

ECCOA Donut: Um Jogo S rio para Aprendizagem de Sustentabilidade no Ensino Superior

ECCOA Donut: A Serious Game for Learning Sustainability in Higher Education

Maria Estela Oliveira de Paula¹, Maria Clarissa Carminatti de Assump  o¹,
Marcus Parreiras^{1,2}, Wladimir Henriques Motta¹, Geraldo Xex  o²

¹ COENP - Coordenadoria de Engenharia de Produção
Centro Federal de Educação Tecnológica Celso Suckow da Fonseca (CEFET/RJ)

²LUDES - Programa de Engenharia de Sistemas e Computação
COPPE - Universidade Federal do Rio de Janeiro
Avenida Horácio Macedo, 2030, CT, Bloco H, sala 319, Rio de Janeiro, RJ - Brasil

{maria.estela, maria.assumpcao}@aluno.cefet-rj.br,
{wmotta}@ccetiqt.senai.br,
{mparreiras, xexeo}@cos.ufrj.br

Abstract. Introduction: Active pedagogical practices and serious games are essential in higher education to engage students in complex problems like economic sustainability. **Objective:** This article presents the development and application guidelines for ECCOA DONUT, a hybrid serious game (physical and digital) based on the Doughnut Economics model. **Methodology or Steps:** Using a qualitative exploratory approach, the game was iteratively developed from a manual prototype to a hybrid format featuring a circular board, action cards, and a support app. **Expected Results:** The artifact aims to stimulate critical reflection and systemic decision-making. Furthermore, the proposed debriefing structure guides mediators in consolidating students' understanding of social, environmental, and financial interdependencies. Ultimately, the game demonstrates potential as a viable tool to simulate complex corporate management in a safe educational environment.

Keywords Serious Games, Higher Education, Active Learning, Economic Sustainability, Doughnut Economics.

Resumo. Introdução: Práticas pedagógicas ativas e jogos sérios são essenciais no ensino superior para engajar estudantes em problemas complexos como a sustentabilidade econ mica. **Objetivo:** Este artigo apresenta o desenvolvimento e as diretrizes de aplicação do ECCOA DONUT, um jogo sério híbrido (físico e digital) baseado no modelo da Economia Donut. **Metodologia ou Etapas:** Sob uma abordagem qualitativa e exploratória, o jogo foi desenvolvido iterativamente, de um protótipo manual a um formato híbrido com tabuleiro circular, cartas de a  o e aplicativo de apoio. **Resultados Esperados:** O artefato visa estimular a reflexão crítica e a tomada de decisão sist mica. Além disso, a estrutura de debriefing orienta os mediadores na consolidação da compreensão discente sobre as interdependências sociais, ambientais e financeiras. Por fim, o jogo demonstra potencial como ferramenta viável para simular a gestão corporativa complexa em um ambiente educacional seguro. **Palavras-Chave** Jogos S rios, Ensino Superior, Aprendizagem Ativa, Sustentabilidade Econ mica, Economia Donut.

1. Introdução

A necessidade de repensar as práticas pedagógicas no ensino superior intensificou-se frente a desafios globais complexos. A sustentabilidade econômica exige uma compreensão integrada das dimensões social, ambiental e financeira — esferas frequentemente fragmentadas nos currículos tradicionais. Nesse cenário, abordagens de aprendizagem ativa, como os jogos sérios (*serious games*), destacam-se por aliar objetivos educacionais ao lúdico, permitindo simular situações reais e estimular a tomada de decisão em um ambiente seguro [Jacobson e Luedtke 2023].

Tais ferramentas catalisam competências transversais como o pensamento sistêmico e a colaboração. Como resposta a essa demanda, o modelo da Economia Donut oferece uma base robusta para equilibrar o bem-estar social e os limites ecológicos, embora apresente desafios de operacionalização didática [Raworth 2017]. Diante disso, este artigo detalha o desenvolvimento e as diretrizes de aplicação (*debriefing*) do ECCOA DONUT, um jogo sério híbrido voltado à aprendizagem ativa da sustentabilidade no Ensino Superior.

