Fragmentos do Saber: Um Serious Game para Aprendizagem Ativa Baseado em Cartas e Narrativas

Velder Araujo Soares[1], **Victor Travassos Sarinho**[1]

[1]Laboratório de Entretenimento Digital Aplicado (LEnDA)
Universidade Estadual de Feira de Santana (UEFS)
Feira de Santana, BA - Brasil

velder.vas@gmail.com, vsarinho@uefs.br

Abstract. *This paper presents Fragmentos do Saber, an educational Serious Game in which the player's answer is represented by a sequence of knowledge cards rather than isolated multiple-choice responses. The prototype, implemented in Godot 4, uses configurable decks and a graph-based heuristic coherence engine that combines card correctness, contextual relations, global constraints, narrative patterns and special-card bonuses. The same evaluation function guides an artificial opponent, while a teacher mode exposes the scoring criteria and feedback. An internal functional evaluation with four thematic decks and a representative scoring scenario indicates the technical feasibility of the approach and also reveals calibration limitations in the normalized coherence index. Empirical validation with students, teachers and domain experts is still required.*

Resumo. *Este artigo apresenta o Fragmentos do Saber, um Serious Game educacional no qual a resposta do jogador é representada por uma sequência de cartas de conhecimento, em vez de respostas objetivas isoladas. O protótipo, implementado em Godot 4, utiliza decks configuráveis e um motor heurístico de coerência baseado em grafos, que combina veracidade das cartas, relações contextuais, restrições globais, padrões narrativos e bônus de efeitos especiais. A mesma função de avaliação orienta o oponente artificial, enquanto o modo professor explicita critérios e feedbacks da pontuação. Uma avaliação interna funcional com quatro decks temáticos e um cenário representativo de pontuação indica a viabilidade técnica da abordagem e evidencia limitações de calibragem do índice normalizado de coerência. Ainda são necessárias validações empíricas com estudantes, professores e especialistas de conteúdo.*

1. Introdução

A presença das tecnologias digitais na educação tem incentivado o uso de metodologias que ampliem a participação do estudante no processo de aprendizagem. Nesse contexto, jogos educacionais podem combinar desafio, interação, feedback e tomada de decisão em experiências orientadas ao aprendizado. Quando projetados com finalidade pedagógica explícita, esses jogos se aproximam do conceito de *Serious Games*, nos quais a mecânica lúdica é usada para apoiar objetivos educacionais definidos [Dörner et al. 2016, Wouters et al. 2013].

Apesar desse potencial, muitas propostas ainda se concentram em formatos de perguntas objetivas, associação direta ou múltipla escolha. Esse tipo de abordagem pode ser útil para revisão e autoavaliação, mas tende a avaliar principalmente respostas corretas ou incorretas [Sarinho et al. 2018]. Em conteúdos que exigem compreensão de relações históricas, científicas ou conceituais, o desempenho do estudante depende também da capacidade de organizar informações, identificar causas, reconhecer consequências e construir uma explicação coerente.

A representação relacional do conhecimento, como ocorre em mapas conceituais, oferece uma base relevante para esse problema, pois permite explicitar conexões entre conceitos e observar como eles se articulam em uma estrutura maior [Novak and Cañas 2008]. A partir dessa perspectiva, este trabalho apresenta o *Fragmentos do Saber*, um *Serious Game* educacional baseado em cartas e linhas do tempo conceituais. No jogo, cada carta representa um fragmento de conhecimento e o jogador precisa selecionar, conectar, descartar e reorganizar essas cartas em um tabuleiro, formando uma construção conceitual avaliada automaticamente.

O problema investigado é: como desenvolver um jogo educacional baseado em cartas capaz de avaliar a coerência de uma construção conceitual, e não apenas o acerto factual de respostas isoladas? O objetivo geral é desenvolver e analisar um protótipo funcional que represente conteúdos por meio de *decks* configuráveis e avalie a linha do tempo construída pelo jogador com base em relações entre cartas, restrições globais e padrões narrativos.

As principais contribuições deste trabalho são: (i) um modelo configurável para representar conteúdos educacionais por cartas, relações direcionadas, restrições e padrões narrativos; (ii) um motor heurístico e explicável de avaliação da coerência da sequência construída; (iii) um oponente artificial que reutiliza a mesma função de avaliação como critério de decisão; e (iv) um modo professor que decompõe o resultado e expõe os elementos que influenciaram a pontuação. O escopo desta etapa é técnico e funcional; portanto, os resultados não permitem concluir impacto efetivo sobre aprendizagem, motivação ou usabilidade em contexto educacional.

