

Um Protótipo em Mundo Aberto para o Ensino de Pensamento Computacional no Ensino Fundamental

Title: An Open-World Prototype for Teaching Computational Thinking in Elementary School

Guilherme Silva¹, Ian N. M. da Silva¹, Walter R. B. Carvalho¹, Júlia Pessoa¹, João H. L. Moreira¹, Felipe Y. Ferreira¹, André L. Brandão¹, Karla Vittori¹

¹CMCC – Universidade Federal do ABC (UFABC)

Campus Santo André - Avenida dos Estados, 5001 - Bairro Santa Terezinha
Santo André - SP - Brasil - CEP: 09210-580

{guilherme.hugo,nicolas.magatti,julia.pessoa,felipe.yoshida,moreira.joao}@aluno.ufabc.edu.br, {karla.vittori, andre.brandao}@ufabc.edu.br

Abstract. Introduction: Computational Thinking (CT) is essential in the 21st century, with applications in education and beyond. This article proposes educational games as a playful approach to teaching CT. **Objective:** To present the natur(Eco) prototype, an open-world game with cyberpunk aesthetics, designed to teach the four core CT skills (algorithms, decomposition, abstraction, and pattern recognition) to children aged 6-10. **Methodology:** The development used SCRUM and Game Design Canvas in Unity (C#), with project management in Notion. The game integrates specific minigames within a non-linear open world. **Results:** The natur(Eco) game stands out for its modular approach and cyberpunk aesthetics, promoting autonomous exploration and creative problem-solving.

Keywords Computational Thinking, Serious Game, Open World, Cyberpunk.

Resumo. Introdução: O Pensamento Computacional (PC) é essencial no século XXI, com aplicações em educação e além. Este artigo propõe jogos sérios para ensinar PC de forma lúdica. **Objetivo:** Apresentar o protótipo natur(Eco), jogo em mundo aberto com estética cyberpunk, desenvolvido para ensinar as quatro habilidades do PC (algoritmos, decomposição, abstração e reconhecimento de padrões) a crianças de 6 a 10 anos. **Metodologia:** Foi adotado um modelo adaptado do método ágil SCRUM, voltado para o desenvolvimento de jogos, aliado ao uso do Game Design Canvas. A implementação foi realizada na engine Unity, utilizando a linguagem C#. A organização e documentação de backlogs foi realizada na plataforma Notion. O protótipo desenvolvido apresenta um mundo aberto com estrutura não linear, integrando minigames específicos à narrativa. **Resultados:** O jogo natur(Eco) destaca-se pela abordagem modular e estética cyberpunk, promovendo exploração autônoma e resolução criativa de problemas.

Palavras-Chave Pensamento Computacional, Jogo sério, Mundo Aberto, Cyberpunk.

1. Introdução

Na era da digitalização, a capacidade de resolver problemas de lógica computacional tornou-se cada vez mais essencial, não apenas para profissionais da área de tecnologia, mas para diversas disciplinas e contextos do dia a dia [RIBEIRO et al. 2017]. Nesse cenário, o conceito de Pensamento Computacional (PC) [Papert 1980, Wing 2006] foi definido inicialmente como um conjunto de habilidades para resolver processos de forma sistemática e eficaz. Posteriormente, o Pensamento Computacional foi definido como um conjunto de habilidades cognitivas e técnicas que permitem abordar e solucionar problemas de maneira estruturada, indo além do universo computacional e impactando áreas como a educação, a ciência e até a tomada de decisões no cotidiano [Wing 2006]. Além disso, seu desenvolvimento é considerado fundamental para crianças, equiparando-se em importância à aprendizagem da linguagem e da matemática, pois estimula o raciocínio lógico, a criatividade e a autonomia na resolução de desafios. O

Pensamento Computacional (PC) abrange quatro habilidades centrais [Wing 2006]: algoritmos, padrões, decomposição e abstração — que ajudam a resolver problemas de forma lógica e eficiente. Reconhecido como competência essencial no século XXI [Siqueira 2022, ISTE 2011], o PC ganha relevância diante da digitalização crescente e do avanço de tecnologias como Inteligência Artificial, Robótica e Internet das Coisas [FÓRUM ECONÔMICO MUNDIAL. 2020]. Segundo a Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico (OCDE), 14% das ocupações atuais podem ser automatizadas, e outras 32% passarão por mudanças significativas [OECD 2019].

