

Submission: 27/08/2024;
Camera ready: 11/06/2025;

1st round notif.: 31/01/2025;
Edition review: 09/07/2025;

New version: 26/02/2025;
Available online: 09/07/2025;

2nd round notif.: 05/06/2025;
Published: 09/07/2025;

Pensamento Computacional e Mecânicas de Jogos Sérios: Um Estudo de Caso sobre a Linha da Decomposição

Title: *Computational Thinking and Serious Game Mechanics: A Case Study on the Decomposition Line*

Título: *Pensamiento Computacional y Mecánicas de Juegos Serios: Un Estudio de Caso sobre la Línea de Descomposición*

André Luis Macedo Caruso
Instituto Federal Sul-Rio-Grandense
Universidade Federal de Pelotas
ORCID: [0000-0002-1292-779X](https://orcid.org/0000-0002-1292-779X)
andre.caruso@inf.ufpel.edu.br

Simone André da Costa Cavalheiro
Universidade Federal de Pelotas
ORCID: [0000-0002-7442-7379](https://orcid.org/0000-0002-7442-7379)
simone.costa@inf.ufpel.edu.br

Marilton Sanchotene de Aguiar
Universidade Federal de Pelotas
ORCID: [0000-0002-5247-6022](https://orcid.org/0000-0002-5247-6022)
marilton@inf.ufpel.edu.br

Resumo

As primeiras décadas do século XXI evidenciaram a crescente dependência da sociedade em relação à tecnologia, intensificada pela Inteligência Artificial e pela pandemia de COVID-19, que transferiu muitas atividades para o ambiente remoto. Nesse contexto, a educação deve incluir o desenvolvimento do Pensamento Computacional (PC) para formar cidadãos capazes de resolver problemas que possam ser processados por computadores. A promoção do PC, que já faz parte da Base Nacional Comum Curricular, é fundamental para preparar os estudantes tanto para o mercado de trabalho quanto para viver em uma sociedade digital. Esse cenário impõe à educação tradicional a necessidade de se adaptar às exigências dos Nativos Digitais (ND), que nem sempre respondem de forma eficaz às práticas convencionais de ensino. Frequentemente, há um conflito entre os métodos de ensino adotados por instrutores, geralmente Imigrantes Digitais, e as expectativas dos ND, que estão habituados a uma vida constantemente conectada. Nesse panorama, os Jogos Sérios surgem como uma abordagem promissora para desenvolver o PC, promover habilidades do século XXI e atrair os ND. No entanto, ainda não existe uma relação conceitual bem estabelecida entre essas áreas. Este trabalho avança na investigação de uma relação semântica entre mecânicas de jogos sérios e as linhas do PC. Um estudo de caso é realizado para a linha da Decomposição (DEC), demonstrando que designers e jogadores identificam a possibilidade de compor, decompor, inter-relacionar e reutilizar (ações relacionadas à DEC) ao manipular as mecânicas de Behavioural Momentum, Tile-Based Movement e Role-Playing. Essas relações, identificadas em um mapeamento semântico, foram previamente corroboradas por um painel de especialistas.

Palavras-chave: Pensamento Computacional; Mecânicas de Jogos; Jogos Sérios;

Abstract

The first decades of the 21st century have highlighted society's growing dependence on technology, intensified by Artificial Intelligence and the COVID-19 pandemic, which shifted many activities to remote environments. In this context, education must include the development of Computational Thinking (CT) to form citizens capable of solving problems that can be processed by computers. Promoting CT, which is already part of the National Common Curricular Base, is essential for preparing students both for the job market and for living in a digital society. This scenario demands that traditional education adapt to the needs of Digital Natives (DN), who do not always respond effectively to conventional teaching practices. Often, there is a conflict between the teaching methods adopted by instructors, usually Digital Immigrants, and the expectations of DN, who are accustomed to a constantly connected life. Considering this backdrop, Serious Games emerge as a promising approach to developing CT, promoting 21st-century

Cite as: Caruso, A. L. M., Cavalheiro, S. A. C. & Aguiar, M. S. (2025). Pensamento Computacional e Mecânicas de Jogos Sérios: Um Estudo de Caso sobre a Linha da Decomposição. Revista Brasileira de Informática na Educação, vol.33, 692–721. <https://doi.org/10.5753/rbie.2025.4877>.

skills, and engaging DN. However, there is still no well-established conceptual relationship between these areas. This work advances the investigation of a semantic relationship between serious game mechanics and the lines of CT. A case study is conducted for the Decomposition (DEC) line, demonstrating that designers and players identify the possibility of composing, decomposing, interrelating, and reusing (actions related to DEC) when manipulating the mechanics of Behavioural Momentum, Tile-Based Movement, and Role-Playing. These relationships, identified in a semantic mapping, were previously corroborated by a panel of specialists.

Keywords: Computational Thinking; Game Mechanics; Serious Games;

Resumen

Las primeras décadas del siglo XXI han evidenciado la creciente dependencia de la sociedad respecto a la tecnología, intensificada por la Inteligencia Artificial y la pandemia de COVID-19, que trasladó muchas actividades al entorno remoto. En este contexto, la educación debe incluir el desarrollo del Pensamiento Computacional (PC) para formar ciudadanos capaces de resolver problemas que puedan ser procesados por computadoras. La promoción del PC, que ya forma parte de la Base Nacional Común Curricular, es fundamental para preparar a los estudiantes tanto para el mercado laboral como para vivir en una sociedad digital. Este escenario impone a la educación tradicional la necesidad de adaptarse a las exigencias de los Nativos Digitales (ND), que no siempre responden de manera eficaz a las prácticas de enseñanza convencionales. Con frecuencia, existe un conflicto entre los métodos de enseñanza adoptados por los instructores, generalmente Inmigrantes Digitales, y las expectativas de los ND, quienes están acostumbrados a una vida constantemente conectada. En este panorama, los Juegos Serios emergen como un enfoque prometedor para desarrollar el PC, promover las habilidades del siglo XXI y atraer a los ND. Sin embargo, aún no existe una relación conceptual bien establecida entre estas áreas. Este trabajo avanza en la investigación de una relación semántica entre las mecánicas de juegos serios y las líneas del PC. Se lleva a cabo un estudio de caso para la línea de Descomposición (DEC), demostrando que los diseñadores y jugadores identifican la posibilidad de componer, descomponer, interrelacionar y reutilizar (acciones relacionadas con DEC) al manipular las mecánicas de Behavioural Momentum, Tile-Based Movement y Role-Playing. Estas relaciones, identificadas en un mapeo semántico, fueron previamente corroboradas por un panel de expertos.

Palabras clave: Pensamiento Computacional; Mecánicas de Juegos; Juegos Serios;

1 Introdução

A segunda década do século XXI foi marcada pelo aprofundamento e aceleração da dependência tecnológica da sociedade. Diversos fatores sociais e tecnológicos contribuíram para esse fenômeno, como a explosão da Inteligência Artificial (IA) (Jiang et al., 2022; Judijanto, 2025), que permitiu a automação de tarefas antes impossíveis para máquinas, e a pandemia de COVID-19, que forçou a migração de muitas atividades presenciais para o ambiente remoto, utilizando recursos digitais como videochamadas (Grinin et al., 2022).

Esse cenário destaca a necessidade urgente de modernização da educação tradicional, de forma a abraçar a revolução digital. As novas gerações, denominadas Nativos Digitais (ND) por Prensky (2010), não respondem bem às práticas pedagógicas convencionais. Acostumados com uma conexão constante e o consumo ativo de múltiplas mídias, os ND demandam metodologias ativas que coloquem o aluno no centro do processo de ensino-aprendizagem (Andrade et al., 2020; Zubaidi & Velusamy, 2025).

Para preparar a sociedade do futuro, é essencial formar cidadãos capazes de resolver problemas de forma que possam ser executados por computadores, promovendo o desenvolvimento do Pensamento Computacional (PC) (Kong, 2019; Rusmin et al., 2024). Parte integrante do Complemento à Base Nacional Comum Curricular (BNCC) em Computação (BNCC, 2022; Sassi et al., 2023), o PC é crucial para a formação de estudantes preparados para o mercado de trabalho e para uma convivência em uma sociedade cada vez mais digitalizada nas próximas décadas.

1.1 Motivação

A solução de problemas é uma habilidade essencial para o século XXI, abrangendo criatividade, comunicação, alfabetização em TIC, colaboração, gerenciamento de conflitos, flexibilidade e pensamento crítico (Gurbuz & Celik, 2022; Rahman, 2019). Esta habilidade está intrinsecamente ligada ao Pensamento Computacional, como descrito por (Papert, 1980, 1996) e popularizado por (Wing, 2006), que enfatiza a importância da abstração, decomposição e pensamento algorítmico na solução de problemas em diversas áreas do conhecimento, por meio de recursos computacionais.

Um dos maiores desafios da educação atual é a discrepância entre as metodologias de ensino adotadas em sala de aula e as expectativas dos ND, o que frequentemente leva ao desinteresse e à falta de motivação dos estudantes (J. A. Santos, 2021; Silva, 2023). Os ND, acostumados a um ambiente digital conectado e multitarefas, enfrentam dificuldades para se adaptar aos métodos de ensino tradicionais, nos quais os docentes recorrem a abordagens consideradas ultrapassadas e pouco alinhadas às novas dinâmicas de aprendizagem (Lima et al., 2025). Esse problema, levantado por Prensky, 2001, ainda se perpetua nos dias de hoje (Lima et al., 2025; Marques, 2024).

Na contemporaneidade, a educação tem sido definida pela ruptura nos processos clássicos de transmissão de conhecimentos, dando lugar a uma aprendizagem cada vez mais ativa, voltada ao estudante e que permite a inserção de metodologias (cri)ativas de ensino e aprendizagem (Vaz et al., 2025). As novas gerações cresceram imersas na era digital, o que lhes proporcionou familiaridade e domínio sobre a tecnologia desde cedo. Como resultado, os estudantes e jovens profissionais atuais demonstram maior agilidade, dinamismo e facilidade para lidar com ferramentas

tecnológicas. Para engajar os ND e potencializar seu entusiasmo e capacidade de aprendizagem, é essencial que o ensino acompanhe essa transformação, integrando recursos tecnológicos ao processo de ensino-aprendizagem de forma estratégica e inovadora (S. M. A. V. Santos et al., 2024).

Uma abordagem promissora para superar este desafio é a aplicação de Jogos Sérios (JS), que oferecem oportunidades de aprendizado ativo e atraente para os ND. Os JS podem desenvolver habilidades do século XXI, especialmente a solução de problemas e o PC, incentivando o pensamento crítico, a discussão e a tomada de decisões (Candrawati, 2025; Gurbuz & Celik, 2022). Um design de jogos bem elaborado pode facilitar o aprendizado ao integrar o processo educativo com princípios pedagógicos fundamentais, como feedback imediato, personalização e ajuste de dificuldade. Esses elementos contribuem para a criação de um ambiente de aprendizado mais envolvente e eficaz (Laakso et al., 2021; Wang et al., 2023).

Além disso, o design de jogos pode fomentar o desenvolvimento de habilidades específicas do PC, como decomposição, reconhecimento de padrões, abstração, design de algoritmos e visualização de dados (Wang et al., 2023; C.-H. Wu et al., 2025; M. L. Wu & Richards, 2011). Ao engajar os alunos em atividades desse tipo, eles são desafiados a pensar logicamente, identificar padrões, desenvolver estratégias passo a passo e representar visualmente informações complexas (Gurbuz & Celik, 2022). Essas habilidades são essenciais para a solução de problemas gerais e podem ser aprimoradas por meio dessa abordagem.

1.2 Justificativa

O uso de mecânicas de jogos para desenvolver o PC é um domínio ainda pouco explorado, especialmente pela ausência de uma relação conceitual bem estabelecida entre essas duas áreas. Ao integrar o PC à aprendizagem baseada em jogos, cria-se uma poderosa ferramenta de motivação para os ND, que, em sua maioria, são gamers. Esses estudantes encontram nos videogames um envolvimento criativo e profundo, algo que realizam com competência e entusiasmo (Checa-Romero & Gimenez-Lozano, 2025; Prensky, 2003). O grande interesse dos ND por jogos e o fato de estes serem plataformas atraentes para os jovens (Checa-Romero & Gimenez-Lozano, 2025; Nipo et al., 2022) destacam a necessidade de estudos que investiguem a interseção entre PC e jogos.