2. Fundamentação Teórica

Esta seção apresenta os fundamentos utilizados na concepção do *Fragmentos do Saber*, com foco na relação entre mecânica, organização do conhecimento e feedback avaliativo.

2.1. Aprendizagem ativa e *Serious Games*

As metodologias ativas buscam ampliar a participação do estudante, valorizando autonomia, experimentação, discussão e tomada de decisão [Berbel 2011]. A aprendizagem significativa complementa essa perspectiva ao destacar que novos conhecimentos são melhor assimilados quando se relacionam a estruturas cognitivas já existentes [Ausubel 2000]. Assim, atividades que exigem selecionar, reorganizar e relacionar conceitos podem deslocar o estudante de uma postura predominantemente receptiva para uma atuação de construção e revisão de respostas.

Os *Serious Games* são jogos cujo objetivo principal não se restringe ao entretenimento, mas envolve aprendizagem, treinamento ou desenvolvimento de competências

[Dörner et al. 2016]. Revisões apontam que seus efeitos dependem do alinhamento entre objetivo pedagógico, mecânica, desafio, feedback e avaliação [Wouters et al. 2013, Maxim and Arnedo-Moreno 2025]. No *Fragmentos do Saber*, selecionar, conectar e reorganizar cartas não constitui uma camada lúdica independente do conteúdo: essas ações formam a própria atividade por meio da qual o jogador organiza sua resposta conceitual.

2.2. Representação relacional e avaliação explicável

Mapas conceituais representam conhecimento por conceitos e relações, permitindo externalizar estruturas que não são observáveis em respostas factuais isoladas [Novak and Cañas 2008]. Estudos com mapeamento cognitivo também mostram a utilidade de estruturas relacionais para observar mudanças em modelos mentais em atividades baseadas em jogos [Fernández Galeote et al. 2024]. Computacionalmente, grafos dirigidos oferecem uma representação natural para relações assimétricas e sequenciais entre elementos [Diestel 2017].

A proposta do jogo parte dessa ideia para representar cada carta como um nó e as relações cadastradas no *deck* como arestas direcionadas. O termo *motor de coerência* designa, neste trabalho, o componente computacional que operacionaliza essas relações em uma função heurística de pontuação; ele não constitui uma medida psicométrica validada de aprendizagem. O resultado é acompanhado de feedback sobre cartas, conexões, restrições e padrões, pois o retorno formativo é mais útil quando ajuda a compreender a diferença entre o estado atual e o desempenho esperado [Hattie and Timperley 2007].

2.3. Trabalhos relacionados

Diferentes trabalhos têm investigado jogos educacionais como instrumentos de apoio à aprendizagem, incluindo propostas baseadas em cartas e em formatos de *quiz*. Entre as abordagens baseadas em cartas, [Lawsin 2023] desenvolveu o *TAXOCARD*, voltado ao ensino de classificação animal para estudantes do 8º ano. Sua mecânica utiliza o pareamento de cartas que representam organismos, características distintivas e grupos taxonômicos, atribuindo pontos às associações corretas e penalizações às classificações incorretas. A proposta aproxima-se do *Fragmentos do Saber* pelo uso de cartas como unidades de representação e manipulação de conceitos, mas difere quanto à dinâmica e ao modelo de avaliação: enquanto o *TAXOCARD* enfatiza pareamento e classificação, o jogo proposto neste trabalho solicita a construção de uma sequência conceitual e avalia também a organização e as relações entre os fragmentos de conhecimento.

No contexto de jogos digitais, Sarinho, Azevedo e Boaventura propuseram o AsKME, uma abordagem baseada em *features* para o desenvolvimento de jogos *quiz* multiplataforma [Sarinho et al. 2018]. O modelo organiza o domínio em torno de elementos como questões, alternativas, respostas, pontuação e fluxo de jogo. [Vieira et al. 2025], por sua vez, desenvolveram um jogo sério educacional do tipo *quiz* para a Educação Básica, com gerenciamento de questões, modos individual, em dupla ou em equipe e ranking de resultados. A avaliação do sistema foi conduzida com base no Modelo de Aceitação de Tecnologia, apresentando percepções positivas quanto à facilidade de uso e à utilidade percebida.