Diante desse potencial, esta pesquisa propõe o design e o desenvolvimento de um jogo sério [Abt 1970, Zeng et al. 2020], utilizando como base o Processo Ágil Multidisciplinar de Desenvolvimento de Jogos [Freitas et al. 2017]. O jogo tem como objetivo abordar cada um dos pilares do Pensamento Computacional de forma individual, proporcionando uma experiência interativa, envolvente e acessível aos jogadores. Para isso, adota-se um design de mundo aberto, permitindo maior liberdade, experimentação e modularização — o que contribui significativamente para a autonomia e o engajamento no processo de aprendizagem [Gee 2003]. A ambientação do jogo é inspirada em um cenário *cyberpunk*, que combina elementos tecnológicos e futuristas, com o intuito de tornar a experiência mais imersiva e atrativa ao público-alvo. A principal contribuição deste artigo é descrever uma aplicação do design de mundo aberto, associado a metodologias ágeis e multidisciplinares no desenvolvimento de protótipo de jogo sério, destacando seus impactos no processo de criação e nos resultados obtidos e benefícios pedagógicos. Este protótipo é a continuação de um trabalho em andamento, anteriormente publicado no SBIE [Silva et al. 2024].

Este artigo está organizado da seguinte forma: a Seção 2 apresenta o referencial teórico, abordando os principais conceitos e fundamentos do tema. A Seção 3 apresenta os conceitos de jogos sérios e de design de mundo aberto, juntamente com estudos prévios voltados para o ensino do PC. Na Seção 4, é descrita a metodologia utilizada nesta pesquisa. A Seção 5 expõe os resultados obtidos, que são discutidos na Seção 6, comparando-os com os estudos prévios. Por fim, a Seção 7 apresenta as conclusões e sugestões para trabalhos futuros.

2. Fundamentação Teórica

O Pensamento Computacional envolve um conjunto de habilidades lógicas essenciais para a resolução de problemas [Gutiérrez et al. 2023]. Esta pesquisa baseia-se na sistematização de sete autores amplamente referenciados na literatura [Barr e Stephenson 2011, Bocconi et al. 2016, Castro et al. 2021, Ho et al. 2021, Hoyles e Noss 2015, Turchi et al. 2019, Weintrop et al. 2016] para identificar suas principais competências. As habilidades lógicas destacadas neste estudo são: (i) a gestão de dados, que envolve a coleta e análise de informações para tomada de decisões; (ii) a decomposição de problemas, que permite dividir desafios complexos em partes menores para facilitar sua resolução [Weintrop et al. 2016, Bocconi et al. 2016]; (iii) a abstração, que foca nos aspectos essenciais de um problema, eliminando detalhes irrelevantes e (iv) os algoritmos, que consistem em sequências lógicas para resolver problemas de forma eficiente [Turchi et al. 2019, Wing 2006]. Além disso, incluem-se: (i) a automação, que reduz a intervenção manual; a paralelização, que possibilita a execução simultânea de tarefas [Utesch et al. 2020]; (ii) a solução de problemas, integrando estratégias para lidar com desafios computacionais; (iii) o pensamento recursivo, aplicando soluções repetitivas dentro de um mesmo contexto [Weintrop et al. 2016]; (iv) o uso de heurísticas, que auxiliam em decisões aproximadas quando não há soluções exatas e (v) a depuração (*debugging*), essencial para identificar e corrigir falhas em algoritmos [Turchi et al. 2019]. Adicionalmente, considera-se que a modelagem e a simulação permitem representar cenários complexos, e o pensamento sistemático ajuda a compreender a interação entre elementos de um sistema.

Para este estudo, foram priorizadas as quatro competências principais do PC: algoritmo, decomposição de problemas, abstração e reconhecimento de padrões. Essas habilidades são fundamentais no design de jogos sérios voltados ao Pensamento Computacional, pois permitem estruturar desafios e mecânicas que estimulam a aprendizagem ativa e a resolução estratégica de problemas [Gutiérrez et al. 2023].

3. Trabalhos Relacionados

Nesta seção, serão apresentados: o conceito de jogos sérios, alguns exemplos voltados para o ensino do PC e as definições de design de mundo aberto, também com exemplos.

3.1. Jogos Sérios

Jogos sérios são aqueles cujo principal objetivo não é apenas diversão, tendo sido desenvolvidos e pensados com um propósito educacional explícito [Djaouti et al. 2011]. Eles se destacam por integrar atividades interativas por meio de narrativa e jogabilidade, com o objetivo de transmitir conhecimento ao jogador e alinhá-lo ao conteúdo curricular. A seguir, são apresentados alguns jogos sérios que têm como objetivo o ensino do Pensamento Computacional.

AlgoBot [HIGUCHI et al. 2021] é um jogo sério voltado para o ensino de programação por meio de quebra-cabeças. Nele, o jogador deve posicionar instruções para controlar os movimentos do personagem, ajudando a desenvolver habilidades básicas de lógica de programação de forma interativa e divertida.