Embora existam algumas iniciativas que propõem o uso de JS para a promoção do PC, muitas limitam o seu desenvolvimento ao ensino de algoritmos ou programação. Ensinar apenas essas disciplinas, sem considerar outros componentes do PC, não é suficiente para desenvolver plenamente essa competência nos alunos. É fundamental compreender que o PC vai além do pensamento algorítmico (Duckworth & Fraillon, 2024; Li et al., 2020). O PC é uma metodologia focada em estruturar o pensamento para a formulação de soluções que possam ser executadas por sistemas computacionais. Embora ainda seja um conceito em evolução e sujeito a debates, diversos pesquisadores sugerem que desenvolver o PC dos alunos vai além de introduzi-los aos conceitos básicos de informática (Barbero et al., 2020; Duckworth & Fraillon, 2024; Kalelioglu et al., 2016; Li et al., 2020; Wing, 2006).

1.3 Trabalhos Relacionados

Pesquisas recentes exploram a relação entre as habilidades do PC e os JS na educação. Zabot et al., 2020 conduziram um mapeamento sistemático com o objetivo de identificar elementos que

promovem habilidades do PC no uso de jogos digitais. A análise levou à categorização dos jogos e à identificação de ações recorrentes, como: a simulação de personagens durante a execução de um código; a formulação de estratégias de resolução de problemas; o uso de laços de repetição; o reconhecimento de padrões de movimento; a segmentação de percurso em fragmentos; entre outras. Essas ações foram relacionadas ao desenvolvimento de habilidades como depuração, raciocínio algorítmico, automação, generalização e decomposição, destacando seu potencial para fortalecer o PC por meio dos jogos digitais.

Nessa mesma linha, uma revisão sistemática da literatura sobre jogos educacionais para estudantes do Ensino Fundamental encontrou efeitos positivos na aquisição de habilidades do PC e na compreensão de conceitos de programação (Giannakoulas & Xinogalos, 2024). Cada um dos 61 estudos analisados foi relacionado aos conceitos do PC que aborda, sendo pensamento algorítmico, decomposição, abstração, reconhecimento de padrões e modularidade os mais frequentemente tratados. Por sua vez, em (Kazimoglu, 2020), um jogo sério projetado para aprimorar as habilidades do PC mostrou melhorias estatisticamente significativas na confiança, motivação e conhecimento dos alunos sobre conceitos de programação. Outro estudo (Kosmas et al., 2022), realizado em cinco países, analisou as necessidades e interesses dos estudantes para o uso de jogos no contexto do PC, fornecendo percepções essenciais, considerações e implicações para o design, desenvolvimento e uso de jogos em contextos educacionais. Esses achados sugerem um grande potencial dos JS para promover habilidades do PC e o conhecimento de programação em diversos níveis educacionais.

Mais próximo da metodologia proposta neste artigo, Martoglia e Pontiroli, 2021 exploram a aplicação de técnicas de análise de dados e aprendizado de máquina (explicável) para compreender melhor os jogos e descobrir novas características que possam ser úteis em diferentes domínios socialmente relevantes. A viabilidade da abordagem é demonstrada por meio da coleta de um grande conjunto de dados sobre jogos de tabuleiro e da criação de um pipeline de processamento de informações para descobrir automaticamente categorias de jogos e mecânicas, com resultados iniciais promissores. O trabalho destaca o grande potencial de expandir essa abordagem para outros tipos de jogos e de descobrir aspectos como, por exemplo, jogos ou recursos que possam promover de forma mais eficaz o PC na educação.

1.4 Objetivo e Organização

Diferenciando-se dos estudos relacionados, este trabalho avança na investigação de uma relação semântica entre mecânicas de jogos sérios e as linhas do PC. Um estudo de caso é realizado para a linha da Decomposição (DEC), demonstrando que designers e jogadores identificam a possibilidade de compor, decompor, inter-relacionar e reutilizar (ações relacionadas à DEC) ao manipular mecânicas específicas. Essas relações, identificadas em um mapeamento semântico, foram previamente corroboradas por um painel de especialistas (Caruso et al., 2023).

O artigo está organizado como segue. A Seção 2 apresenta a fundamentação teórica do trabalho. Já, o processo realizado para o mapeamento semântico é sintetizado na Seção 3. O estudo de caso é detalhado na Seção 4 e seus resultados discutidos na Seção 5. Por fim, a Seção 6 traz as considerações finais e faz o delineamento de trabalhos futuros.

2 Fundamentação Teórica

Esta seção resume os referenciais teóricos adotados neste trabalho: na Subseção 2.1, são apresentadas as linhas do PC consideradas; na Subseção 2.2, introduz-se a abordagem conceitual utilizada no design de jogos; e na Subseção 2.3, são delineadas as mecânicas abordadas neste estudo.

2.1 Linhas do Pensamento Computacional

B. A. Silva Junior, 2020 buscou definir de forma objetiva o que é o Pensamento Computacional. Esse trabalho incluiu uma Revisão Sistemática da Literatura (RSL) de 19 outras RSLs sobre PC, além de uma RSL de 28 trabalhos que apresentavam definições do conceito. Com base nessa pesquisa abrangente e aprofundada, optou-se por adotar a proposta de Linhas do Pensamento Computacional (LPC) sugerida pelos autores.

Segundo o autor (*ibid.*), as Linhas do Pensamento Computacional (LPC) não são construídas sobre o termo que as nomeia, mas em torno dele. Optou-se por adotar essa conceituação para descrever o PC não apenas por sua abrangência e fundamentação sólida, mas também porque o autor associa explicitamente uma das dimensões do PC a um conjunto de habilidades de propósito geral voltadas à solução de problemas. Esse sistema de linhas, além de facilitar a organização do conceito, esclarece seus diferentes vieses e interpretações, e ainda se mostra compatível com a ideia de mecânicas de jogos no contexto do Game Design (i.e., a parte “mais tangível” de um jogo) (R. C. Silva Junior, 2021).

Tabela 1: Linhas do PC e seus Tópicos.

Linha do PC	Termos Relacionados
Abstração	Abstrair (raso); abstrair (profundo); reconhecer padrões; generalizar; camadas de abstração.
Algoritmos	Realizar passos e iterações; controlar fluxo; paralelizar; detectar deadlocks; sincronizar; detectar disputa de recursos.
Automação	Simular; instruir; desenvolver; tinkering.
Avaliação	Examinar detalhadamente; julgar propriedades; prever; depurar; reorganizar.
Dados	Capturar informação; representar informação; transformar informação; analisar informação; visualizar informação; interpretar informação.
Decomposição	Compor; decompor; integrar; inter-relacionar; interface; emergir; reusar.

As linhas do PC propostas, bem como os tópicos relacionados, estão descritos na Tabela 1. Por exemplo, na Linha da Decomposição (DEC), de acordo com (B. A. Silva Junior, 2020), o contraste entre o todo e a parte ganha destaque. A decomposição quebra o todo em partes. A composição monta as partes em um todo. Novas partes podem ser integradas em conjuntos existentes. Uma parte responsável por interagir com o ambiente externo é uma interface. As partes estabelecem diversas relações entre si dentro do sistema, que devem ser consideradas na hora de decompô-las/compô-las. O reaproveitamento de partes costuma fazer a decomposição valer a pena. A decomposição pode levar à recursão quando as partes são de natureza semelhante ao todo. Enquanto a composição pode levar à emergência, quando o todo tem uma característica/-

comportamento que nenhuma das partes tem. As demais relações são detalhadas e estabelecidas em (B. A. Silva Junior, 2020).

2.2 MDA

O modelo *Mechanics - Dynamics - Aesthetics* (MDA) é composto por três camadas com as quais se busca definir características comuns a qualquer jogo (Hunicke et al., 2004):

Mecânicas (mechanics) – descrevem os componentes específicos de um jogo, no nível da representação de dados e algoritmos;

Dinâmicas (dynamics) – descrevem o comportamento em tempo de execução das mecânicas agindo conforme as ações, ou entradas, do jogador e as reações, ou saídas que produzem;

Estéticas (aesthetics) – descrevem as respostas emocionais que se deseja despertar no jogador quando este interage com o jogo.

Os componentes do MDA podem ser vistos tanto pela perspectiva do designer quanto pela do jogador: “a partir da perspectiva do Designer, as mecânicas dão origem ao comportamento dinâmico do sistema, que leva a experiências estéticas específicas”. Olhando pela perspectiva do jogador, as estéticas definem o tom, que nasce das dinâmicas observáveis e, eventualmente, das mecânicas utilizadas. Conforme (Schreiber, 2009), pode-se pensar em um jogo como uma esfera (ilustrado na Figura 1), com a Mecânica no centro, a Dinâmica ao seu redor e a Estética na superfície, de forma que cada camada cresce a partir daquela que está dentro dela. A visão do *game designer* e do jogador dão-se em sentidos opostos: o primeiro enxergando as mecânicas diretamente e o segundo percebendo as estéticas.

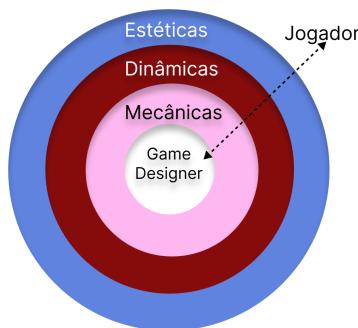


Figura 1: *Game designer* vs jogador.

O MDA é uma estrutura que suporta uma abordagem iterativa para projetar e ajustar um jogo. Ao ter as respostas emocionais desejadas definidas, permite ao designer de jogos raciocinar explicitamente sobre esses objetivos, identificar dinâmicas para apoiá-los e definir as mecânicas em conformidade (R. C. Silva Junior, 2021).

As mecânicas são a parte “mais tangível” do jogo, ainda que nos jogos digitais existam apenas como código. Nos jogos eletrônicos, ou digitais, as mecânicas são o equivalente aos métodos ou funções, codificadas diretamente pelos programadores, já em jogos de tabuleiro, as

mecânicas são comumente associadas às regras impressas no manual. É importante salientar que cada mecânica pertence a uma entidade, um personagem, item, ou inimigo do jogo. Por exemplo: em “Super Mario Bros.”, o herói Mario possui as mecânicas de pular, correr e abaixar-se. Já os Goombas, inimigos que lembram cogumelos, possuem a mecânica de andar horizontalmente de um lado para o outro. Mecânicas obrigatoriamente participam da geração de pelo menos uma dinâmica. Não é permitido que uma mecânica leve diretamente a uma estética. As estéticas são as sensações que o *game designer* deseja provocar no jogador, invocadas sempre indiretamente a partir das dinâmicas que, nascem de outras dinâmicas ou mecânicas.

2.3 Mecânicas em Jogos Sérios

Com o intuito de identificar as principais mecânicas envolvidas no projeto de jogos sérios buscou-se a seguinte *string* no metabuscador Google Acadêmico, limitando-se as buscas à língua inglesa e às datas maiores ou iguais a 2018.

(“serious gaming” AND “game mechanics” AND (SLR OR “Systematic review”))

Após a aplicação de seus critérios de seleção, o autor selecionou 205 artigos a serem analisados, a fim de identificar os elementos mais comuns nos games, sejam eles mecânicas ou outros componentes. Dos diversos resultados retornados, chamou a atenção o estudo “*Serious Gaming for Behaviour Change: A Systematic Review*” de (Hammady & Arnab, 2022), tanto pela sua recente publicação, março de 2022, quanto pela relevância, estando no topo da lista. O trabalho é uma Revisão Sistemática de Literatura centrada em intervenções baseadas em games com o intuito de mudança de comportamento em áreas como saúde, psicologia e educação. Segundo os autores, muitas RSLs medem a eficácia dos jogos na mudança de comportamentos, mas não consideram as características do jogo envolvidas no processo do GD, para estimular a mudança de comportamento.