2. Trabalhos Relacionados

Para situar a originalidade do artefato, observa-se a convergência entre gamificação, sustentabilidade e ensino na literatura. Estudos recentes demonstram ganhos significativos na gestão de recursos e na compreensão de dinâmicas de economia circular por meio de metodologias de *Game-Based Learning* [Bărbulescu et al. 2026]. Em paralelo, outras pesquisas ressaltam o engajamento socioambiental propiciado pelo desenvolvimento e aplicação de jogos com foco em monitoramento ambiental e reciclagem [Figueiredo et al. 2025].

Embora convirja com o uso de jogos sérios para a conscientização socioambiental, a presente proposta diferencia-se ao tangibilizar, de forma híbrida, o modelo da Economia Donut, com foco na simulação de cenários gerenciais e *trade-offs* macroeconômicos. Por fim, intervenções focadas na educação básica têm aplicado a gamificação com sucesso [Júnior et al. 2025], mas este trabalho eleva a complexidade cognitiva ao exigir dos participantes a gestão sistêmica de externalidades socioambientais inerentes ao contexto corporativo.

3. Metodologia

3.1. Abordagem e Planejamento

A pesquisa caracteriza-se sob o escopo de uma abordagem qualitativa, de natureza descritiva e exploratória. Esta escolha é adequada para investigações em estágios iniciais de desenvolvimento de artefatos inovadores, onde o foco repousa na compreensão dos processos de engajamento intrínseco. O planejamento do ECCOA DONUT ocorreu por meio de uma metodologia iterativa. Na etapa conceitual, selecionou-se os pilares fundamentais da teoria que embasa este trabalho: (I) equilíbrio sistêmico; (II) interdependência corporativa-ambiental; e (III) respeito aos limites do teto ecológico e alicerce social [Raworth 2017].

3.2. Prototipação e Estrutura Híbrida

A construção seguiu três fases de *feedback loop*, conforme ilustrado na evolução dos protótipos (ver Figuras 1, 2 e 3). O primeiro protótipo (*paper prototype*) foi confeccionado manualmente para testar o balanceamento e a lógica matemática.

A segunda fase consistiu no desenvolvimento de uma versão digitalizada, submetida a *playtests* no evento SEPEX (Semana de Ensino, Pesquisa e Extensão). Contudo, a interface puramente digital distanciava os jogadores da discussão presencial, motivando a pivotagem para uma solução híbrida (*phygital*).

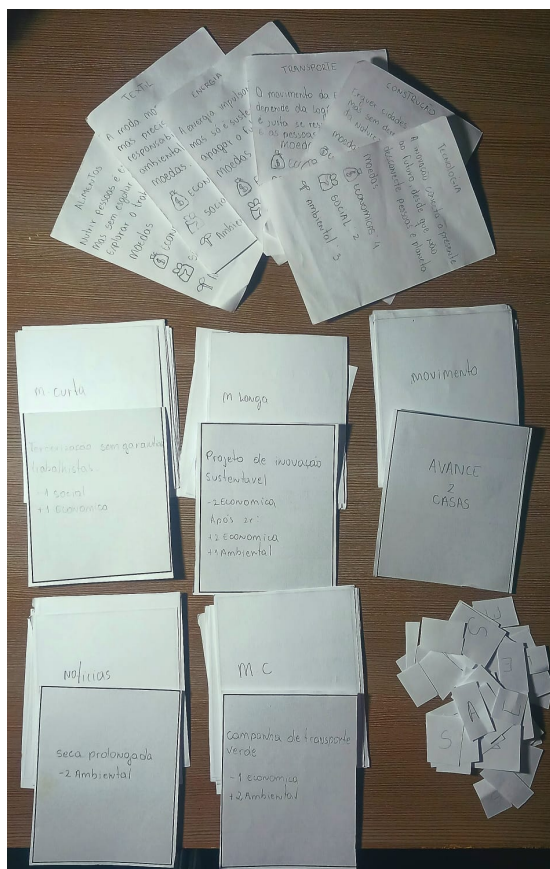


Figura 1. Protótipo I: Cartas e Empresas. Fonte: Autoria própria (2025).