Program Your Robot [KAZIMOGLU 2012] é um jogo sério que ensina programação ao desafiar os jogadores a criar algoritmos para guiar um robô por diferentes plataformas. Utilizando uma interface de arrastar e soltar, os jogadores combinam comandos de ação e conceitos de programação, como funções, *loops* e estruturas condicionais. Com seis níveis progressivos, o jogo incentiva o aprendizado interativo e a rejogabilidade, tornando o processo de aprendizagem dinâmico e envolvente.

EcoLogic [PIRES et al. 2018] combina ação e estratégia para ensinar Pensamento Computacional e educação ambiental. O jogador precisa resolver quebra-cabeças em labirintos, desviando de inimigos e descartando corretamente o lixo reciclável. Com um visual inspirado em RPG e jogabilidade no estilo *top-down*, o jogo promove não apenas o desenvolvimento da lógica, mas também a conscientização sobre sustentabilidade, tornando o aprendizado uma experiência imersiva e significativa.

3.2. Mundo Aberto

Jogos de mundo aberto oferecem ambientes não lineares, permitindo a exploração livre e diferentes abordagens para os desafios [Anto et al. 2024]. Esse estilo de design é aplicado em jogos como: *Minecraft* [Mojang Studios 2011] e *The Legend of Zelda* [Nintendo EPD 2017].

Além da liberdade de exploração, a arquitetura dos cenários desempenha um papel fundamental na imersão do jogador, influenciando a maneira como ele interage com o ambiente. A disposição espacial dos elementos dentro do jogo pode direcionar a navegação, estimular a curiosidade e criar uma sensação de escala e realismo [HEBLING 2017]. Estruturas bem planejadas permitem uma experiência mais fluida, tornando o mundo aberto não apenas um espaço vasto, mas um ambiente que engaja o jogador de forma intuitiva e dinâmica.

Além disso, a arquitetura nos jogos de mundo aberto não se limita apenas à estética visual; ela desempenha um papel fundamental na narrativa emergente, permitindo que o jogador construa histórias únicas por meio da interação com o ambiente, objetos, inimigos e desafios [FILHO et al.], influenciando diretamente a jogabilidade. A organização espacial e a distribuição de elementos interativos podem guiar sutilmente o jogador sem a necessidade de marcadores explícitos, permitindo que a exploração ocorra de forma orgânica. Cidades, ruínas e paisagens naturais são projetadas para contar histórias visuais, reforçando a imersão e estimulando a descoberta de segredos e desafios. Esse design estratégico contribui para a sensação de autenticidade do mundo virtual, tornando-o mais vivo e responsivo às ações do jogador.

A arquitetura desses jogos também desempenha um papel essencial na criação de um mundo coeso e interativo. A disposição dos elementos no cenário pode estimular a criatividade e a experimentação dos jogadores, incentivando a construção, a destruição e a modificação do ambiente de forma intuitiva. Isso permite que cada jogador tenha uma jornada única, seja explorando o mapa, interagindo com NPCs (*Non-Player Characters* - personagens não jogáveis) dinâmicos ou alterando o mundo ao seu redor, reforçando a sensação de autonomia dentro do jogo [HEBLING 2017].

4. Metodologia

A metodologia adotada para o desenvolvimento do design do jogo baseou-se em uma abordagem ágil, integrada ao processo criativo [Freitas et al. 2017], e estruturada em três etapas principais: concepção da ideia, criação artística e desenvolvimento do design. O processo segue os princípios do Scrum, adaptado para o contexto de desenvolvimento de jogos por equipes multidisciplinares, com dedicação parcial e membros desempenhando múltiplos papéis. A metodologia incorporou princípios fundamentais do Scrum,

como a divisão do trabalho em sprints semanais com entregas incrementais, a utilização de um backlog priorizado [Schwaber et al. 2002] — estruturado a partir do Game Design Canvas (GDC), apresentado na Figura 1 — e a auto-organização da equipe multidisciplinar, cujos membros assumiram múltiplos papéis, conforme suas competências. Além disso, houve planejamento colaborativo com reuniões de *brainstorming*, uso de uma ferramenta de gestão (*Notion*) para garantir transparência e acompanhamento do progresso, e realização de retrospectivas ao final de cada ciclo para promover inspeção e adaptação contínua, conforme orientam Schwaber e Sutherland (2020) e Fontes et al. (2019).

