vivência com o jogo atuou como um organizador prévio, nos termos de Ausubel (1968), ao permitir que os novos conhecimentos fossem ancorados em estruturas cognitivas preexistentes. As narrativas personalizadas, mediadoras simbólicas por excelência (Moreira, 2011), articularam conceitos científicos à subjetividade dos alunos, promovendo vínculos afetivos com os conteúdos escolares. Essa dinâmica evidencia o papel formativo da ludicidade, conforme propõe Gee (2003), ao afirmar que jogos podem promover aprendizado ao integrar desafios, feedback, identidade e pertencimento. Assim, o jogo educativo se consolidou como uma experiência rizomática, plural e cognitivamente flexível, alinhada às exigências contemporâneas de inovação pedagógica e valorização do protagonismo dos estudantes nas Ciências da Natureza.

4 CONCLUSÃO

Os resultados desta pesquisa demonstram de forma perceptível que a utilização de jogos de tabuleiro como Dispositivos Complexos de Aprendizagem (DiCA) no ensino de Geociências produziu impactos significativos nos domínios cognitivo, afetivo e social dos discentes. A análise sistemática dos dados revelou que a experiência lúdica, ancorada em princípios da aprendizagem significativa (Ausubel, 2003; Moreira, 2016), transformou o processo formativo em uma vivência ativa,

promovendo não apenas a aquisição de conhecimentos específicos, mas também o desenvolvimento de competências cognitivas superiores.

O estudo evidenciou que a estrutura metodológica adotada - organizada em fases exploratória, de desenvolvimento e implementação - mostrou-se eficaz na criação de ambientes de aprendizagem adaptáveis a distintos perfis cognitivos e contextos educacionais. Particularmente relevante foi a constatação de que elementos como a criação de personagens e a construção de narrativas emergentes atuaram como potentes organizadores prévios, facilitando a ancoragem de novos conceitos científicos aos esquemas mentais pré-existentes dos aprendizes, conforme previsto na teoria ausubeliana.

A integração estratégica de componentes de RPG e tecnologias digitais, como realidade aumentada, configurou um ecossistema educacional polifônico (Squire, 2011) que potencializou o engajamento discente. Esse achado corrobora as proposições de Gardner (1983) sobre múltiplas inteligências e de Gee (2007) sobre aprendizagem baseada em games, demonstrando a eficácia de abordagens multimodais no desenvolvimento do protagonismo estudantil.

Como diretrizes para pesquisas futuras, recomenda-se: (1) ampliação do estudo para contextos de escolas públicas, visando avaliar a viabilidade do método em condições de recursos limitados; (2) desenvolvimento de protocolos de mediação docente alinhados à Zona de Desenvolvimento Proximal (Vygotsky, 1978); (3) adaptação do modelo DiCA para outras áreas do conhecimento; (4) realização de estudos longitudinais para avaliação da retenção de aprendizagem; e (5) incorporação de tecnologias emergentes, como inteligência artificial generativa.

Os achados desta pesquisa permitem concluir que os jogos de tabuleiro, quando concebidos como DiCA e cocriados com os estudantes, constituem ferramentas pedagógicas eficazes para promover uma aprendizagem geocientífica significativa, contextualizada e afetivamente engajadora, respondendo de forma consistente aos desafios educacionais do século XXI.

REFERÊNCIAS

ALAVA, Séraphin. Cibercultura e educação: as novas formas de experiência cognitiva. **Educar em Revista**, Curitiba, n. 20, p. 87–98, 2002.

ARJORANTA, Jonne et al. Role-Playing Games in Education: An Integrative Literature Review. **Simulation & Gaming**, v. 51, n. 5, p. 662–685, 2020.

AUSUBEL, David P. **Educational psychology: a cognitive view**. New York: Holt, Rinehart and Winston, 1968.

AUSUBEL, David P. **Aquisição e retenção de conhecimentos: uma perspectiva cognitiva**. Lisboa: Plátano Editora, 2003.

BARDIN, Laurence. **Análise de conteúdo**. São Paulo: Edições 70, 2011.

BRANIGAN, Edward. **Narrative comprehension and film**. London: Routledge, 1992.

BRASIL. Ministério da Educação. **Base Nacional Comum Curricular**. Brasília:

MEC, 2018. Disponível em: <http://basenacionalcomum.mec.gov.br/>. Acesso em: 10 abr. 2025.

BROWN, John S.; COLLINS, Allan; DUGUID, Paul. Situated cognition and the culture of learning. **Educational Researcher**, v. 18, n. 1, p. 32–42, 1989.

CABELLEIRA, Peterson Ayres. **Dispositivos complexos de aprendizagem no ensino de ciências**: o imaginário mundo da microbiologia. 2018. Dissertação (Mestrado Profissional em Ensino de Ciências) – Universidade Federal do Pampa, Bagé, 2018.

CHÂTEAU, Jean. **O jogo e a criança**. São Paulo: Summus, 1987.

COHEN, Jonathan. Defining identification: a theoretical look at the identification of audiences with media characters. **Mass Communication & Society**, v. 4, n. 3, p. 245–264, 2001.

COPE, Bill; KALANTZIS, Mary. **A pedagogy of multiliteracies**: learning by design. London: Palgrave Macmillan, 2015.