Os trabalhos analisados demonstram diferentes possibilidades de aplicação de jogos na educação. As propostas baseadas em *quiz* são adequadas à revisão de conteúdos,

à autoavaliação e à identificação de respostas corretas, enquanto o *TAXOCARD* explora a associação e a classificação de conceitos. O *Fragmentos do Saber* segue uma direção complementar ao utilizar cartas na construção de uma sequência conceitual avaliada segundo sua organização e as relações entre os fragmentos. A Tabela 1 sintetiza essa diferença de foco, sem pretensão de estabelecer superioridade geral entre as propostas.

Tabela 1. Comparação sintética com os trabalhos relacionados.

Trabalho	Cartas	Constr. rel.	Aval. estr.	Análise detalhada
TAXOCARD	Sim	Parcial	Não	Não
AsKME	Não	Não	Não	Não
Vieira et al.	Não	Não	Não	Não
Fragmentos do Saber	Sim	Sim	Sim	Sim

3. Metodologia

O trabalho caracteriza-se como pesquisa aplicada, de natureza tecnológica, conduzida por prototipação incremental. O processo envolveu: definição do problema educacional e dos requisitos da dinâmica; modelagem das cartas e dos *decks*; construção da linha do tempo avaliada; implementação do motor de coerência; construção do fluxo da partida por estados; desenvolvimento do oponente; implementação do modo professor; e avaliação interna funcional com os conteúdos disponíveis.

3.1. Concepção do jogo e estrutura dos *decks*

A partida é organizada em torno da mão do jogador e do tabuleiro que representa sua resposta. O jogador inicia com três cartas, compra uma carta por turno e decide entre conectá-la ao tabuleiro, descartá-la, aplicar um efeito especial ou mantê-la na mão. O tabuleiro possui oito posições e somente as cartas conectadas entram na avaliação final. A mão funciona, portanto, como repertório de planejamento, enquanto o tabuleiro materializa a construção conceitual avaliada. A Figura 1 ilustra essa organização.

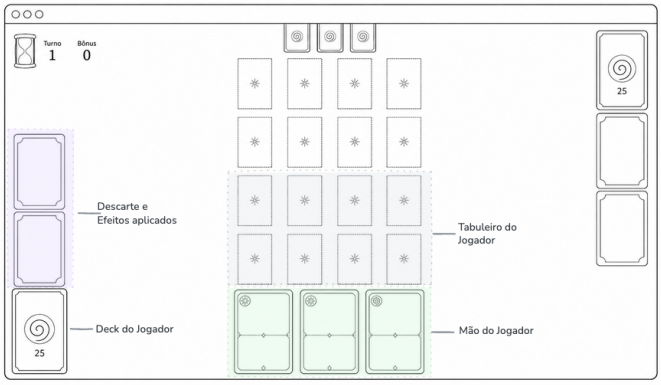


Figura 1. Organização da mão e do tabuleiro avaliado no protótipo.

Cada *deck* descreve o conteúdo e os critérios de avaliação sem alterar a lógica principal do jogo. Seus elementos centrais são apresentados na Tabela 2. O campo de veracidade das cartas assume valores contínuos, utilizados pelo motor para distinguir cartas verdadeiras, parciais e falsas. As relações são direcionadas: uma relação de A para B

não implica automaticamente a relação inversa. Na versão avaliada, as restrições globais processadas são de ordem e exclusão mútua.

Tabela 2. Elementos principais de um *deck* educacional.

Elemento	Função
Cartas	Fragmentos de conhecimento e seu grau de veracidade.
Relações	Arestas direcionadas com grau de compatibilidade entre cartas.
Restrições	Regras globais de ordem ou incompatibilidade entre elementos.
Padrões	Sequências relevantes (*motifs*) que recebem bônus quando completas.
Metadados	Tema e valor de referência usado na normalização.

Foram implementados quatro *decks* de prova de conceito: Revolução Francesa, Programação Orientada a Objetos, Teoria da Evolução e Modernismo Brasileiro. A validação pedagógica sistemática desses conteúdos por especialistas externos permanece como etapa futura.