Figura 2. Protótipos II e III: Interface do aplicativo suporte. Fonte: Autoria própria (2025).

O componente central físico final é um tabuleiro projetado em formato de Donut (ver Figura 3). Ao abandonar trilhas lineares, a geometria obriga os jogadores a enxergarem a ciclicidade inevitável de suas ações de mercado. Para reduzir a sobrecarga cognitiva e automatizar os cálculos matemáticos, o aplicativo de apoio opera em conjunto com as dinâmicas de mesa. Nesse sistema, as engrenagens de ação são propulsionadas por "Cartas de Missão" e "Notícia", exigindo alinhamento estratégico frente a dilemas reais.



Figura 3. Protótipo III: Versão híbrida final com tabuleiro Donut. Fonte: Autoria própria (2025).

Tabela 1. Síntese do alinhamento entre as mecânicas híbridas desenvolvidas e os objetivos pedagógicos.

Elemento do Jogo	Componente	Objetivo Pedagógico Associado
Tabuleiro Circular	Físico (Acrílico)	Compreensão do pensamento sistêmico
Cartas de Missão	Digital (Leitura)	Tomada de decisão em <i>trade-offs</i>
Eventos Aleatórios	Digital (Notícia)	Adaptação a incertezas contemporâneas
Gestão de Recursos	Digital (Aplicativo)	Análise de impactos (Teto/Base)

Fonte: Autoria própria (2025).

3.3. Procedimentos de Coleta e Análise de Dados

A coleta de dados ocorreu de forma concomitante às aplicações piloto (manual e digital na SEPEX) com participantes voluntários englobando diferentes perfis acadêmicos e cursos de graduação. A instrumentação baseou-se na observação direta do engajamento e das tomadas de decisão, complementada por notas de campo e feedbacks espontâneos de usabilidade. As aplicações piloto contaram com N = 15 participantes na SEPEX, incluindo 12 estudantes (Engenharia de Produção, Engenharia Mecânica, Engenharia de Controle e Automação), 2 docentes e 1 visitante voluntário atuante em programas ambientais. Como evidência preliminar, entre dois respondentes individuais, ambos apontaram maior imersão esperada com tabuleiro físico; um relatou aumento de compreensão sobre a Economia Donut após as rodadas ($\approx 60\%$), e ambos indicaram adequação do jogo para uso em aulas da Engenharia ambiental.

Os dados brutos foram submetidos a uma análise qualitativa por categorização temática, focada nas dimensões de compreensão das mecânicas e comportamento estratégico. A validação do constructo deu-se pela análise da coerência entre as ações lúdicas operadas pelos estudantes e os preceitos científicos da sustentabilidade, confirmando a eficácia do tabuleiro circular como ferramenta de representação do equilíbrio sistêmico.

4. Resultados Parciais

Os resultados deste projeto estabelecem diretrizes de mediação docente que transformam o artefato em um suporte didático interativo para as áreas de Engenharia e Economia, utilizando a arquitetura cíclica do tabuleiro para tornar a tomada de decisão mais transparente e sistêmica. A dinâmica híbrida foi bem recebida pelos participantes, que destacaram a clareza e atratividade das cartas, além de preferirem o tabuleiro físico para reduzir distrações; em contrapartida, foram coletadas sugestões pontuais para otimizar o suporte digital e a estética visual do material. Quanto à aplicação prática, o jogo utiliza "Cartas de Notícia" e "Missões Colaborativas" para forçar a adaptação estratégica e a migração de um paradigma predatório para um cooperativo. O processo é consolidado em uma sessão de mediação estruturada em três fases — Expurgo Emocional, Maturação Analítica (com análise do histórico do aplicativo) e Transposição Fenomenológica —, permitindo ao docente conectar as mecânicas lúdicas aos dilemas reais da gestão estratégica e do mercado de trabalho.