A primeira etapa, de concepção da ideia, tem como objetivo definir o escopo do jogo utilizando técnicas de criatividade, como a identificação do problema, mapas mentais e *brainstorming*. Nessa fase, foi desenvolvido o Game Design Canvas (GDC) [Sarinho 2017], representado na Figura 1, uma versão adaptada do Game Design Document (GDD). O GDC serviu como base para a estruturação do *backlog* — uma lista priorizada de funcionalidades, requisitos e tarefas necessárias para o desenvolvimento do sistema [Pressman 2011] — e como referência ao longo do desenvolvimento. Como inspiração inicial, utilizou-se o jogo *AlgoBot* [HIGUCHI et al. 2021], cujo conceito norteou o principal desafio do projeto: criar um jogo que explorasse, de forma segmentada, cada uma das habilidades do Pensamento Computacional.

Game Design Canvas			
Nome do jogo:			
NARRATIVA	GÊNERO	MECÂNICAS	CONTROLES
	PÚBLICO ALVO		PLATAFORMA
DESAFIOS	ESTÉTICA	MOTIVAÇÃO	FEEDBACK

Figura 1. Modelo Game Design Canvas utilizado

A segunda etapa é a criação artística, um subprocesso que não segue uma ordem de execução definida, e que tem como objetivo guiar a equipe de design na construção dos elementos artísticos do jogo. Nesta etapa, foram realizados novamente *brainstormings* colaborativos para definir aspectos visuais, narrativos, mecânicas de jogo e estruturação de fases. Estes sub-processos criativos, de natureza iterativa e não linear, resultam na arte conceitual do jogo, base para a produção visual nas etapas seguintes.

Por fim, a etapa de desenvolvimento do design concentrou-se na produção dos elementos finais do jogo, como artes em 2D. Essa fase seguiu o modelo de *sprints* semanais, nas quais as tarefas do GDC foram divididas em atividades menores para execução da equipe. As sprints foram separadas a partir das categorias definidas no GDC, começando pelo desenvolvimento das mecânicas, narrativa e desafios. Para o desenvolvimento do jogo, foi utilizando o motor gráfico *Unity Engine* [UNITY TECHNOLOGIES 2025], versão 2022.3.21, com a linguagem de programação C#. Para a organização e registro de *backlogs*, foi utilizada a plataforma *Notion* [Notion Labs Inc. 2025]. Essa ferramenta oferece diversos recursos integrados, como criação de notas, bases de dados, quadros, calendários e lembretes, permitindo a construção de sistemas personalizados de gestão do conhecimento, organização de projetos e registro de informações. Inicialmente, o *Notion* foi utilizado para anotar ideias surgidas durante as reuniões. Com o avanço do projeto, a plataforma passou a ser empregada também no acompanhamento das *sprints*, incluindo o registro do histórico, definição de próximos passos e análise dos pontos positivos e negativos de cada ciclo.

5. Resultados

A primeira etapa do design do protótipo envolveu a definição do público-alvo, estabelecido como crianças no Ensino Fundamental I (idade dos 6 aos 10 anos). O protótipo foi desenvolvido para computadores, utilizando teclado e mouse como dispositivos de entrada.

5.1. Estrutura e Mecânicas de Aprendizado

Como estratégia didática para o aprendizado sobre Pensamento Computacional, cada uma das suas habilidades foi representada com maior destaque por um *minigame* específico, com mecânicas distintas para estimular o aprendizado de forma dinâmica e interativa. A seguir, detalha-se a abordagem adotada para cada habilidade, as quais são mostradas na Figura 2 e Figura 3.

Dentro da fase de Algoritmo (Figura 2a), o jogador utiliza um drone para transportar materiais de construção e montar um prédio ecologicamente sustentável. Esta fase explora diretamente esse conceito, pois o jogador precisa definir uma sequência de passo a passo para que ele execute o trajeto do drone corretamente, o uso de *drag and drop* ao planejar o caminho reforça a criação de instruções claras e ordenadas, o que é fundamento da lógica algorítmica.

Na fase de Reconhecimento de Padrões (Figura 2b), é necessário resolver *puzzles* para conectar geradores de energia limpa. O jogador deve identificar e agrupar figuras semelhantes, desenvolvendo a aplicação de soluções semelhantes em contextos similares, aprimorando a base de reconhecimento de padrões.



Figura 2. Fases a) Algoritmo e b) Reconhecimento de Padrões do protótipo.

Já na fase de Decomposição (Figura 3a), o desafio consiste em dividir problemas em partes menores ao atravessar labirintos em meio a vagões de trens, coletando itens que contribuem para a limpeza da cidade. Resolver cada pequena parte do trajeto até o objetivo condiz com o processo de decompor problemas.

Por fim, na fase de Abstração (Figura 3b), o jogador controla veículos aquáticos cuja movimentação é inspirada nos movimentos das peças de xadrez, exigindo raciocínio estratégico e concentração nos padrões de movimento, abstraindo-se de detalhes irrelevantes, com o objetivo de despoluir um rio.