3.2. Motor heurístico de coerência

A sequência final $T = (c_1, \ldots, c_n)$ é interpretada a partir do grafo dirigido descrito pelo *deck*. O motor calcula uma pontuação bruta pela soma de cinco componentes:

$$S(T) = S_{cards} + S_{context} + S_{global} + S_{motifs} + S_{bonus}. \tag{1}$$

Para cada carta com grau de veracidade v, a contribuição individual é:

$$s_{card}(v) = \begin{cases} 10, & v \geq 0{,}99, \\ 4, & 0{,}49 \leq v < 0{,}99, \\ -8, & v < 0{,}49. \end{cases} \tag{2}$$

O componente contextual considera, para cada carta, a média $k \in [0, 1]$ das compatibilidades válidas com as cartas vizinhas na direção cadastrada. Quando não há relação válida com os vizinhos, utiliza-se $k = 0{,}5$ como contexto neutro. A contribuição contextual é dada por:

$$s_{ctx}(v, k) = \begin{cases} 6k, & v \geq 0{,}99, \\ 3(k - 0{,}5), & 0{,}49 \leq v < 0{,}99, \\ -6k, & v < 0{,}49. \end{cases} \tag{3}$$

O termo S_{global} acumula penalidades quando restrições de ordem ou exclusão mútua são violadas. Em S_{motifs}, cada padrão completo adiciona $30w_m$, onde w_m é o peso do padrão definido no *deck*. Por fim, S_{bonus} agrega apenas bônus diretos de cartas especiais efetivamente aplicadas; efeitos que alteram o tabuleiro influenciam indiretamente quais cartas serão avaliadas.

A Figura 2 sintetiza o fluxo entre os dados da partida e esses componentes.

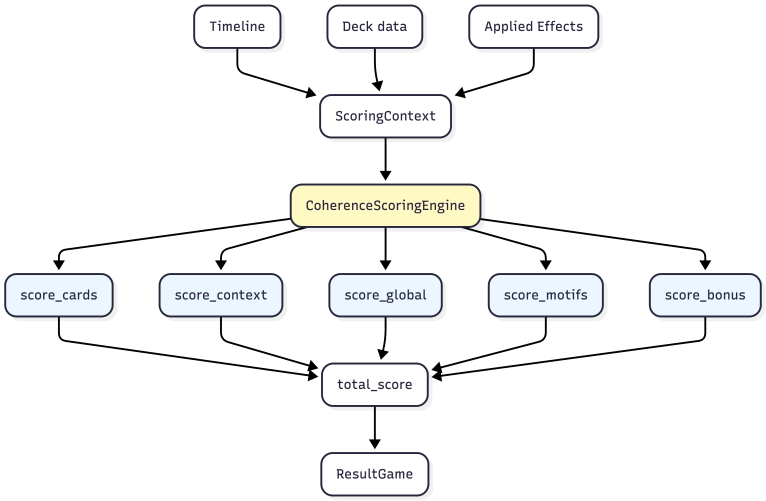


Figura 2. Fluxo de avaliação da linha do tempo pelo motor de coerência.

Além da pontuação bruta, o sistema calcula um índice normalizado de coerência:

$$I_{coh} = \text{clamp}\left(100\frac{S(T)}{S_{ref}}, 0, 100\right), \tag{4}$$

em que S_{ref} corresponde ao valor de referência configurado no *deck*. Esse parâmetro não representa necessariamente o máximo matemático possível; sua função é normalizar a leitura do resultado. A pontuação bruta é utilizada para a comparação entre jogador e oponente, enquanto I_{coh} oferece uma leitura sintética e limitada ao intervalo de 0 a 100.

3.3. Fluxo da partida e arquitetura

O protótipo foi implementado em Godot 4[1] com separação entre interface, orquestração da partida, dados do *deck* e motores de domínio. O fluxo é controlado por uma máquina de estados finita: distribuição inicial das mãos, espera pela compra obrigatória, resolução da ação do jogador, turno automático do oponente, fechamento da rodada e fim de jogo. Essa organização impede ações fora de ordem e mantém o cálculo de pontuação desacoplado da interface.