Destaca-se também o trabalho intitulado “*Mapping learning and game mechanics for serious games analysis*” (Arnab et al., 2015), o qual cita o framework *Learning Mechanics – Game Mechanics* (LM-GM) descrito em (T. Lim et al., 2015). LM-GM é um acrônimo que significa “mecânica de aprendizagem” – “mecânica de jogo”. A mecânica de aprendizagem de um jogo sério refere-se aos seus objetivos educacionais ou de treinamento e aos métodos e técnicas usados para atingir esses objetivos, enquanto a mecânica de um jogo sério diz respeito aos elementos de jogabilidade que tornam o jogo divertido para o jogador. O LM-GM sugere que um jogo sério de sucesso deve equilibrar a mecânica de aprendizado e a mecânica do jogo para maximizar a eficácia do conteúdo educacional ou de treinamento, além de proporcionar uma experiência de jogo agradável (Arnab et al., 2015).

O framework, apresentado na Figura 2, além de abordar as mecânicas de jogos e as mecânicas de aprendizado, os inter-relaciona. O modelo tem dois eixos. No horizontal encontram-se as LM e a GM de maneira análoga a uma busca do tipo *breadth-first*. Os componentes principais são descritos verticalmente a partir dos dois nós raiz, LM e GM respectivamente, de forma semelhante a uma pesquisa *depth-first*. Os nós laterais representam mecânicas funcionais que suportam o núcleo. Dado que o objetivo deste trabalho é inter-relacionar as mecânicas de jogos com as linhas do PC, com foco no desenvolvimento de habilidades para a solução de problemas, considerou-se

apropriado basear-se em um estudo que já estabeleça conexões entre essas mecânicas e processos de aprendizagem.

Mecânicas de aprendizado			Mecânicas de jogo		
Instrução	Guia		Momento comportamental	Representação de Papéis	
Demonstração	Participação	Ações / Tarefas	Cooperação	Colaboração	
Generalização / Discriminação	Observação	Retorno	Seleção / Coleta	Fichas e cartas	Bens / Informação
	Perguntas e respostas			Informação em cascata	Cenas de corte / história
Exploração	Identificação	Descoberta		Perguntas e respostas	Descoberta em comunidade
	Planejamento	Objetificação	Estratégia / planejamento	Manejo de recursos	Eficiência de Pareto
Hipótese	Experimentação		Captura / eliminação	Quadros / grades	Jogo infinito
	Repetição		Turnos de jogo	Pontos de ação	Níveis
	Reflexão / discussão	Análise	Pressão do tempo	Interações pavlovianas	Retorno
	Imitação	Sombreamento		Efeito protegido	Meta-jogo
Simulação	Modelagem		Design / edição	Movimento	Simulação / resposta
Tutorial	Medição		Tutorial	Medição	Realismo
	Competição			Competição	
Motivação	Apropriação	Responsabilidade final	Otimismo urgente	Apropriação	
	Responsabilidade	Incentivo	Recompensas / penas	Estado	Viralidade

Figura 2: *Framework LM-GM*. Fonte: Adaptado e Traduzido de (T. Lim et al., 2015).

3 Mapeamento Semântico

Nesta seção descreve-se o processo de identificação das relações entre as LPC e as mecânicas de jogos sérios.

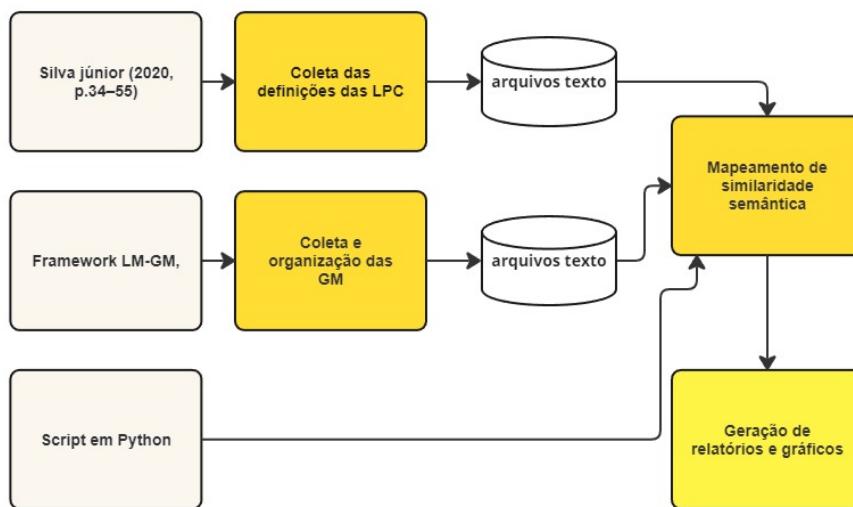


Figura 3: Etapas para o Mapeamento Semântico.

3.1 Visão geral

A Figura 3 sintetiza as etapas desenvolvidas neste processo. Inicialmente, realizou-se um mapeamento por similaridade semântica entre os componentes do *Framework LM-GM* (T. Lim et al., 2015) e as definições das LPC (B. A. Silva Junior, 2020). Considerando que são seis definições das LPC a serem comparadas a 32 definições de GM, a fim de reduzir o número de possibilidades, optou-se pela aplicação de uma rede BERT (Devlin et al., 2019). Para tal foram considerados os pares que apresentaram mais de 50% de similaridade semântica, selecionando-se a LPC que teve o melhor escore no pareamento com cada GM, conforme a Figura 4. Assim, reduziu-se o número de pares de relações entre LPC e mecânicas de 192 para 55.

PC	type	Mechanics	Mech_desc	score	modelo
58	Automation	GM	Action Points	Control what the user may do during their turn...	0.598422 gtr-t5-xl
1	Abstraction	GM	Appointment	A mechanic in which to succeed a "player" must...	0.604885 gtr-t5-xl
118	Decomposition	GM	Behavioral Momentum	Used to give confidence and motivate players t...	0.558755 gtr-t5-xl
3	Abstraction	GM	Capture-Eliminate	The strength of the player is defined by how m...	0.636339 gtr-t5-xl
4	Abstraction	GM Cascading Information, Cut Scene, Story		Information released in minimal snippets to ga...	0.648183 gtr-t5-xl

Figura 4: Escores parciais LPC versus Game Mechanics.

A análise semântica foi realizada a partir da comparação dos textos com as definições de cada LPC e seus tópicos contra os textos das definições de cada uma das GM. O experimento foi realizado com um script em Linguagem Python e aplicou-se a BERT pré-treinada com vários conjuntos de dados, sendo que o “gtr-t5-xl”¹ foi o que produziu os melhores coeficientes de similaridade, encontrando-se pelo menos uma instância de cada LPC compatível com pelo menos uma GM. Segundo a Hugging Face, empresa que disponibiliza uma série de modelos pré-treinados e prontos para o uso, gtr-t5-xl é um modelo de transformadores de sentenças, pois ele mapeia sentenças e parágrafos para um espaço vetorial denso de 768 dimensões. O modelo foi treinado especificamente para a tarefa de busca semântica.

Após a realização do mapeamento semântico, deu-se início ao processo de análise dos resultados obtidos. A DEC foi a linha adotada em nossa prova de conceito. Dessa forma, descartaram-se os pares LPC × GM onde a LPC diferiu de “Decomposition”. Para isso, realizou-se uma verificação manual das relações resultantes pela BERT, descrevendo (quando encontrada) uma justificativa para o mapeamento identificado. Por fim, foi realizado um processo de validação das relações estabelecidas, por meio de um painel de especialistas (Caruso et al., 2023), bem como foram gerados e descritos via Gráficos e Tabelas, os resultados obtidos de forma automática.

A descrição das etapas envolvidas no processo de identificação das relações DEC × GM são detalhadas na próximas subseções.

¹ Disponível em <https://huggingface.co/sentence-transformers/gtr-t5-xl>

3.2 Coleta das definições das LPC

O texto para a definição das LPC foi obtido a partir das definições de (B. A. Silva Junior, 2020, p.34–55). Cada definição foi armazenada como uma linha em um arquivo texto no formato CSV².

3.3 Coleta e organização das GM

As definições das GM que compõem o *Framework LM-GM*, em sua grande maioria, estão descritas em (T. Lim et al., 2013). As definições faltantes ou incompletas foram buscadas na literatura (retiradas de (Kritz et al., 2017), (Patino et al., 2016), (Anderson, 2015) e (Schonfeld, 2010)). Procurou-se manter o texto das definições com comprimentos similares, a fim de evitar introduzir vieses na análise semântica da rede BERT. Cada definição ficou caracterizada como um texto curto, com um parágrafo em média. Todas as GMs foram armazenadas em arquivos texto no formato CSV, com cada linha contendo uma definição.

3.4 Criação de script em linguagem Python

Os arquivos CSV contendo as GM foram importados pelo *script* em conjunto com o arquivo das definições das LPC. Os três arquivos foram convertidos em listas em RAM a fim de serem posteriormente processados. O processamento das definições das GM pelo *script* deu-se a partir de dois laços *for* encadeados: o primeiro tratando das LPC e o segundo da definição de cada GM conforme apresentado na Figura 5.

```

30 #processamento das GM
31 #pega cada LPC
32 for P in textoPC:
33     #cria o embedding do parágrafo da definição da LPC
34     emb1 = model.encode(P,convert_to_tensor=True)
35     mPC = dfPC.loc[dfPC['Description'] == P].Mechanics.item()
36     #pega a definição de cada GM
37     for G in textoGM:
38         mGM = dfGM.loc[dfGM['Description'] == G].Mechanics.item()
39         #cria o embedding da definição da GM
40         emb2 = model.encode(G, convert_to_tensor=True)
41         #calcula a similaridade semântica a partir da distância do Cosseno entre
42         #emb1 e emb2
43         s = util.cos_sim(emb1, emb2)
44         s = s.item()
45         #guarda o resultado
46         aux.append([mPC,"GM",mGM,G,s,MODELCOS[modeloEscolhido]])
47 #cria um dataframe com todas as medidas semânticas obtidas
48 df = pd.DataFrame(aux,columns=['PC','type','Mechanics','Mech_desc','score','modelo'])

```

Figura 5: Script Python: laço principal.

Após percorridos os laços de processamento GM versus LPC, foi criado um *dataframe*, ilustrado na Figura 6, contendo o nome de cada GM (coluna *Mechanics*), sua descrição (coluna *Mech_desc*), a LPC relacionada (coluna PC) e o correspondente escore de similaridade semântica (coluna *score*).

²O conceito de decomposição e das GMs considerados está disponível em https://drive.google.com/file/d/1SV_xw0-zxkN88jeUZ4c-26a7MuuYN9uN/view?usp=sharing

PC	type	Mechanics	Mech_desc	score
Automation	GM	Infinite Gameplay	Games that have no explicit end. Most applicab...	0.513511
Algorithm	GM	Ownership (GM)	Used to create loyalty of the gaming pool. The...	0.519075
Decomposition	GM	Virality	Mechanics to grow player base which if done ri...	0.527893
Data	GM	Status	Provides a sense of belonging or meaningful em...	0.535715
Abstraction	GM	Pavlovian Interaction	Follows the methodology 'easy to learn, hard t...	0.536609
Automation	GM	Urgent Optimism	Used to elicit a desire to act immediately to ...	0.542224
Decomposition	GM	Tile-Laying	Often drawn by the player for strategic positio...	0.547916
Abstraction	GM	Meta-Game Mechanic	Rewards or improvements that can be earned dur...	0.557668
Automation	GM	Maneuvering (Physical Movement)	Controlling the movement of game elements in r...	0.557763
Decomposition	GM	Behavioral Momentum	Used to give confidence and motivate players t...	0.558755
Evaluation	GM	Rewards	Feedback a player would receive for a worthy a...	0.560933
Abstraction	GM	Questions and Answers	Used within the gaming environment as a basic,...	0.570629
Automation	GM	Game Turns	A segment of the game set aside for certain ac...	0.574613
Algorithm	GM	Cooperation-Collaboration	In cooperative games, the mechanics require pl...	0.576141
Automation	GM	Pareto Optimal	A mechanic where the outcome is one in which n...	0.584663
Decomposition	GM	Competition	Competition could mean a player against the ot...	0.586015
Decomposition	GM	Design-editing	We define this game mechanics as the possibili...	0.591394

Figura 6: Dataframe (parcial).