Figura 3. Fases a) Decomposição e b) Abstração do protótipo.

5.2. Mundo Aberto

Além das mecânicas de aprendizado, um dos aspectos fundamentais do design foi a escolha de um mundo aberto. Essa abordagem foi adotada para proporcionar maior liberdade de exploração, permitindo que os jogadores avancem no jogo de acordo com seu próprio ritmo e tomem decisões sobre quais desafios enfrentar primeiro. Diferente de um jogo linear, onde a progressão segue uma ordem fixa, a estrutura aberta favorece um aprendizado mais natural e menos restritivo, incentivando a experimentação e a descoberta. O formato do mundo aberto permite que o jogador teste hipóteses, faça ajustes e aprenda com os próprios erros, simulando um processo semelhante ao de resolução de problemas no mundo real, como é mostrado na Figura 4, onde o jogador pode navegar pelo mapa livremente. Esse tipo de abordagem reforça a autonomia do jogador, tornando o aprendizado mais significativo, uma vez que ele precisa explorar diferentes estratégias e entender as consequências de suas escolhas para progredir. Além dos *minigames* que representam cada habilidade do Pensamento Computacional, a interação com o ambiente do jogo desempenha um papel essencial no desenvolvimento da experiência.



Figura 4. Cenário de mundo aberto onde o jogador pode navegar no protótipo.

Outro aspecto importante da escolha pelo formato mundo aberto é a flexibilidade na solução de problemas. O protótipo não impõe uma única resposta correta, mas permite que o jogador encontre diferentes abordagens para superar os desafios. Dessa forma, o pensamento crítico e a criatividade são constantemente estimulados, pois o jogador precisa avaliar as possibilidades e tomar decisões que impactam sua jornada no jogo. Essa característica reforça a ideia de que o Pensamento Computacional não se limita a algoritmos e códigos, mas envolve também a capacidade de analisar cenários, adaptar estratégias e construir soluções inovadoras para problemas complexos.

5.3. Estética *Cyberpunk* e sua Relação com o Pensamento Computacional

A escolha da estética *cyberpunk* para ambientar o jogo está relacionada a um esforço de promover outra competência geral discutida na Base Nacional Comum Curricular (BNCC), a Cultura Digital [Brasil 2022]. Assim como os primeiros trabalhos modernos do gênero, é possível estabelecer um debate sobre os aspectos positivos e negativos de uma sociedade futura que apresenta avanços tecnológicos especulativos, dando margem à criatividade de como novas tecnologias podem impactar a sociedade, sendo possível articular com a Cultura Digital. De acordo com o parecer da CNE, esta competência “(...) pressupõe compreensão dos impactos da revolução digital e seus avanços na sociedade contemporânea; bem como a construção de atitude crítica, ética e responsável em relação à multiplicidade de ofertas midiáticas e digitais, (...)” [Brasil 2022].

A escolha da estética *cyberpunk* para ambientar o protótipo foi motivada por sua conexão com tecnologia, inovação e resolução de problemas [STERLING 1986], que são pilares do Pensamento Computacional. Esse estilo contribui para a experiência do jogador ao criar um universo visualmente impactante, onde o cenário futurista e digital reforça a temática do protótipo. A presença de elementos como cidades futurísticas, robôs, dispositivos interativos e um futuro pessimista [MENDONÇA e HORTA 2024] corrobora para a narrativa, que trata de problemas climáticos, como mostrados na Figura 2, e ajuda a consolidar a sensação de imersão em um ambiente tecnológico, possibilitando a construção de diálogos sobre impactos da tecnologia ou até explicações curtas sobre o funcionamento de objetos computacionais. Além disso, a narrativa e a ambientação se beneficiam do *cyberpunk*, pois esse estilo frequentemente aborda temas como Inteligência Artificial [Russell et al. 2020], redes de computadores e automação, que dialogam diretamente com a proposta do jogo. A presença de robôs e dispositivos interativos expande as

possibilidades de interação e aprendizado, aproximando o jogador de um universo no qual a tecnologia está em constante evolução.

O *cyberpunk* está amplamente presente na cultura pop, em filmes, animes e jogos, o que o torna uma estética familiar e atrativa para o público-alvo [RODRIGUES 2023]. Essa familiaridade favorece o engajamento dos jogadores, pois eles se identificam com os elementos visuais e narrativos do jogo, o que pode aumentar o interesse e a motivação para explorar os desafios apresentados [Cole 2005]. Dessa forma, é possível que a estética estimule o desenvolvimento do Pensamento Computacional ao tratar de temas semelhantes às grandes produções do entretenimento da atualidade, ambientando os enigmas e sistemas complexos apresentados como desafios e instrumento de aprendizagem do PC no decorrer do protótipo.