3.4. Oponente artificial

O oponente possui mão própria e executa uma ação por turno, utilizando a pontuação calculada pelo motor de coerência como critério para selecionar suas jogadas. Para uma carta comum x e linha do tempo atual T, o motor de decisão gera o conjunto $A(T, x)$ de inserções ou substituições permitidas e avalia cada estado resultante T_a. A ação candidata é definida por:

$$a^* = \arg\max_{a \in A(T,x)} S(T_a). \tag{5}$$

[1]Código-fonte: `https://github.com/vldsoar/fragmentos-do-saber`.

A carta é conectada quando o ganho $S(T_{a^*}) - S(T)$ supera o limiar configurado; caso contrário, pode ser descartada. Para cartas especiais, o sistema verifica se existe utilidade no estado atual antes de aplicar o efeito. Dessa forma, o oponente realiza uma avaliação local das alternativas disponíveis e reutiliza a mesma função S empregada para avaliar jogador e oponente ao final da partida.

3.5. Modo professor

O modo professor é uma camada de explicação que não altera a pontuação. Ao final da partida, utiliza os dados do *deck*, a linha do tempo, os efeitos aplicados e a decomposição do resultado para apresentar: contribuição das cartas, relações entre cartas adjacentes, restrições verificadas, padrões formados e comparação com o oponente. Essa separação entre cálculo e explicação permite que o resultado seja discutido a partir dos critérios que o produziram, aproximando o feedback do objetivo formativo descrito na fundamentação teórica.

3.6. Procedimento de avaliação interna

A avaliação desta etapa teve caráter funcional e foi realizada por meio de partidas completas com os quatro *decks*. Foram observados o fluxo de estados, as regras de mão e tabuleiro, aplicação de efeitos, carregamento dos conteúdos, cálculo dos cinco componentes de pontuação, decisões do oponente e informações apresentadas no modo professor. Adicionalmente, foi construído um cenário representativo com o *deck* da Revolução Francesa para exercitar simultaneamente cartas com diferentes graus de veracidade, relações fortes e fracas, padrões narrativos e bônus. Essa avaliação verifica a implementação e a consistência das regras programadas, mas não substitui estudos empíricos de aprendizagem, usabilidade ou validação de conteúdo com usuários e especialistas.

4. Resultados

A versão atual do *Fragmentos do Saber* permite executar partidas completas desde a seleção do tema até a comparação final entre jogador e oponente. Os quatro *decks* foram carregados sem alteração da lógica principal do jogo, e o fluxo implementado contempla compra obrigatória, manutenção da mão, conexão e reorganização de cartas, descarte, efeitos especiais, turno automático do oponente e avaliação final.

4.1. Cenário representativo do motor

Para verificar os componentes do motor de forma integrada, foi construído um cenário com o *deck* da Revolução Francesa. A linha do tempo do jogador combinou seis cartas verdadeiras, uma parcialmente verdadeira e uma falsa, além de relações com diferentes níveis de compatibilidade. A sequência completou dois padrões narrativos: um associado ao arco formado por crise financeira, Assembleia dos Notáveis e Queda da Bastilha, e outro relacionado à radicalização entre Queda da Bastilha, execução de Luís XVI e Reino do Terror. Durante a partida, foi aplicado ainda um efeito de bônus de cinco pontos.

A Tabela 3 apresenta a decomposição produzida pelo motor. O jogador obteve pontuação inferior ao oponente nos componentes de cartas e contexto, mas compensou essa diferença ao completar dois padrões narrativos e aplicar o bônus. A diferença final foi de 0,2 ponto.

Tabela 3. Decomposição do cenário representativo.

Componente	Jogador	Oponente
Cartas	56,0	80,0
Contexto	27,0	43,8
Restrições globais	0,0	0,0
Padrões narrativos	60,0	24,0
Bônus	5,0	0,0
Total	**148,0**	**147,8**
I_{coh}	**100%**	**100%**

Esse resultado evidencia duas características do modelo. Primeiro, a avaliação não é determinada apenas pelo número de cartas verdadeiras: ordem, relações, padrões e efeitos alteram a pontuação final. Segundo, o cenário expôs uma limitação de calibragem. Como ambas as pontuações ultrapassaram $S_{ref} = 100$ configurado para esse *deck*, o índice normalizado saturou em 100%, apesar da diferença de pontuação bruta. Assim, a pontuação total ainda permitiu a comparação, mas o índice deixou de distinguir resultados acima da referência. A calibragem de S_{ref} por tema e a revisão dos pesos relativos dos componentes constituem ajustes necessários antes de uma avaliação pedagógica do indicador.