3.5 Geração de relatórios de totalização, tabelas de resultados e gráficos

O gráfico de dispersão da Figura 7 apresenta a relação entre GM (eixo vertical) e o escore de similaridade, eixo horizontal, sendo que a cor dos pontos denota a LPC conforme a legenda.

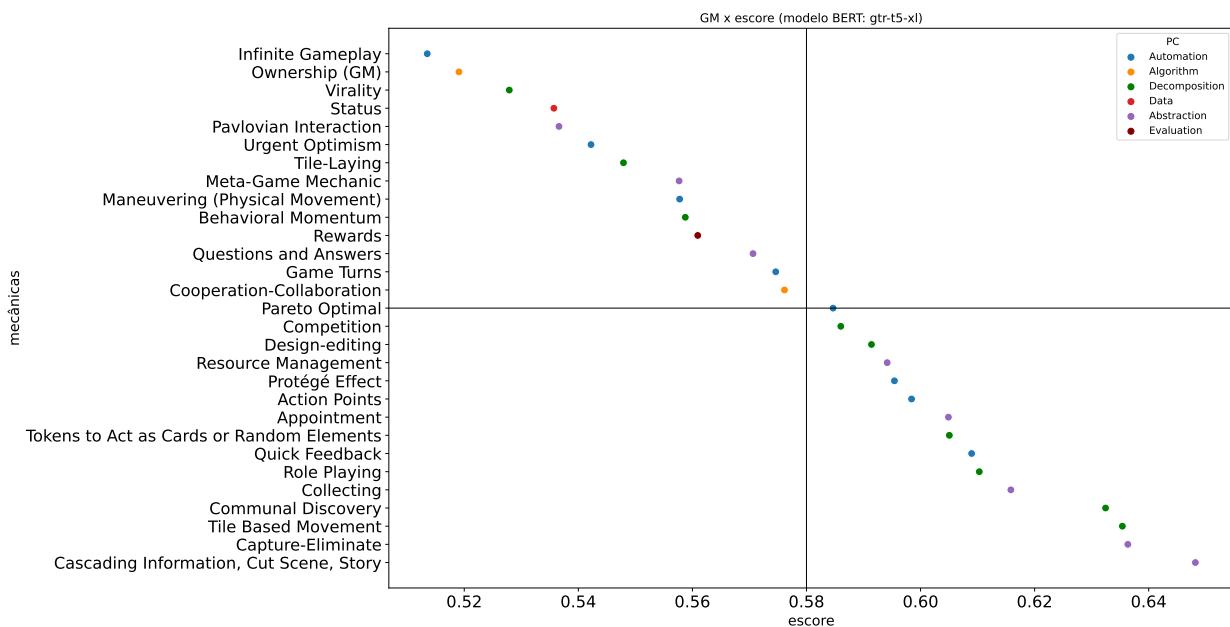


Figura 7: GM × PC: escores de similaridade.

A distribuição dos pontos plotados no quadrante inferior à direita indica que os escores de similaridade mais altos estão associados às LPC “Abstraction” (roxo), “Decomposition” (verde) e

“Automation” (azul). Essa distribuição sugere que estas são as LPC que tem maior compatibilidade semântica com as respectivas GMs.

A Figura 8 exibe o mapa de calor que relaciona GM e LPC. O eixo vertical contém as GM e o eixo horizontal as LPC, das quais melhor pontuaram: “Abstraction”, que obteve o escore mais alto com 0,65 relacionada à GM “Cascading Information, Cut Scene, Story”, seguida da segunda mais bem colocada a LPC “Decompositon” com score 0,64 relacionado à GM ‘‘Tile Based Movement’’. Em terceira colocação ficou a LPC “Automation” atingindo o score 0,61 em relação à GM “Quick Feedback”. Logo em seguida ficaram as LPC “Algorithm” com score 0,58 para “Cooperation-Collaboration”, “Evaluation” com score 0,56 para “Rewards” e finalmente “Data” com escore 0,54 para “Status”.

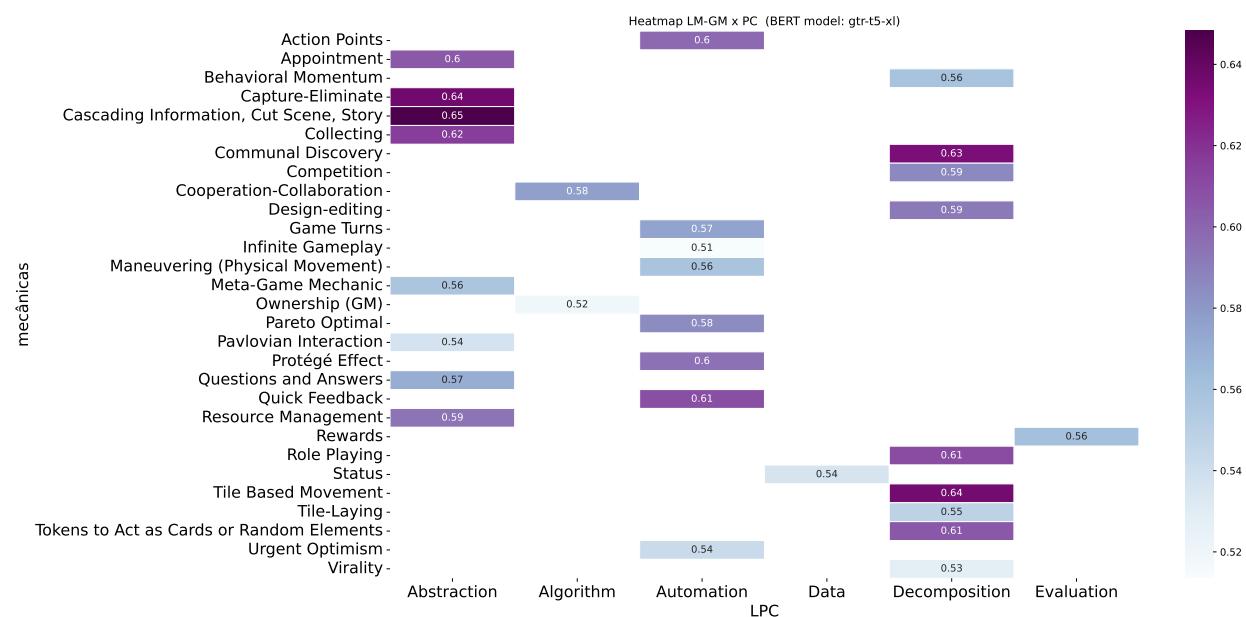


Figura 8: Mapa de calor: mecânicas *versus* LPC.

A Figura 9 apresenta as GM em ordem de escore, sendo que as que mais pontuaram foram: “Communal Discovery”, “Tile Based Movement”, “Capture-Eliminate” e “Cascading Information, Cut Scene, Story”.

3.6 Análise das Relações e Painel de Especialistas

Para avaliar as relações encontradas, realizou-se uma análise da adequação, buscando justificar se a conexão é pertinente ou não, e estabelecendo um parecer final sobre a similaridade sugerida pela rede BERT, concordando ou discordando da relação identificada. A análise foi conduzida para todos os pares DEC e GM que obtiveram um escore superior a 50%. Essas relações foram descritas considerando sempre dois enfoques: o do designer, identificando como ele incorpora os conceitos de PC ao projetar um jogo com a mecânica em questão, e o do jogador, explicitando a aplicação dos conceitos de PC ao utilizar a mecânica durante o jogo. O detalhamento das relações bem como sua validação por um painel de especialistas são apresentadas em (Caruso et al., 2023). A Tabela 2 relaciona as GMs com os termos relacionados a DEC que, a partir das

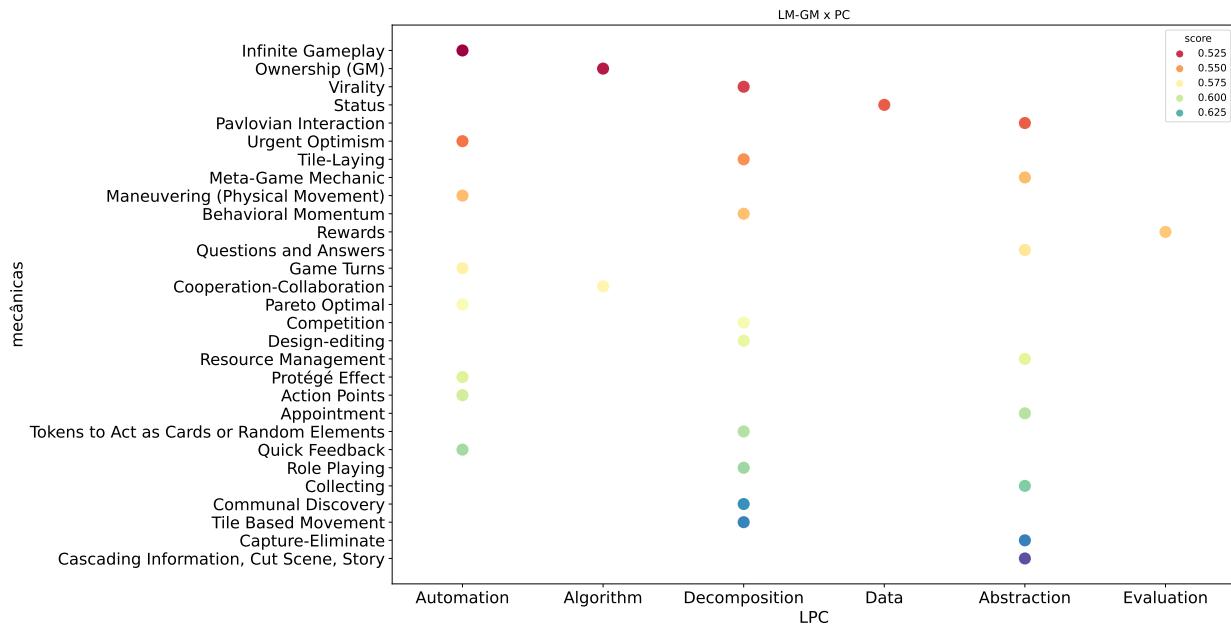


Figura 9: GM × LPC.

justificativas (detalhes em (Caruso et al., 2023)), obtiveram concordância dos especialistas. Na sequência um estudo de caso foi realizado para avaliar se designers e jogadores identificam as relações estabelecidas e/ou aplicam as ações relacionadas a linha da DEC ao utilizar as mecânicas relacionadas por similaridade semântica, concordando ou não com os especialistas.

Tabela 2: Mecânicas e Tópicos da DEC relacionados.

Mecânicas de Jogos	Tópicos da Linha da DEC
Behavioral Momentum (BM)	inter-relação, reúso
Tile Based Movement (TM)	composição, decomposição, inter-relação, interface
Role Playing (RP)	composição, inter-relação, emersão

4 Estudo de caso

O processo adotado para a elaboração e aplicação deste estudo de caso seguiu as etapas propostas por (Castro Filho et al., 2021), descritas nas subseções a seguir. A escolha do método de estudo de caso foi motivada pelas particularidades do objeto de estudo. De acordo com (Yin, 2001), um Estudo de Caso investiga um fenômeno contemporâneo sobre o qual o pesquisador tem pouco controle. Além disso, este método é apropriado quando se deseja explorar um contexto real em que os limites entre o fenômeno e o contexto não estão claramente definidos (Castro Filho et al., 2021).

4.1 Formulação do problema

Os alunos Nativos Digitais (NDs) são um desafio ao professor, sobretudo aquele considerado Imigrante Digital (ID). A aparente falta de interesse e motivação que os alunos ND demonstram em sala de aula, sobretudo em disciplinas ligadas à introdução à programação, suscitam ações que possam mitigar tal déficit de engajamento enquanto auxiliam no desenvolvimento do PC.

No presente trabalho problematizam-se as relações entre PC e jogos sérios com a aplicação de mecânicas de jogos. Será possível desenvolver habilidades relacionadas ao pensamento computacional a partir da construção e/ou utilização de jogos que apliquem certas mecânicas pré-selecionadas?