5.4. Progressão e Estruturação da Experiência do Jogador

Foram implementadas mecânicas de progressão e *feedback*, com o objetivo de permitir que o jogador tenha uma experiência fluida. O sistema de *feedback* foi incorporado para fornecer informações visuais e sonoras sobre as ações realizadas, destacando acertos e erros e auxiliando no processo de aprendizado. Esse recurso ajuda a consolidar os conceitos do Pensamento Computacional de forma clara e acessível.

Outro aspecto importante para a estruturação da experiência do jogador são as missões e objetivos dinâmicos. Além dos *minigames*, o jogo apresenta desafios secundários que permitem ao jogador aprender conceitos de Pensamento Computacional de maneira indireta, por meio da interação com o ambiente e NPCs. Essa abordagem incentiva a exploração e a descoberta, tornando o aprendizado mais imersivo e menos mecânico.

6. Discussão

Ao comparar o *natur(Eco)* com trabalhos similares na literatura apresentados na Seção 3, é possível identificar diferenças significativas em termos de abordagem pedagógica, mecânicas de jogo e proposta de design, como é mostrado na Tabela 1.

Tabela 1. Comparação entre *natur(Eco)* e jogos relacionados quanto à arte, design e narrativa

Critério	<i>natur(Eco)</i>	<i>AlgoBot</i>	<i>Program Robot</i>	<i>Your</i>	<i>EcoLogic</i>
Design de mundo	Mundo aberto, não linear, foco na exploração	Linear com quebra-cabeças em sequência	Linear com fases e objetivos fixos		Labirintos com progressão controlada
Narrativa	Emergente, distopia climática e interação com NPCs	Mínima, voltada ao desafio lógico	Funcional, guia de tarefas sem profundidade		Temática ambiental explícita
Interação com ambiente	Exploração livre, decisões impactam progresso	Restrita à lógica dos desafios	Movimentação lógica com comandos predefinidos		Itens, inimigos e coleta em labirintos
Estilo de ensino	Modular, cada <i>minigame</i> aborda uma habilidade do PC	Ênfase em lógica e algoritmos com visual simples	Ensina estruturas como loops e condicionais		Integra PC com consciência ecológica
Diferenciais em arte e design	<i>Cyberpunk</i> envolvente, narrativa visual tecnológica	Design funcional e pouco expressivo	Blocos visuais com foco em clareza		Visual engajador, foco dividido entre PC e meio ambiente

O *AlgoBot* e o *Program Your Robot* focam na programação como meio de desenvolver o Pensamento Computacional, utilizando mecânicas de arrastar e soltar comandos, *loops* e funções. Essas abordagens, embora eficazes para introduzir conceitos básicos de lógica e algoritmos, mantêm uma estrutura mais linear e voltada à codificação explícita. Já o *EcoLogic* combina elementos de ação e estratégia com temáticas ambientais, utilizando *puzzles* para estimular o raciocínio lógico. Embora introduza o PC de forma mais implícita e contextualizada, seu foco principal está dividido com a educação ambiental, o que pode diluir a ênfase nas competências computacionais centrais.

O protótipo *natur(Eco)*, por sua vez, diferencia-se ao adotar uma abordagem modular, apresentando cada uma das quatro habilidades fundamentais do Pensamento Computacional (algoritmos, abstração, decomposição e reconhecimento de padrões) de forma individualizada e integrada à narrativa do jogo. Essa estrutura permite ao jogador compreender e praticar cada competência em um contexto específico, facilitando a associação entre teoria e prática.

Outro diferencial importante é a escolha do mundo aberto, que contrasta com a estrutura mais linear dos jogos comparados. Essa liberdade de exploração permite ao jogador escolher sua própria jornada de aprendizado, incentivando a curiosidade, a autonomia e o pensamento estratégico, aspectos que refletem diretamente os princípios do Pensamento Computacional. Além disso, a ambientação *cyberpunk* adotada pelo jogo agrega valor estético e narrativo à experiência, criando um universo visualmente estimulante e tematicamente coerente com os conceitos de tecnologia e resolução de problemas. Essa escolha estética não é observada nos outros jogos, que optam por visuais mais tradicionais ou didáticos. Em síntese, o jogo se destaca por oferecer uma experiência mais ampla e flexível de aprendizagem, integrando elementos de jogabilidade, narrativa e liberdade de exploração com foco pedagógico claro nas competências do Pensamento Computacional, sem exigir conhecimento prévio em programação. Essa abordagem o posiciona como uma alternativa acessível para o ensino dessa competência no século XXI.