A decomposição também mostra que padrões narrativos e efeitos podem compensar diferenças relevantes nos componentes de cartas e contexto. Embora esse comportamento corresponda às regras implementadas, ele reforça a necessidade de verificar empiricamente se os pesos atuais representam adequadamente a importância pedagógica de cada critério.

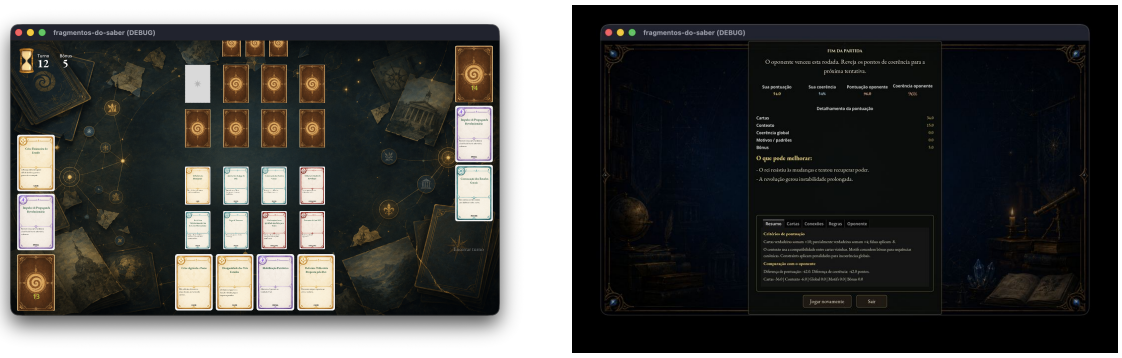
4.2. Oponente e explicação do resultado

Durante as partidas internas, o oponente realizou compras, simulou alternativas de inserção ou substituição e conectou cartas quando a ação produzia ganho segundo o motor de coerência. No cenário apresentado, o oponente construiu uma linha com oito cartas verdadeiras e obteve pontuação superior nos componentes de cartas e contexto, demonstrando que suas decisões são influenciadas pela mesma função utilizada na avaliação final.

A Figura 3(a) apresenta uma partida em andamento no protótipo. Nela, é possível observar simultaneamente a mão do jogador, o tabuleiro no qual a sequência conceitual é construída, o *deck* de compra e as áreas destinadas ao descarte e aos efeitos aplicados. A interface materializa, portanto, a separação adotada pela mecânica entre as cartas disponíveis para planejamento e aquelas efetivamente conectadas ao tabuleiro, sendo apenas estas últimas consideradas pelo motor de coerência na avaliação final.

Ao término da partida, a interface apresenta a pontuação bruta e o índice de coerência dos dois participantes. Essa comparação é complementada pelo modo professor, que expõe os critérios utilizados na avaliação. Quando habilitado, esse modo permite consultar a contribuição individual das cartas, explicações e dicas cadastradas no *deck*, a compatibilidade entre conexões adjacentes, as restrições globais, os padrões narrativos identificados e a linha do tempo construída pelo oponente. A Figura 3(b) apresenta um

exemplo dessa análise.



(a) Partida em andamento.

(b) Análise final no modo professor.

Figura 3. Interfaces do protótipo durante a construção da sequência conceitual e na análise final da partida. Fonte: próprio autor.

O modo professor amplia a transparência do mecanismo de avaliação ao tornar observáveis os elementos que contribuíram positiva ou negativamente para a pontuação. Dessa forma, o resultado deixa de ser apresentado apenas como um valor numérico e passa a permitir a inspeção das decisões realizadas durante a construção da sequência. Entretanto, a clareza dessas informações e sua utilidade como recurso de mediação pedagógica ainda precisam ser verificadas empiricamente com docentes e estudantes.

Os resultados obtidos sustentam, portanto, a viabilidade técnica da proposta e a integração entre mecânica de jogo, representação dos conteúdos nos *decks*, avaliação automática e comportamento do oponente. Não foram realizados experimentos controlados com estudantes ou professores, nem validação sistemática dos quatro conteúdos por especialistas externos. Consequentemente, não é possível inferir, nesta etapa, efeitos sobre aprendizagem, engajamento ou validade pedagógica da pontuação.