4.2 Definição da unidade (Caso)

Será analisado se estudantes nativos digitais em cursos superiores da área de Computação, ao se envolverem em atividades de design de jogos que aplicam certas mecânicas previamente relacionadas ao pensamento computacional, conseguem identificar o uso dessas habilidades.

As unidades estudadas consistem em turmas de estudantes do ensino superior na área da Computação, compostas majoritariamente por nativos digitais que estão cursando ou já cursaram disciplinas de Introdução à Programação. A escolha desse público foi motivada pelo fato de esses alunos possuírem as características desejadas e já demonstrarem interesse e familiaridade com a área, o que estimula o engajamento em atividades desse tipo.

4.3 Elaboração do protocolo

A estrutura do protocolo inclui as proposições teóricas, a relevância do estudo, além da delimitação do caso, o objetivo da pesquisa e as perguntas de pesquisa, descritos nas próximas subseções. Nessa etapa também são descritos o planejamento dos experimentos e dos instrumentos de coleta de dados.

4.3.1 Proposições teóricas

- Os designers/jogadores detectam as mecânicas BM, RM e TM.
- Os designers/jogadores identificam a possibilidade de aplicar o reúso ao utilizar a mecânica BM.
- Os designers/jogadores identificam a necessidade de inter-relacionar componentes do jogo ao utilizar a mecânica BM.
- Os designers/jogadores identificam a composição de elementos ao aplicar a mecânica RP.
- Os designers/jogadores identificam a possibilidade de inter-relacionar elementos ao utilizar a mecânica RP.
- Os designers/jogadores identificam a possibilidade de compor elementos ao utilizar a mecânica TM.

4.3.2 *Relevância do estudo*

A relevância do presente estudo surge da possibilidade de promover o desenvolvimento do PC por meio do engajamento dos alunos ND em atividades de jogos sérios.

Segundo (Spieler et al., 2020), as atividades de design de jogos ajudam os jovens a adquirir habilidades de PC de maneira divertida, oferecendo tarefas envolventes, orientadas para objetivos e interativas que apoiam o desenvolvimento dessas competências. O autor afirma que, ao envolver os alunos como designers de jogos, essas atividades estimulam a criatividade, a resolução de problemas e a compreensão de conceitos avançados de pensamento computacional.

Os jogos são cada vez mais reconhecidos não apenas como formas de entretenimento, mas também como ferramentas poderosas para a educação e o desenvolvimento de habilidades. A integração dos conceitos de PC nas mecânicas de jogos pode oferecer um método inovador e eficaz para promover habilidades específicas de maneira envolvente e prática.

4.3.3 *Delimitação do caso*

Para investigar o caso, foram planejadas duas oficinas, nas quais os alunos participaram ativamente do desenvolvimento de jogos utilizando uma ferramenta com uma curva de aprendizado acessível para iniciantes. A ferramenta escolhida, o RPG Maker, pode ser aprendida rapidamente, permitindo que, com poucas horas de prática, os participantes já consigam desenvolver seus próprios jogos.

4.3.4 *Objetivo da pesquisa*

O presente estudo tem o intuito de investigar as relações entre PC e mecânicas de jogos. Em geral, busca-se analisar se a aplicação de mecânicas específicas em oficinas de design pode promover o desenvolvimento de habilidades específicas do PC.

Em particular, o estudo pretende avaliar se, após a realização da oficina de criação de jogos, os alunos conseguem relacionar as mecânicas de jogos (BM, RP e TM) com os conceitos de pensamento computacional identificados pela busca semântica e validados pelo painel de especialistas (Caruso et al., 2023).

4.3.5 *Questões de pesquisa*

A partir das proposições teóricas consideraram-se as seguintes questões de pesquisa.

QP1 - Das mecânicas apresentadas, BM, RP e TM, quais são identificadas corretamente por designers? E por jogadores?

QP2 - Ao utilizar mecânicas BM em um jogo, os designers/jogadores identificam a possibilidade de aplicar o reúso? De que maneira a aplicação do reúso é realizada/detectada?

QP3 - Ao utilizar mecânicas BM em um jogo, os designers/jogadores identificam a necessidade de inter-relacionar componentes do jogo? Quanto à coerência com o que é criado, como se dão as inter-relações?

QP4 - Ao utilizar a mecânica de RP em um jogo, os designers/jogadores identificam a composição de elementos? Quais são os elementos compostos?

QP5 - Ao utilizar a mecânica de RP em um jogo, os designers/jogadores identificam a necessidade de inter-relacionar elementos do jogo? Quais são os elementos inter-relacionados?

QP6 - Ao utilizar a mecânica TM em um jogo, os designers/jogadores identificam a composição de elementos?

4.3.6 *Planejamento dos experimentos*

Foram planejados dois experimentos: um **piloto** com alunos de um curso de Licenciatura em Computação e outro **principal**, realizado durante a Semana Acadêmica do mesmo curso. O objetivo de realizar dois experimentos foi o de avaliar, no primeiro, a adequação da metodologia proposta, permitindo ajustes na execução do segundo experimento, que contaria com um número maior de participantes.

O experimento piloto foi planejado para ocorrer em seis encontros, organizados da seguinte forma: três encontros dedicados a aulas expositivo-dialogadas, voltadas para a apresentação do software e de um jogo exemplo; dois encontros reservados para a criação de jogos pelos alunos; e, por fim, o último encontro destinado à avaliação. Esta avaliação incluiu questionários de auto-avaliação, nos quais os criadores avaliavam os requisitos desejados no papel de designer, além da avaliação dos jogos dos colegas, onde os participantes atuavam no papel de jogador para avaliar as propostas dos demais.

O segundo experimento foi planejado após a execução do primeiro e, para se adequar aos slots de tempo disponibilizados na semana acadêmica, foi reduzido para cinco encontros. No piloto, observou-se que os estudantes demoraram a iniciar a criação do jogo, devido à dificuldade em desenvolver um enredo e uma sequência lógica. Além disso, os jogos criados tendiam a ser excessivamente complexos, o que dificultava a avaliação por parte dos jogadores. Diante disso, decidiu-se fornecer um tema e um enredo básico para os participantes na fase de criação do jogo, além de limitar os recursos disponíveis. Estabeleceu-se a utilização de, no máximo, dois mapas grandes, três mapas pequenos e até cinco personagens. Assim, a aplicação foi reestruturada em cinco encontros: os três primeiros foram dedicados à introdução ao software e ao jogo exemplo, o quarto encontro à criação dos jogos, e o quinto ao preenchimento dos questionários de avaliação.

O autor deste trabalho também realizou a avaliação dos resultados, atuando como especialista em jogos³.

4.3.7 *Instrumentos para Coleta de Dados*

O projeto no qual este estudo foi desenvolvido foi aprovado pelo Comitê de Ética. O Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE)⁴ foi assinado por todos os participantes, concordando com sua participação nesta pesquisa.

³O detalhamento dos planos dos encontros está disponível em <https://drive.google.com/file/d/1gSzcpaRZNbqbusBVBI0CAZF3IKMWm5ZL/view?usp=sharing>

⁴(CAAE: 73891417.0.0000.5317) TCLE disponível em <https://drive.google.com/file/d/17YoFvdn0vAYbEwG-7mwcFyqKJCZh98-B/view?usp=sharing>

Os questionários de avaliação foram elaborados embasados nas questões de pesquisa e proposições teóricas. Os instrumentos foram disponibilizados aos alunos num formulário online. Além dos dados de identificação do jogo avaliado, os questionários continham as questões descritas a seguir. As questões foram as mesmas para designers e jogadores (prefixadas por DJ), excetuando-se a questão 4 que foi adaptada para o designer (prefixada por D) e para o jogador (prefixada por J).

DJ1 O jogo inclui a mecânica Behavioural Momentum (BM)? (S/N)

DJ2 Que mecânica(s) é(são) esta(s)? [Indique as ações ou interações que o jogador pode usar no jogo que indicam a utilização desta mecânica]

DJ3 Há mecânica(s) (ações, interações) de BM similar(es) entre si? (S/N)

D4 Neste caso, você reusou a estratégia de uma mecânica anterior para criá-la?

J4 Neste caso, você acredita que o designer reusou a estratégia de uma mecânica anterior para criá-la?

DJ5 Qual(is) da(s) mecânica(s) foi(foram) reutilizada(s)?

DJ6 Para cada mecânica BM incluída no jogo, especifique como ela se relaciona com outros componentes do jogo.

DJ7 A mecânica Role Playing (representação de papéis) está presente no jogo? (S/N)

DJ8 Sejam NPCs (*Non Playable Characters* ou personagem não jogáveis) ou protagonistas, quais são os papéis que compõem o jogo?

DJ9 Como os papéis listados na questão anterior se inter-relacionam?

DJ10 O jogo apresenta a mecânica Tile-based Movement? (S/N)

DJ11 Descreva um aspecto do jogo que exemplifique a aplicação da mecânica Tile-based Movement.

4.4 Execução dos Experimentos

O experimento **piloto** foi realizado com seis alunos do Curso de Licenciatura em Computação do Instituto Federal Sul-Rio-Grandense (IFSul), com idades entre 24 e 34 anos, sendo cinco do sexo masculino e uma do sexo feminino. Dos seis participantes, cinco concluíram o experimento, desenvolvendo e testando seus jogos. A amostra foi selecionada com o objetivo de incluir alunos de um curso de graduação na área da Computação. Os recursos utilizados incluíram computadores com Windows 10 e uma versão de demonstração do software RPG Maker.

Seguindo o planejamento proposto, os três primeiros encontros foram dedicados à apresentação de um jogo exemplo, juntamente com as funcionalidades básicas do RPG Maker. O jogo, criado pelo autor, foi intitulado “Chapeuzinho Vermelho” (CV). Inspirado na clássica história infantil, o jogo tem como missão principal a coleta de uma flor mágica na floresta, necessária para

preparar um remédio que curará a vovozinha de Chapeuzinho. Após coletar a flor mágica, a mãe de CV prepara o remédio, e cabe à Chapeuzinho levá-lo até a casa da vovó. Para alcançar esse objetivo, CV precisa progredir até um nível mínimo de habilidade dentro do jogo, para então enfrentar e derrotar o Lobo Mau. O jogo também inclui uma missão secundária, que envolve a obtenção e entrega de um anel mágico.

Após a introdução dos conceitos do jogo, ele foi recriado passo a passo junto com os estudantes durante os três primeiros encontros. No primeiro encontro, foram abordados os controles básicos do RPG Maker, o carregamento de mapas prontos e sua interconexão, a criação de itens de missão e a configuração do primeiro NPC. No segundo encontro, os alunos exploraram as mecânicas de Behavioural Momentum, Tile-Based Movement e Role-Playing, além da criação dos NPCs “Conselheiro do Rei” e “Ancião do Leste”. Por fim, no terceiro encontro, foi realizada a configuração dos NPCs “Mãe da CV” e “Avó da CV”, bem como o encontro com o “Lobo Mau”. Os encontros quatro e cinco foram dedicados à criação de um jogo, enquanto o último encontro foi reservado para o preenchimento dos questionários de avaliação⁵.

O experimento **principal** foi realizado com doze participantes, com idades entre 17 e 51 anos, sendo cinco do sexo masculino e sete do sexo feminino. Os participantes foram provenientes de um curso oferecido durante a Semana Acadêmica do Curso de Licenciatura em Computação do IFSul. Os encontros ocorreram conforme o planejamento e utilizaram os mesmos recursos do experimento piloto: computadores com Windows 10 e o software RPG Maker.

4.5 Coleta de dados

Os dados dos questionários de avaliação foram coletados por meio de um formulário online⁶. No que segue, os jogos criados são referenciados como Game A até Game Q. Os Games A à E são resultados do piloto, enquanto os demais são do experimento principal. Os designers dos jogos foram identificados pela letra correspondente ao seu jogo; por exemplo, o Designer A é o criador do Game A, e assim por diante. Da mesma forma, os jogadores foram nomeados de acordo com o jogo que jogaram; por exemplo, Jogador A refere-se ao participante que jogou o Game A. Cabe observar que o autor deste trabalho analisou todos os jogos no papel de especialista.