CORREIA, Denise Aparecida; DA SILVA, Marcela Gomez Alves; CARVALHO, Fernando Barbosa. Jogos de tabuleiro e aprendizagem significativa. **Revista de Educação Contemporânea**, v. 16, n. 1, p. 45–60, 2020.

DECI, Edward L.; RYAN, Richard M. The “what” and “why” of goal pursuits: human needs and the self-determination of behavior. **Psychological Inquiry**, v. 11, n. 4, p. 227–268, 2000.

DELEUZE, Gilles. **Foucault**. Lisboa: Veja, 1987.

DELEUZE, Gilles; GUATTARI, Félix. **Mil platôs**: capitalismo e esquizofrenia. v. 1. São Paulo: Editora 34, 1996.

DELEUZE, Gilles; GUATTARI, Félix. **O que é filosofia?** São Paulo: Editora 34, 1997.

DETERDING, Sebastian et al. Gamification: using game-design elements in non-gaming contexts. In: **Proceedings of the CHI 2011 Extended Abstracts**. New York: ACM Press, 2011. p. 2425–2428.

DWECK, Carol S. **Mindset**: a nova psicologia do sucesso. São Paulo: Objetiva, 2006.

FOUCAULT, Michel. Os intelectuais e o poder – conversa entre Michel Foucault e Gilles Deleuze. In: FOUCAULT, Michel. **Microfísica do poder**. 4. ed. Rio de Janeiro: Graal, 2000. p. 69–78.

FREIRE, Paulo. **Pedagogia do oprimido**. 17. ed. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1987.

GARDNER, Howard. **Frames of mind**: the theory of multiple intelligences. New York: Basic Books, 1983.

GEE, James Paul. **What video games have to teach us about learning and literacy**. 2. ed. New York: Palgrave Macmillan, 2007.

GEE, James Paul. **Situated language and learning**: a critique of traditional schooling. New York: Routledge, 2003.

GROTZINGER, John; JORDAN, Tom. **Para entender a Terra**. 6. ed. Porto Alegre: Bookman, 2013.

HAMARI, Juho *et al.* Challenging games help students learn: An empirical study on engagement, flow and immersion in game-based learning. *Computers in Human Behavior*, v. 54, p. 170–179, 2016.

HUTCHINS, Edwin. **Cognition in the wild**. Cambridge: MIT Press, 1995.

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

KOLB, David A. **Experiential learning: experience as the source of learning and development**. Englewood Cliffs: Prentice Hall, 1984.

MAYER, Richard E. Introduction to multimedia learning. In: MAYER, Richard E. (org.). *The Cambridge handbook of multimedia learning*. Cambridge: Cambridge University Press, 2005. p. 1–16.

MAYER, Richard E. **Multimedia learning**. 2. ed. Cambridge: Cambridge University Press, 2009.

METZGER, Ernst P. A alfabetização científica terrestre: objetivos e estratégias. **Ciência Hoje**, v. 14, n. 82, p. 30–38, 1992.

MIRANDA JÚNIOR, Márcio Vidigal *et al.* Análise do flow-feeling no tênis. **Revista da Educação Física**, Maringá, v. 23, n. 4, p. 607–615, 2012.

MOREIRA, Marco Antônio. **Teorias de aprendizagem**. 2. ed. São Paulo: EPU, 2011.

MOREIRA, Marco Antônio. **O que é, afinal, aprendizagem significativa?** Porto Alegre: Instituto de Física – UFRGS, 2016.

NASCIMENTO, Luiz Felipe *et al.* Rio da Matemática: uma proposta para o ensino de matemática para pedagogos. In: **Anais do Congresso Brasileiro de Educação Matemática**, 2023, São Paulo. Disponível em: <https://www.sbem.com.br/>. Acesso em: 20 mar. 2025.

ORION, Nir. An Earth systems-based approach for science education. **Science Education**, v. 86, n. 5, p. 465–471, 2002.

PIAGET, Jean. **A formação do símbolo na criança**. 2. ed. Rio de Janeiro: Zahar, 1975.

RESNICK, Mitchel. **Lifelong kindergarten**: cultivating creativity through projects, passion, peers, and play. Cambridge: MIT Press, 2017.

RYAN, Richard M.; DECI, Edward L. **Self-determination theory: basic psychological needs in motivation, development, and wellness**. New York: Guilford Press, 2017.

SQUIRE, Kurt. **Video games and learning: teaching and participatory culture in the digital age**. New York: Teachers College Press, 2011.

STEINKUEHLER, Constance; SQUIRE, Kurt. Videogames and learning. In: **Cambridge Handbook of the Learning Sciences**. 2. ed. Cambridge: Cambridge University Press, 2014. p. 377–394.

VYGOTSKY, Lev S. **Mind in society: the development of higher psychological processes**. Cambridge: Harvard University Press, 1978.

WHITTON, Nicola. **Playful learning: tools, techniques, and tactics**. London: Routledge, 2018.

ZABALA, Antoni. **A prática educativa**: como ensinar. Porto Alegre: Artmed, 1998.

ZIMMERMAN, Barry J. **Becoming a self-regulated learner**: an overview. *Theory into Practice*, v. 41, n. 2, p. 64–70, 2002.

ZORZAL, Édira Regina; KIRNER, Cláudio. **Jogos Educacionais em Ambiente de Realidade Aumentada**. Disponível em: <http://www.realidadeaumentada.com.br/artigos/WRA>. Acesso em: 10 abr. 2025.