7. Conclusão

O desenvolvimento do jogo *natur(Eco)* evidencia como jogos sérios podem ser ferramentas eficazes para o ensino do Pensamento Computacional, especialmente quando aliados à abordagem de mundo aberto, que favorece a autonomia, a experimentação e a aprendizagem significativa. Ao explorar as quatro principais habilidades (algoritmos, decomposição, abstração e reconhecimento de padrões) por meio de *minigames* específicos, o jogo proporciona uma experiência interativa que estimula o raciocínio lógico e estratégico sem a necessidade de codificação direta, tornando-o mais acessível ao público do Ensino Fundamental considerado. Além disso, os sistemas de progressão, personalização e interação com o ambiente foram pensados para enriquecer a experiência do jogador, sendo potencialmente capazes de reforçar a aprendizagem por meio de desafios diversos e narrativas envolventes.

Como trabalhos futuros, pretende-se finalizar o desenvolvimento da história do jogo, aplicá-lo e avaliá-lo em contextos educacionais formais, após o envio de um projeto ao Comitê de Ética, para verificar seu impacto no desenvolvimento das competências associadas ao Pensamento Computacional em estudantes do Ensino Fundamental I. Também se considera a expansão do jogo com novas habilidades e níveis de complexidade, visando a continuidade do aprendizado ao longo do tempo.

Agradecimentos

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) – Código de Financiamento 001.

Os assets utilizado no jogo são de autoria de *LimeZu* <https://limezu.itch.io/>.

Referências

Abt, C. (1970). *Serious Games*. Viking Press, New York, NY.

Anto, A., Basu, A., Selim, R., Foscht, T., e Eisingerich, A. B. (2024). Open-world games' affordance of cognitive escapism, relaxation, and mental well-being among postgraduate students: mixed methods study. *J Med Internet Res*, 26:e63760.

- Barr, V. e Stephenson, C. (2011). Bringing computational thinking to k-12: what is involved and what is the role of the computer science education community? *ACM Inroads*, 2(1):48–54.
- Bocconi, S., Chiocciariello, A., Dettori, G., e et al. (2016). Developing computational thinking in compulsory education. Technical report, European Commission.
- Brasil (2022). Parecer cne/cp nº 2/2022. normas sobre computação na educação básica – complemento à bncc. Technical report, Ministério da Educação. Conselho Nacional de Educação, Brasília.
- Castro, L., Shoaib, H., Douglas, K., e et al. (2021). Computational thinking frameworks used in computational thinking assessment in higher education: a systematized literature review. In *ASEE Annual Conference and Exposition, Conference Proceedings*.
- Cole, D. R. (2005). Education and the politics of cyberpunk. *Review of Education, Pedagogy, and Cultural Studies*, 27(2):159–170.
- Djaouti, D., Alvarez, J., Jessel, J.-P., e Rampnoux, O. (2011). Origins of serious games. In Ma, M., Oikonomou, A., e Jain, L. C., editors, *Serious Games and Edutainment Applications*, pages 25–43. Springer, London.
- FILHO, M. M., BRANDÃO, R., e NEVES, A. M. Narrativa centrada no jogador: uma análise da relação entre a narrativa emergente e as mecânicas nos jogos digitais. [s.d.].
- Freitas, D., Breve, F., Paes, P., e Silva, E. (2017). Processo ágil multidisciplinar de desenvolvimento de jogos: aplicação no ensino de computação. In *Anais do Simpósio Brasileiro de Games e Entretenimento Digital (SBGames)*.
- FÓRUM ECONÔMICO MUNDIAL. (2020). The future of jobs report 2020. Genebra: World Economic Forum. Disponível em: <https://www.weforum.org/reports/the-future-of-jobs-report-2020>.
- Gee, J. (2003). What video games have to teach us about learning and literacy. *Computers in Entertainment*, 1:20.
- Gutiérrez, S. A. C., Dávila, G. A., e Quintana, H. (2023). Implementation of a serious game to develop computational thinking skills. In Pereira, R., Bianchi, I., e Rocha, , editors, *Digital Technologies and Transformation in Business, Industry and Organizations, Studies in Systems, Decision and Control*, vol. 497. Springer, Cham.
- HEBLING, D. L. C. (2017). Arquitetura em jogos eletrônicos: o projeto em universos simulados. Master's thesis, FAU, USP.
- HIGUCHI, V., ROCHA, R. V. d., BEZERRA, D. d. S., e GOYA, D. H. (2021). Algotbot: jogo sério para o desenvolvimento do pensamento computacional. In *Anais do SBGAMES*, 20., Gramado.
- Ho, W., Looi, C., Huang, W., e et al. (2021). Computational thinking in mathematics: to be or not to be, that is the question. In *Mathematics—Connection and beyond: Yearbook 2020 Association of Mathematics Educators*, pages 205–234. World Scientific.
- Hoyles, C. e Noss, R. (2015). Revisiting programming to enhance mathematics learning. In *Math+ Coding Symposium*. Western University.
- ISTE (2011). Iste standards for computer science educators. Disponível em: ISTE.org.
- KAZIMOGLU, C. e. a. (2012). Program your robot: designing a programming game to introduce novices to programming. In *Proceedings of the International Conference on Computer Applications in Industry and Engineering*, 25., [S.l.]: ISCA.
- MENDONÇA, J. e HORTA, A. (2024). Design e cyberpunk: considerações sobre o sentido social de próteses ortopédicas. In *Anais do CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISA E DESENVOLVIMENTO EM DESIGN – PD DESIGN*, 15., Manaus. Universidade Federal do Amazonas.