5 Avaliação e Análise dos Dados

No experimento piloto, a abordagem do professor (autor) foi deixar em aberto o tema sobre o qual os alunos desenvolveriam seus jogos. Da mesma forma, não houve limitação quanto ao número de mapas e NPCs (personagens) que poderiam ser incluídos. Observou-se que os alunos tiveram dificuldade em criar um enredo para seus próprios games, o que pode ter levado à procrastinação no início da atividade. Esse comportamento é corroborado por H. Lim (2017), que afirma que a resolução de problemas é complexa e que uma das principais dificuldades enfrentadas pelos

⁵Um detalhamento passo a passo de cada encontro está disponível em <https://drive.google.com/file/d/1gSzcpaRZNbqbusBVB10CAZF3IKMWm5ZL/view?usp=sharing>

⁶As respostas tabuladas por jogo estão disponíveis no link <https://drive.google.com/file/d/1xacW3nvFfTRUuV9QFWu0NRWbBslZ8QYd/view?usp=sharing>. As respostas dos estudantes foram mantidas exatamente como foram escritas, preservando eventuais erros ortográficos.

designers é justamente iniciar o processo. Já no experimento principal, foi proposto um tema como inspiração: "O Resgate do Príncipe". Embora nem todos os alunos tenham seguido exatamente esse tema, sua proposição parece ter facilitado a criação dos jogos.

No experimento piloto, a ausência de limitação no número de mapas e personagens resultou na criação de jogos excessivamente complexos, o que dificultou a avaliação pelos jogadores. No experimento principal, houve uma limitação: dois mapas grandes e três pequenos, com um máximo de cinco personagens. No entanto, os jogos resultantes dessa restrição mostraram-se extremamente simples. Embora fossem mais fáceis de explorar e jogar, faltou-lhes complexidade suficiente para torná-los interessantes. Assim, recomenda-se a limitação no número de mapas e personagens, bem como a definição de um tema pré-estabelecido, mas esses parâmetros precisam ser ajustados para alcançar uma complexidade ideal, onde o jogo seja desafiador sem ser excessivamente complicado. Esse balanceamento mostrou-se um desafio significativo. Sugere-se também que, sempre que um jogo for avaliado, seja incluído um roteiro detalhado, facilitando ao avaliador/jogador a conclusão do jogo de forma mais rápida.

Quanto às mecânicas empregadas nos jogos, a mecânica BM, possivelmente a mais difícil de compreender para os alunos, foi aplicada na maioria dos jogos do experimento piloto. No entanto, esse fenômeno não se repetiu no experimento principal, onde a maioria dos jogos não incluiu essa mecânica, embora alguns alunos/designers a tenham mencionado em suas fichas de avaliação. Para que a mecânica BM seja considerada presente, o especialista destaca que deve haver um processo repetitivo no qual o jogador realiza uma tarefa diversas vezes até obter um determinado benefício. Essa mecânica está ligada à possibilidade de reúso, mas isso só ocorre se ela for executada mais de vez no jogo.

A mecânica TM esteve presente em todos os jogos criados, mas, apesar de sua universalidade, as respostas dos designers/jogadores nem sempre demonstraram uma compreensão clara das habilidades do pensamento computacional relacionadas a ela, como a composição de elementos e a interface. Isso provavelmente ocorreu porque a TM é uma mecânica obrigatória na ferramenta RPG Maker, e pode ter sido aplicada de forma automática, sem um propósito consciente por parte dos participantes do experimento.

A mecânica RP foi amplamente utilizada nos jogos criados, estando presente em todos eles. Ao contrário da TM, a RP parece ter sido a mecânica mais bem compreendida pelos alunos, que a aplicaram aos personagens de acordo com suas respostas no questionário de avaliação, demonstrando uma compreensão sólida sobre a composição e a inter-relação dos personagens na construção de um jogo de RPG.

Nas próximas subseções, é apresentada uma análise dos jogos em relação às questões de pesquisa⁷. A discussão das questões de pesquisa foi baseada nas respostas dadas no questionário de avaliação. Na Tabela 3 estão relacionadas as questões do formulário de avaliação consideradas na análise de cada questão de pesquisa.

⁷Uma síntese de cada jogo, juntamente com as respectivas respostas às questões de pesquisa, estão disponíveis em <https://drive.google.com/file/d/1alfK0DwdiZrD9a7GZkjUSIopKSRMaLBW/view?usp=sharing>

Tabela 3: Questões de Pesquisa × Questões do Formulário de Avaliação.

Questão de Pesquisa	Questões do Formulário de Avaliação
QP1	DJ1, DJ2, DJ7, DJ10
QP2	DJ3, DJ4, DJ5
QP3	DJ6
QP4	DJ8
QP5	DJ9
QP6	DJ11

5.1 Análise dos Jogos do Experimento Piloto (A-E)

No experimento piloto, em relação à QP1, as mecânicas BM, RP e TM foram corretamente identificadas tanto pelos designers quanto pelos jogadores. No caso do Game B, a mecânica BM não estava presente, e essa ausência foi corretamente apontada tanto pelo designer quanto pelo jogador.

Em relação à questão QP2, dos quatro jogos que utilizaram mecânica(s) BM, apenas um deles (Game E) não pôde ser associado aos conceitos de reúso, pois havia apenas uma ocorrência dessa mecânica. Tal impossibilidade de relação foi identificada tanto pelo designer quanto pelo jogador. Nos outros jogos (Games A, C e D), apenas dois (dos seis) participantes identificaram corretamente reúso associado às mecânicas BM: o jogador do Game D e o designer do Game A. No caso do Game C, tanto o designer quanto o jogador não responderam às perguntas correspondentes no questionário.

Quanto à QP3, a inter-relação entre os elementos do jogo foi identificada apenas pelo designer no Game A e pelo jogador no Game D. O Game B não incluiu a mecânica BM. No Game E, tanto o designer quanto o jogador responderam incorretamente à pergunta sobre inter-relações, enquanto no Game C ambos deixaram a resposta em branco.

Sobre à QP4, tanto os designers quanto os jogadores identificaram corretamente a composição de elementos associada à mecânica RP em todos os jogos. Os elementos compostos incluíam os NPCs e o herói dos jogos. Quanto à QP5, houve uma discrepância nas respostas do Game A, onde o designer inter-relacionou os componentes do jogo, mas o jogador não. Nos demais jogos, tanto designers quanto jogadores inter-relacionaram os personagens corretamente.

Por fim, relativo à QP6, designers e jogadores identificaram as composições de elementos (ladrilhos) relacionados à mecânica TM.

5.2 Análise dos Jogos do Experimento Principal (F-Q)

Em relação à QP1, na maioria dos casos, os jogos que continham as mecânicas BM, RP e TM tiveram essas três mecânicas corretamente identificadas tanto pelos designers quanto pelos jogadores, com duas exceções: uma pelo Designer O e outra pelo Jogador G. Nos jogos que não continham a mecânica BM, os designers equivocadamente apontaram sua existência em quatro ocasiões, enquanto os jogadores cometem esse erro em cinco.

Quanto à questão QP2, em três jogos foi identificado o uso de mecânicas BM (bem como a possibilidade de reúso). Designers e jogadores reconheceram corretamente essa ocorrência em

duas dessas vezes, deixando uma delas sem resposta. Nos nove jogos em que não havia possibilidade de reúso de mecânicas BM, tanto designers quanto jogadores concordaram com o especialista em apenas quatro casos. Isso ocorreu porque o reúso foi frequentemente interpretado como a repetição da mesma mecânica, quando na verdade a questão se referia à aplicação do reúso entre diferentes mecânicas. Outra interpretação equivocada observada foi associar a BM a qualquer tipo de recompensa, em vez de especificamente a recompensas provenientes de processos repetitivos.

No tocante à questão QP3, o Designer acertou cinco vezes e o Jogador acertou três vezes as inter-relações estabelecidas pelas mecânicas BM. Os Jogadores deixaram de responder em sete ocasiões e identificaram incorretamente a presença da BM em duas. Os Designers deixaram de responder em seis ocasiões e identificaram incorretamente a presença da BM em uma.

Referente à questão QP4, todos os jogos continham a mecânica RP, e tanto os designers quanto os jogadores identificaram corretamente a composição dos elementos dessa mecânica em todas as ocorrências. Quanto à inter-relação entre esses elementos (QP5), a maioria dos designers e jogadores reconheceu corretamente as relações estabelecidas. No entanto, em doze ocorrências, um designer e dois jogadores identificaram essas inter-relações de forma equivocada.

Em relação à composição de elementos associados à mecânica TM (QP6), o designer respondeu corretamente em oito dos doze jogos, deixando quatro sem resposta. O jogador, por sua vez, acertou sete vezes, deixou quatro respostas em branco e interpretou de forma incorreta em uma das ocasiões.

5.3 Análise dos Jogos na Totalidade

A Figura 10 apresenta um gráfico que destaca o número de vezes em que jogadores e designers concordaram com o especialista. Quando houve concordância, foi atribuído um ponto; caso contrário, zero. Observa-se que, de forma geral, as mecânicas BM, RP e TM são corretamente identificadas (QP1). Os escores das questões QP4 a QP6 indicam que os estudantes conseguem reconhecer o uso das habilidades do PC ao projetar e utilizar jogos que envolvem as mecânicas RP e TM. Em particular, ao trabalhar com a mecânica RP, os estudantes identificam o jogo como uma *composição* de papéis e ações interligadas, sendo capazes de discriminar os elementos que o constituem. Além disso, descrevem e/ou projetam de maneira correta e consistente as possíveis *inter-relações* do jogador, tanto com o ambiente do jogo quanto com os demais papéis. De forma semelhante, ao lidar com a mecânica TM, os estudantes percebem a área do jogo como uma composição de elementos e compreendem como ocorrem as conexões (*inter-relações*) entre eles.

Por sua vez, as identificações das relações entre conceitos do PC e a mecânica BM não alcançaram escores satisfatórios. Os resultados indicam que os jogadores apresentaram mais respostas divergentes em relação ao especialista do que os designers nas questões vinculadas a essa mecânica. Além disso, a identificação da necessidade de *inter-relacionar* tarefas repetitivas foi a menos frequente. Já, a possibilidade de aplicar o *reúso* a processos de natureza similar foi corretamente identificada por quase metade dos estudantes. No que segue, apresenta-se uma análise mais detalhada para cada questão de pesquisa.

Falando especificamente da mecânica BM em relação à identificação do reúso (QP2), essa tarefa mostrou-se bem mais desafiadora, com resultados menos positivos em comparação à detecção da própria mecânica. Os alunos muitas vezes identificaram erroneamente essa mecânica,

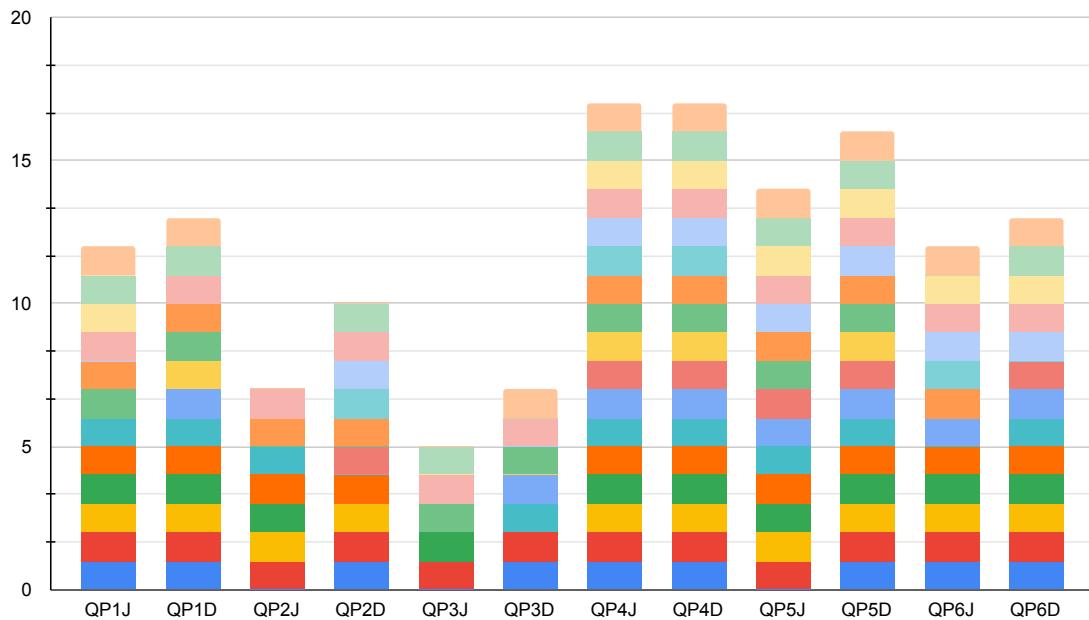


Figura 10: Questões de Pesquisa.

indicando sua presença quando, na verdade, ela não estava no jogo. Isso sugere que muitos participantes não compreenderam corretamente suas características, possivelmente devido à falta de detalhamento nas explicações. A ausência de um maior número de exemplos que ilustrassem o uso da mecânica BM em jogos com caracterizações específicas pode ter contribuído para esse resultado. Outra limitação identificada no planejamento da ação foi a não solicitação explícita da inclusão de pelo menos duas mecânicas BM, já que a caracterização do reúso solicitada no questionário de avaliação dizia respeito à relação entre diferentes mecânicas BM.