5. Conclusões Preliminares

O desenvolvimento inicial e as aplicações empíricas preliminares do ECCOA DONUT indicam indícios preliminares do potencial dos jogos sérios híbridos como ferramentas pedagógicas no ensino superior. A transposição da teoria econômica para mecânicas lúdicas palpáveis sinaliza que o artefato é um recurso viável para que os estudantes debatam e reflitam sobre a tomada de decisão gerencial em um ambiente seguro [Júnior et al. 2021]. Nas aplicações piloto (N = 15), registros individuais apontaram expectativa de maior imersão com tabuleiro físico e relato de aumento de compreensão sobre a Economia Donut após as rodadas ($\approx 60\%$ em um caso), além de apreciação da dinâmica de cartas.

Sendo esta uma pesquisa em andamento, os apontamentos observados sugerem que a abordagem híbrida é um caminho arquitetônico promissor para equilibrar imersão e acessibilidade cognitiva, com o aplicativo apoiando o cálculo e a visualização para mitigar sobrecarga matemática em caráter preliminar. Tendo em vista as limitações inerentes a este estágio exploratório, as considerações aqui apresentadas possuem caráter estritamente preliminar. Em suma, o artefato apresenta-se como uma promissora inovação metodológica latente, fomentando um ensino mais crítico e profundamente conectado às urgências socioambientais contemporâneas.

6. Declaração de Uso de IA

Durante a preparação deste trabalho, a ferramenta de inteligência artificial Gemini (Google) foi utilizada pelos pesquisadores como suporte técnico na fase de edição. Sua aplicação deu-se de forma pontual à síntese textual para enquadramento do documento, à estruturação tabular e à transposição das referências para a linguagem BibTeX.

Os autores declaram que o emprego da tecnologia não substituiu a análise crítica do estudo, cabendo inteiramente a eles a autoria e a responsabilidade pela veracidade do conteúdo aqui apresentado.

Referências

- Bărbulescu, R., Matei, M.-A., e Latea, C.-D. (2026). Teaching sustainability in economics through game-based learning: An interdisciplinary approach. *VIRAL*, 1(2):22.
- Figueiredo, A. M. d. O., Lopes, A. M., Alves, F. B., Costa, G. A. R. d., Lima, G. T., Borges, M. V., Silva, M. J. D. d., e Garcez, L. C. F. (2025). Gamificação e sustentabilidade: Desenvolvimento de jogos educativos no contexto da extensão universitária. In *Anais do XXIV Simpósio Brasileiro de Jogos e Entretenimento Digital (SBGames)*, Salvador, BA, Brasil. SBC.
- Jacobson, S. e Luedtke, A. (2023). Games in the classroom: a symposium. *The Journal of Economic Education*, 54(2):126–127.
- Júnior, J. N. d. S., Lima, M. A. S., Pimenta, A. T. A., Nunes, F. M., Monteiro, Á. C., de Sousa, U. S., Júnior, A. J. M. L., Zampieri, D., Alexandre, F. S. O., Pacioni, N. L., et al. (2021). Design, implementation, and evaluation of a game-based application for aiding chemical engineering and chemistry students to review the organic reactions. *Education for Chemical Engineers*, 34:106–114.
- Júnior, L. A. D., Melo, C. R., Ferreira, D., Vieira, C. d. O., e Duarte, A. D. (2025). Explorando a gamificação como ferramenta de suporte pedagógico no processo de ensino e aprendizagem à luz dos objetivos do desenvolvimento sustentável (ods). In *Anais do XXIV Simpósio Brasileiro de Jogos e Entretenimento Digital (SBGames)*, Salvador, BA, Brasil. SBC.
- Raworth, K. (2017). *Doughnut Economics: Seven Ways to Think Like a 21st Century Economist*. Random House Business, London.