- Mojang Studios (2011). Minecraft [videojogo]. Estocolmo, Suécia: Mojang Studios.
- Nintendo EPD (2017). The Legend of Zelda: Breath of the Wild [video game].
- Notion Labs Inc. (2025). Notion. <https://www.notion.so>. Disponível em: <https://www.notion.so>. Acesso em: 23 jun. 2025.
- OECD (2019). *OECD Employment Outlook 2019: The Future of Work*. OECD Publishing, Paris.
- Papert, S. (1980). *Computers for children*.
- PIRES, F. G., FERREIRA, R., SILVA, M. G., BATISTA, J., FRANZOIA, F., e FREITAS, R. d. (2018). Ecológic: um jogo de estratégia para o desenvolvimento do pensamento computacional e da consciência ambiental. In *Anais do CBIE*, 7., Fortaleza.
- Pressman, R. (2011). *Engenharia de Software: uma abordagem profissional: Capítulo 3*. AMGH, Porto Alegre.
- RIBEIRO, L., FOSS, L., e CAVALHEIRO, S. A. C. (2017). Entendendo o pensamento computacional. versão preliminar.
- RODRIGUES, Y. S. (2023). *Concept design e ficção científica: a criação de personagens nos cenários cyberpunk e solarpunk*. PhD thesis, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Design) – Centro de Tecnologia, Curso de Design.
- Russell, S. J., Norvig, P., e Davis, E. (2020). *Artificial Intelligence: A Modern Approach*. Pearson, 4th edition.
- Sarinho, V. T. (2017). Uma proposta de game design canvas unificado. In *SBGAMES*, 16., Curitiba.
- Schwaber, K., Beedle, M., e Others (2002). *Agile Software Development with Scrum*. Prentice Hall, Upper Saddle River, NJ.
- Silva, G., Pessoa, J. O., da Magatti, I. N. M., Gonçalves, A. C., Garcia, K. R., Brandão, A. L., e Vittori, K. (2024). Newbot: Jogo educativo para o ensino do pensamento computacional. In *Anais do 35º Simpósio Brasileiro de Informática na Educação (SBIE)*, pages 3127–3138, Rio de Janeiro/RJ. Sociedade Brasileira de Computação.
- Siqueira, I. (2022). Pensamento computacional como habilidade essencial do século xxi. Parecer do Conselho Nacional de Educação. Parecer homologado PCEb 002/22, Ministério da Educação, Brasil.
- STERLING, B. (1986). *Mirrorshades: The Cyberpunk Anthology*. Ace Books, New York.
- Turchi, T., Fogli, D., e Malizia, A. (2019). Fostering computational thinking through collaborative game-based learning. *Multimed Tools Appl*, 78:13649–13673.
- UNITY TECHNOLOGIES (2025). Unity. San Francisco. Disponível em: <https://unity.com>.
- Utesch, X., Vetter, M., Piechotta, J., Schrape, J.-F., e Hamm, I. (2020). A framework for computational thinking: Enhancing problem-solving skills in secondary education. In *Proceedings of the 2020 IEEE Global Engineering Education Conference (EDUCON)*, pages 1568–1574. IEEE.
- Weintrop, D., Beheshti, E., Horn, M., Orton, K., Jona, K., Trouille, L., e Wilensky, U. (2016). Defining computational thinking for mathematics and science classrooms. *J. Sci. Educ. Technol.*, 25(1):127–147.
- Wing, J. M. (2006). Computational thinking. *Communications of the ACM*, 49(3):33–35.
- Zeng, J., Parks, S., e Shang, J. (2020). To learn scientifically, effectively, and enjoyably: A review of educational games. *Human Behavior and Emerging Technologies*, 2(4):371–389.