A questão com menor concordância foi a QP3, que tratava da inter-relação da BM com outros componentes, obtendo um escore de cinco pontos entre os jogadores e sete entre os designers. Vale destacar que, em muitas ocasiões, as respostas a essa pergunta foram deixadas em branco, o que dificultou a análise. Esse resultado pode sugerir que tanto designers quanto jogadores enfrentam dificuldades em reconhecer essas inter-relações com a mecânica BM.

No que se refere à composição e inter-relação de elementos relacionados à mecânica RP (QP4 e QP5), esses foram os itens em que designers e jogadores apresentaram o maior grau de concordância com o especialista. A associação da composição de elementos à mecânica TM (QP6) também foi identificada pela maioria dos participantes, alcançando um nível de concordância similar ao observado com a mecânica RP.

As questões com melhor desempenho foram QP4J e QP4D, que obtiveram dezessete pontos, seguidas por QP5D e QP5J, que alcançaram dezesseis e quatorze pontos, respectivamente. Essas questões estão relacionadas à mecânica RP e ao uso da composição e inter-relação entre elementos do jogo, indicando uma melhor identificação dessa mecânica e de suas relações com a LPC de Decomposição por parte dos participantes. As questões com menor concordância foram

aqueelas que abordavam as relações da DEC com a BM. Observou-se que, nessas perguntas, muitas respostas foram deixadas em branco, sugerindo uma falta de compreensão da própria mecânica. Além disso, os participantes identificaram a BM mesmo quando ela não estava presente no jogo. Portanto, em relação à BM, é necessário conduzir um novo estudo, iniciando com uma ênfase na descrição e nas suas características. Somente após garantir sua devida compreensão, poderá ser realizada a análise de suas relações.

5.4 Discussão dos Resultados

Os resultados do estudo de caso indicam que os estudantes possuem um bom nível de compreensão das mecânicas RP e TM, além de reconhecerem a aplicação das habilidades do Pensamento Computacional ao projetar e utilizar jogos que incorporam essas mecânicas. Esses achados têm importantes implicações para a prática pedagógica, especialmente no ensino de Computação e em abordagens interdisciplinares que utilizam jogos como ferramenta de aprendizado.

No caso da mecânica RP, observa-se que os estudantes percebem o jogo como uma composição de papéis e ações interligadas, demonstrando a capacidade de discriminar seus elementos constituintes. Esse reconhecimento indica um avanço no desenvolvimento de habilidades analíticas e de modelagem, pois os alunos não apenas identificam os papéis, mas também compreendem suas funções dentro do sistema do jogo. Para a prática pedagógica, isso sugere que a utilização de jogos baseados em RP pode ser uma estratégia eficaz para fomentar o pensamento sistêmico e a abstração. Professores podem incentivar atividades que desafiem os alunos a descrever e projetar interações entre diferentes papéis, promovendo assim um aprendizado mais profundo sobre dinâmicas complexas.

De forma semelhante, a mecânica TM permite que os estudantes compreendam a área do jogo como uma composição de elementos interconectados. Essa percepção favorece o desenvolvimento de habilidades espaciais e relacionais, essenciais para a resolução de problemas computacionais e matemáticos. Na prática pedagógica, professores podem explorar a mecânica TM para ensinar conceitos como redes, grafos e relações espaciais, promovendo desafios nos quais os alunos devem manipular e reorganizar elementos de um ambiente virtual para atingir objetivos específicos. Isso pode ser especialmente útil em atividades que envolvem programação e design de jogos, incentivando a experimentação e a exploração criativa.

Além disso, o reconhecimento das inter-relações entre os elementos do jogo sugere que os estudantes estão desenvolvendo uma visão integrada e sistêmica dos problemas, o que é fundamental para a resolução de desafios computacionais. Para potencializar essa habilidade, os docentes podem propor atividades que envolvam a análise de padrões e a criação de regras que governem as interações dentro do jogo. Isso pode incluir, por exemplo, a simulação de cenários nos quais os estudantes precisem prever e ajustar comportamentos emergentes em função das regras estabelecidas.

Os achados do estudo reforçam a importância de metodologias ativas de ensino, como a Gamificação, no desenvolvimento das competências do Pensamento Computacional. Ao integrar o uso de jogos e suas mecânicas no processo de ensino-aprendizagem, os professores podem criar ambientes mais envolventes e desafiadores, favorecendo a construção de conhecimento de forma prática e significativa.

Entre as limitações do estudo, destaca-se o tempo restrito para a realização dos experimentos, o que pode ter impactado a maturidade dos projetos desenvolvidos e a profundidade das análises realizadas pelos participantes. Além disso, a amostra foi composta majoritariamente por estudantes de um único curso, o que pode limitar a generalização dos achados para outros contextos educacionais. Uma sugestão para pesquisas futuras seria expandir a amostra para incluir estudantes de diferentes áreas e níveis de ensino, permitindo uma análise comparativa mais abrangente.

Outra limitação observada foi a dificuldade dos participantes em identificar inter-relações nas mecânicas de jogo, especialmente na mecânica BM. Pesquisas futuras podem explorar estratégias didáticas mais estruturadas para trabalhar esse conceito, como o uso de exemplos práticos mais diversificados e metodologias que incentivem a reflexão sobre a modularização de tarefas.

Além disso, sugere-se a realização de estudos longitudinais que acompanhem o desenvolvimento das habilidades dos alunos ao longo de um período maior, possibilitando a avaliação do impacto da abordagem proposta a longo prazo. Outra possibilidade seria a incorporação de ferramentas de análise qualitativa mais detalhadas, como entrevistas ou grupos focais, para compreender melhor as dificuldades enfrentadas pelos estudantes e identificar oportunidades de melhoria no processo de ensino-aprendizagem.

6 Considerações Finais

A relação entre mecânicas de jogos sérios e habilidades do Pensamento Computacional é um campo que pode influenciar diretamente a maneira como os educadores e desenvolvedores de jogos abordam a criação de recursos educativos. Ao explorar como determinadas mecânicas de jogos podem ser utilizadas para desenvolver habilidades essenciais, como decomposição, oferece uma contribuição para a integração de tecnologia no ensino. Além disso, essa relação tem o potencial de impactar diretamente o design de currículos educacionais, fornecendo insights sobre como estruturar atividades de aprendizagem mais envolventes e eficazes.

Embora este trabalho tenha focado em um escopo específico, relacionando a linha da Decomposição a mecânicas específicas, acredita-se que esse tipo de investigação é essencial para a inovação educacional. Jogos sérios são uma ferramenta poderosa para engajar alunos de diferentes idades e contextos em processos de aprendizado ativo e dinâmico. Ao identificar as mecânicas que melhor promovem o Pensamento Computacional, esse trabalho também pode ajudar a guiar a criação de novos jogos educativos e a otimização dos já existentes.

A investigação da relação entre a decomposição e as mecânicas *Behavioral Momentum*, *Role Playing* e *Tile Based Movement* foi um primeiro passo importante para compreender como jogos sérios podem ser utilizados no desenvolvimento de habilidades de Pensamento Computacional. No entanto, é fundamental que este estudo seja ampliado para incluir outras linhas do Pensamento Computacional, como abstração, reconhecimento de padrões e algoritmos, bem como uma análise mais ampla de outras mecânicas de jogos. Eventualmente, essa pesquisa deve se expandir para explorar métodos eficazes de avaliação das habilidades de Pensamento Computacional através de jogos sérios, proporcionando um entendimento mais completo e aplicável para o desenvolvimento de ferramentas educativas avançadas.

Trabalhos futuros também devem explorar abordagens metodológicas que permitam uma sistematização mais rigorosa da análise, como a *Grounded Theory* ou outras técnicas qualitativas e mistas, a fim de identificar padrões emergentes e formular modelos teóricos mais robustos sobre a relação entre mecânicas de jogos e conceitos do Pensamento Computacional. Além disso, investigações futuras poderão incorporar entrevistas e dados observacionais para aprofundar a compreensão das interações dos participantes e dos processos cognitivos envolvidos. Espera-se que essas pesquisas contribuam para o aprimoramento do design de jogos educativos e para o desenvolvimento de estratégias pedagógicas mais eficazes, fortalecendo a aplicação do Pensamento Computacional na educação.

Referências

- Anderson, H. (2015). Game mechanics 101 (behavioral momentum). *Henry Anderson*. Recuperado outubro 19, 2022, de <https://henryganderson.wordpress.com/2015/10/29/game-mechanics-101-behavioral-momentum/>
- Andrade, L. G. D. S. B., Aguiar, N. C., Ferrete, R. B., & Santos, J. D. (2020). Geração Z e as metodologias ativas de aprendizagem: desafios na educação profissional e tecnológica. *Revista Brasileira da Educação Profissional e Tecnológica*, 1(18), e8575. <https://doi.org/10.15628/rbept.2020.8575> [GS Search].
- Arnab, S., Lim, T., Carvalho, M. B., Bellotti, F., de Freitas, S., Louchart, S., Suttie, N., Berta, R., & De Gloria, A. (2015). Mapping learning and game mechanics for serious games analysis. *British Journal of Educational Technology*, 46(2), 391–411. <https://doi.org/10.1111/bjet.12113> [GS Search].
- Barbero, G., Gómez-Maureira, M. A., & Hermans, F. F. (2020). Computational thinking through design patterns in video games. *International Conference on the Foundations of Digital Games*, 1–4. <https://doi.org/10.1145/3402942.3409622> [GS Search].
- BNCC. (2022). Computação na Educação Básica - Complemento à BNCC. Recuperado julho 6, 2024, de <https://www.gov.br/mec/pt-br/escolas-conectadas/BNCCComputaoCompletoDiagramado.pdf>
- Candrawati, E. (2025). Designing educational games with mastery learning strategy to improve computational thinking skills: A bibliometric analysis. *IJIS Edu: Indonesian Journal of Integrated Science Education*, 7(1). [GS Search].
- Caruso, A., Cavalheiro, S., & Aguiar, M. (2023). Mapeamento semântico entre mecânicas de jogos sérios e linhas do pensamento computacional. *Anais do XXXIV Simpósio Brasileiro de Informática na Educação*, 680–692. <https://doi.org/10.5753/sbie.2023.234476> [GS Search].
- Castro Filho, J. A., Freire, R. S., & Maia, D. L. (2021). *Metodologia de pesquisa científica em Informática na Educação: Abordagem qualitativa*. SBC. <https://ceie.sbc.org.br/metodologia/index.php/livro-3/>
- Checa-Romero, M., & Gimenez-Lozano, J. M. (2025). Video games and metacognition in the classroom for the development of 21st century skills: a systematic review. *Frontiers in Education*, 9, 1485098. <https://doi.org/10.3389/feduc.2024.1485098> [GS Search].