5. Conclusão e Trabalhos Futuros

Este trabalho apresentou o *Fragmentos do Saber*, um *Serious Game* educacional no qual a resposta do jogador é construída pela seleção e organização de fragmentos de conhecimento. A principal contribuição técnica está no modelo configurável de *decks* e no motor heurístico de coerência, que combina veracidade das cartas, relações contextuais, restrições globais, padrões narrativos e efeitos para avaliar a estrutura construída, em vez de considerar apenas acertos factuais isolados.

O protótipo demonstrou a viabilidade de integrar essa função de avaliação à dinâmica da partida, ao comportamento de um oponente artificial e a uma camada explicável de análise. O oponente reutiliza a mesma função de pontuação para selecionar jogadas, enquanto o modo professor expõe os componentes que produziram o resultado, permitindo que a pontuação seja examinada em vez de apresentada apenas como placar.

A avaliação interna também revelou limitações relevantes. O cenário representativo evidenciou saturação do índice normalizado quando a pontuação ultrapassa a referência configurada no *deck*, além da necessidade de revisar o equilíbrio entre cartas, contexto, padrões e efeitos. Somam-se a isso a ausência de estudos com usuários e a necessidade de validação sistemática dos conteúdos e critérios de cada *deck* por especialistas. Dessa

forma, os resultados atuais devem ser interpretados como evidência de viabilidade técnica, e não como comprovação de efetividade pedagógica.

Como trabalhos futuros, pretende-se calibrar os parâmetros do motor por tema, validar os *decks* com especialistas, realizar estudos com estudantes e professores e investigar a relação entre o índice calculado pelo jogo e medidas externas de aprendizagem. Também são previstas melhorias no modo professor, níveis de dificuldade para o oponente e uma ferramenta de autoria de *decks*. Modelos de IA generativa poderão ser explorados como apoio à autoria inicial de conteúdos, desde que submetidos à revisão humana e à validação pedagógica.

Referências

Ausubel, D. P. (2000). *The Acquisition and Retention of Knowledge: A Cognitive View*. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht.

Berbel, N. A. N. (2011). As metodologias ativas e a promoção da autonomia de estudantes. *Semina: Ciências Sociais e Humanas*, 32(1):25–40.

Diestel, R. (2017). *Graph Theory*. Springer, Berlin, Heidelberg, 5 edition.

Dörner, R., Göbel, S., Effelsberg, W., and Wiemeyer, J., editors (2016). *Serious Games: Foundations, Concepts and Practice*. Springer International Publishing, Cham.

Fernández Galeote, D., Sicevic, N., Legaki, N.-Z., and Hamari, J. (2024). Changing climate change mental models through game-based learning: A controlled experiment involving cognitive mapping. *Proceedings of the ACM on Human-Computer Interaction*, 8(CHI PLAY):1–28.

Hattie, J. and Timperley, H. (2007). The power of feedback. *Review of Educational Research*, 77(1):81–112.

Lawsin, N. L. P. (2023). TAXOCARD game in promoting concept retention in mastering animal classification. *American Journal of Innovation in Science and Engineering*, 2(1):69–75.

Maxim, R. I. and Arnedo-Moreno, J. (2025). Identifying key principles and commonalities in digital serious game design frameworks: Scoping review. *JMIR Serious Games*, 13:e54075.

Novak, J. D. and Cañas, A. J. (2008). The theory underlying concept maps and how to construct and use them. Technical Report IHMC CmapTools 2006-01 Rev 2008-01, Institute for Human and Machine Cognition.

Sarinho, V. T., Azevedo, G. S. d., and Boaventura, F. M. B. (2018). Askme: A feature-based approach to develop multiplatform quiz games. In *Proceedings of SBGames 2018*, pages 389–396, Foz do Iguaçu, Brazil. SBC. Computing Track – Full Papers.

Vieira, W. d. N., Sousa, R. R. d., Gonçalves, S. M. N., and Silva, V. M. L. (2025). Desenvolvimento de um jogo sério quiz educacional para a educação básica. Trabalho de Conclusão de Curso, Universidade Federal Rural do Semi-Árido.

Wouters, P., van Nimwegen, C., van Oostendorp, H., and van der Spek, E. D. (2013). A meta-analysis of the cognitive and motivational effects of serious games. *Journal of Educational Psychology*, 105(2):249–265.