- Devlin, J., Chang, M.-W., Lee, K., & Toutanova, K. (2019). BERT: Pre-training of deep bidirectional transformers for language understanding. <https://doi.org/10.48550/arXiv.1810.04805> [GS Search].
- Duckworth, D., & Fraillon, J. (2024). Computational thinking framework. Em J. Fraillon & M. Rožman (Ed.), *IEA International Computer and Information Literacy Study 2023: Assessment Framework* (pp. 35–43). Springer Nature Switzerland. https://doi.org/10.1007/978-3-031-61194-0_3 [GS Search].
- Giannakoulas, A., & Xinogalos, S. (2024). Studying the effects of educational games on cultivating computational thinking skills to primary school students: A systematic literature review. *Journal of Computers in Education*, 11(4), 1283–1325. <https://doi.org/10.1007/s40692-023-00300-z> [GS Search].
- Grinin, L., Grinin, A., & Korotayev, A. (2022). COVID-19 pandemic as a trigger for the acceleration of the cybernetic revolution, transition from e-government to e-state, and change in social relations. *Technological Forecasting and Social Change*, 175, 121348. <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2021.121348> [GS Search].
- Gurbuz, S. C., & Celik, M. (2022). Serious games in future skills development: A systematic review of the design approaches. *Computer Applications in Engineering Education*, 30(5), 1591–1612. <https://doi.org/10.1002/cae.22557> [GS Search].
- Hammady, R., & Arnab, S. (2022). Serious gaming for behaviour change: A systematic review. *Information*, 13(3), 142. <https://doi.org/10.3390/info13030142> [GS Search].
- Hunicke, R., LeBlanc, M., & Zubek, R. (2004). MDA: A formal approach to game design and game research. *Proceedings of the AAAI Workshop on Challenges in Game AI*, 4(1), 1722. [GS Search].
- Jiang, Y., Li, X., Luo, H., Yin, S., & Kaynak, O. (2022). Quo vadis artificial intelligence? *Discover Artificial Intelligence*, 2(1), 4. <https://doi.org/10.1007/s44163-022-00022-8> [GS Search].
- Judijanto, L. (2025). The future with artificial intelligence: A literature review on the potential and challenges of automation. *International Journal of Economic Literature*, 3(1), 144–150. [GS Search].
- Kalelioglu, F., Gulbahar, Y., & Kukul, V. (2016). A framework for computational thinking based on a systematic research review. *Baltic Journal Of Modern Computing*, 4, 583–596. [GS Search].
- Kazimoglu, C. (2020). Enhancing confidence in using computational thinking skills via playing a serious game: A case study to increase motivation in learning computer programming. *IEEE Access*, 8, 221831–221851. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2020.3043278> [GS Search].
- Kong, S.-C. (2019). Components and methods of evaluating computational thinking for fostering creative problem-solvers in senior primary school education. Em S.-C. Kong & H. Abelson (Ed.), *Computational Thinking Education* (pp. 119–141). Springer. https://doi.org/10.1007/978-981-13-6528-7_8 [GS Search].
- Kosmas, P., Philippou, A., & Psomas, P. (2022). Towards the development of a game for computational thinking: Identifying students' needs and interests. Em *Designing, Constructing, and Programming Robots for Learning* (pp. 136–158). IGI Global Scientific Publishing. <https://doi.org/10.4018/978-1-7998-7443-0.ch007> [GS Search].
- Kritz, J., Mangeli, E., & Xexéo, G. (2017). Building an ontology of boardgame mechanics based on the boardgamegeek database and the MDA framework. *Proceedings of the XVI SBGa-*

- mes, 182–191. <https://www.sbgames.org/sbgames2017/papers/ArtesDesignFull/175272.pdf> [GS Search].
- Laakso, N. L., Korhonen, T. S., & Hakkarainen, K. P. (2021). Developing students' digital competences through collaborative game design. *Computers & Education*, 174, 104308. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2021.104308> [GS Search].
- Li, Y., Schoenfeld, A. H., diSessa, A. A., Graesser, A. C., Benson, L. C., English, L. D., & Duschl, R. A. (2020). Computational thinking is more about thinking than computing. *Journal for STEM Education Research*, 3, 1–18. <https://doi.org/10.1007/s41979-020-00030-2> [GS Search].
- Lim, H. (2017). Computational thinking (CT) and Rebel game design: CT in health games. *2017 IEEE 5th International Conference on Serious Games and Applications for Health (SeGAH)*, 1–5. <https://doi.org/10.1109/SeGAH.2017.7939263> [GS Search].
- Lim, T., Louchart, S., Suttie, N., Ritchie, J., Aylett, R., Stefan, I., Ion, R., Martinez-Ortiz, I., & Moreno Ger, P. (2013). Strategies for effective digital games development and implementation. Em *Cases on Digital Game-Based Learning: Methods, Models, and Strategies* (pp. 168–198). <https://doi.org/10.4018/978-1-4666-2848-9.ch010> [GS Search].
- Lim, T., Carvalho, M. B., Bellotti, F., Arnab, S., Freitas, S., Louchart, S., Suttie, N., Berta, R., & Gloria, A. (2015). The LM-GM framework for serious games analysis. *Int. J. Serious Games*. [GS Search].
- Lima, V. S. A., Silva, S. S. F., Geres, A. R., Silva, R. P., & Pereira, J. C. (2025). *Práticas e desafios no ensino: Formação docente e inovações pedagógicas*. AYA Editora. [GS Search].
- Marques, É. (2024). “Os métodos tradicionais de ensino estão ultrapassados”, diz investigadora. Recuperado fevereiro 12, 2025, de <https://www.jpn.up.pt/2024/01/29/os-metodos-tradicionais-de-ensino-estao-ultrapassados-diz-investigadora/>
- Martoglia, R., & Pontiroli, M. (2021). Let the games speak by themselves: Towards game features discovery through data-driven analysis and explainable AI. *2021 IEEE 23rd Int Conf on High Performance Computing & Communications; 7th Int Conf on Data Science & Systems; 19th Int Conf on Smart City; 7th Int Conf on Dependability in Sensor, Cloud & Big Data Systems & Application (HPCC/DSS/SmartCity/DependSys)*, 2332–2337. <https://doi.org/10.1109/HPCC-DSS-SmartCity-DependSys53884.2021.00352> [GS Search].
- Nipo, D. T., Rodrigues, R. L., & França, R. (2022). Jogando e pensando: Aprendendo pensamento computacional com jogos de entretenimento. *Anais do XXXIII Simpósio Brasileiro de Informática na Educação (SBIE 2022)*, 573–584. <https://doi.org/10.5753/sbie.2022.225709> [GS Search].
- Papert, S. (1980). *Mindstorms: Children, computers, and powerful ideas*. Basic Books. [GS Search].
- Papert, S. (1996). An exploration in the space of mathematics educations. *International Journal of Computers for Mathematical Learning*, 1(1), 95–123. <https://doi.org/10.1007/BF00191473> [GS Search].
- Patino, A., Romero, M., & Proulx, J.-N. (2016). Analysis of game and learning mechanics according to the learning theories. *2016 8th International Conference on Games and Virtual Worlds for Serious Applications (VS-GAMES)*, 1–4. <https://doi.org/10.1109/VS-GAMES.2016.7590337> [GS Search].
- Prensky, M. (2001). Digital natives, digital immigrants. *On the Horizon*, 6. [GS Search].

- Prensky, M. (2003). Digital game-based learning. *Computers in Entertainment*, 1(1), 21. <https://doi.org/10.1145/950566.950596> [GS Search].
- Prensky, M. (2010). *Teaching digital natives: Partnering for real learning*. Corwin Press. [GS Search].
- Rahman, M. M. (2019). 21st century skill “problem solving”: Defining the concept. *Asian Journal of Interdisciplinary Research*, 2(1), 64–74. <https://doi.org/10.34256/ajir1917> [GS Search].
- Rusmin, L., Misrahayu, Y., Pongpalilu, F., Radiansyah, R., & Dwiyanto, D. (2024). Critical thinking and problem-solving skills in the 21st century. *Join: Journal of Social Science*, 1, 144–162. <https://doi.org/10.59613/svhy3576> [GS Search].
- Santos, J. A. (2021). Desafios que os estudantes nativos digitais levam para a escola: Relatos de professores. *Revista Ibero-Americana de Humanidades, Ciências e Educação*, 7(2), 23. <https://doi.org/10.51891/rease.v7i2.602> [GS Search].
- Santos, S. M. A. V., Franqueira, A. S., & Lôbo, I. M. (2024). *Educação, gestão, inclusão e tecnologias digitais: Transformações e perspectivas*. EduCAPES. [GS Search].
- Sassi, S. B., Maciel, C., & Pereira, V. C. (2023). Análise descritiva das atividades sobre pensamento computacional em livros didáticos à luz da BNCC. *Anais do XIV Computer on the Beach - COTB'23*, 347–354. <https://doi.org/10.14210/cotb.v14.p347-354> [GS Search].
- Schonfeld, E. (2010). SCVNGR’s secret game mechanics playdeck. *TechCrunch*. Recuperado outubro 19, 2022, de <https://techcrunch.com/2010/08/25/scvngr-game-mechanics/>
- Schreiber, I. (2009). Game design concepts: An experiment in game design and teaching. <http://gamedesignconcepts.pbworks.com/f/Game+Design+Concepts++An+experiment+in+game+design+and+teaching.pdf> [GS Search].
- Silva, E. S. (2023). O professor imigrante e o aluno nativo digital. *Anais IX CONEDU*, 1–13. <https://editorarealize.com.br/artigo/visualizar/94842> [GS Search].
- Silva Junior, B. A. (2020). *GGasCT: bringing formal methods to the computational thinking* [diss. de mestr., Universidade Federal de Pelotas]. <https://guaiaca.ufpel.edu.br/handle/prefix/6652> [GS Search].
- Silva Junior, R. C. (2021). *Why MDA? The pursuit of a game design ontology* [tese de dout., Universidade do Beira Interior]. https://ubibliorum.ubi.pt/bitstream/10400.6/11645/1/8064_17345.pdf [GS Search].
- Spieler, B., Kemény, F., Landerl, K., Binder, B., & Slany, W. (2020). The learning value of game design activities: Association between computational thinking and cognitive skills. *Proceedings of the 15th Workshop on Primary and Secondary Computing Education*, 1–4. <https://doi.org/10.1145/3421590.3421607> [GS Search].
- Vaz, D., Rodrigues, S. C., Fossatti, P., & Jung, H. S. (2025). Educação 4.0: Desafios e perspectivas para a aprendizagem. *Vivências*, 21(42), 7–23. <https://doi.org/10.31512/vivencias.v21i42.1096> [GS Search].
- Wang, X., Cheng, M., & Li, X. (2023). Teaching and learning computational thinking through game-based learning: A systematic review. *Journal of Educational Computing Research*, 61(7), 1505–1536. <https://doi.org/10.1177/07356331231180951> [GS Search].
- Wing, J. M. (2006). Computational thinking. *Communications of the ACM*, 49(3), 33–35. <https://doi.org/10.1145/1118178.1118215> [GS Search].
- Wu, C.-H., Chien, Y.-C., Chou, M.-T., & Huang, Y.-M. (2025). Integrating computational thinking, game design, and design thinking: A scoping review on trends, applications, and

- implications for education. *Humanities and Social Sciences Communications*, 12(1), 1–12. <https://doi.org/10.1057/s41599-025-04502-x> [GS Search].
- Wu, M. L., & Richards, K. (2011). Facilitating computational thinking through game design. *International Conference on Technologies for E-Learning and Digital Entertainment*, 220–227. https://doi.org/10.1007/978-3-642-23456-9_39 [GS Search].
- Yin, R. K. (2001). *Estudo de caso: planejamento e métodos*. Bookman. [GS Search].
- Zabot, D., Andrade, S. R., & Matos, E. S. (2020). Raciocínio computacional e jogos digitais: Desenvolvendo habilidades com diversão. *International Journal on Computational Thinking*. <https://arquivo.periodicos.univali.br/index.php/IJCThink/article/view/13885> [GS Search].
- Zubaidi, A. M., & Velusamy, S. (2025). The necessity of educational technology in teaching methods: Why educational technology in teaching is important? Em *Encyclopedia of Information Science and Technology, Sixth Edition* (pp. 1–12). IGI Global. <https://doi.org/10.4018/978-1-6684-7366-5.ch033> [GS Search].