ENTAC 2024
XX ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO
Maceió, Brasil, 9 a 11 de outubro de 2024

Gestão sustentável na Construção: integrando práticas de Economia Circular

Sustainable management in Construction: integrating Circular Economy practices

Pamella Menezes Teodósio
Universidade Federal de Sergipe | São Cristóvão | Brasil |pamellateodosio@gmail.com
Taiane Aparecida Santos Torres
Universidade Federal de Sergipe | São Cristóvão | Brasil | taianeast@gmail.com
Luana de Jesus Souza
Universidade Federal de Sergipe | São Cristóvão | Brasil | luanaegcivil@gmail.com
Jennifer Artur de Souza Ferreira
Universidade Federal de Sergipe | São Cristóvão | Brasil | jenniferartur@gmail.com
Sara Araújo de Souza
Universidade Federal de Sergipe | São Cristóvão | Brasil | sarinhaaraujo2010@gmail.com
Henrique Rodrigues dos Santos
Universidade Federal de Sergipe | São Cristóvão | Brasil | rodrigues.euqirneh@gmail.com
Amélia Gomes Nunes
Universidade Federal de Sergipe | São Cristóvão | Brasil | ameliaengenharia@gmail.com
Débora de Gois Santos
Universidade Federal de Sergipe | São Cristóvão | Brasil | deboragois@academico.ufs.br
Denise Conceição de Gois Santos Michelan
Universidade Federal de Sergipe | São Cristóvão | Brasil | denisegois@academico.ufs.br

Resumo

Uma alternativa de mudar a maneira de construir instaurada até então é trazer uma nova mentalidade para sala de aula por meio da aplicação de jogos. Logo, este trabalho objetiva avaliar o processo de aprendizagem de discentes da graduação em Engenharia Civil no jogo *Circular Village*. O método consistiu na aplicação do jogo e de questionários respondidos pré e pós-dinâmica. Como resultados 2 equipes terminaram a parte 1 da atividade no prazo enquanto a parte 2 foi concluída por todos. Quanto a aprendizagem, identificou-se um aumento de 100% no conhecimento sobre economia circular e de 42% sobre os R's da sustentabilidade. Conclui-se que a aprendizagem destas temáticas baseadas neste jogo foi eficaz.

Palavras-chave: Engenharia Civil. Sustentabilidade. Aprendizagem. Jogo. Economia circular.

Como citar:
TEODÓSIO, P. et al. Gestão sustentável na Construção: integrando práticas da Economia Circular. In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 20., 2024, Maceió. **Anais**... Maceió: ANTAC, 2024.

ENTAC 2024
XX ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO
Maceió, Brasil, 9 a 11 de outubro de 2024

Abstract

An alternative to changing the way of building that has been established so far is to bring a new mindset into the classroom through the application of games. Therefore, this work aims to evaluate the learning process of undergraduate students in Civil Engineering in the Circular Village game. The method consisted of applying the game and administering questionnaires before and after the activity. As a result, two teams fulfilled Part 1 of the activity on time, while Part 2 was fulfilled by everyone. Regarding learning, a 100% increase in knowledge about the circular economy and a 42% increase in knowledge about the R's of sustainability were identified. It is concluded that learning these topics through this game was effective.

Keywords: Civil Engineering. Sustainability. Learning. Game. Circular economy.

INTRODUÇÃO

A economia circular (EC) tem emergido como uma abordagem fundamental para enfrentar os desafios contemporâneos de sustentabilidade, buscando redesenhar os sistemas econômicos para minimizar o desperdício e promover a reutilização de recursos [1]. Tendo em vista que a construção civil é a atividade humana que mais causa impacto ao meio ambiente, torna-se fundamental a compreensão dos parâmetros para se obter uma construção sustentável, com boas práticas e com a redução de desperdícios [2]. Com isso, a EC vem com o objetivo de reduzir a utilização da matéria prima e seus impactos, possuindo como critérios a redução, reutilização e reciclagem dos materiais já existentes [3].

Desde o final dos anos 1950 os jogos têm sido utilizados em salas de aula, pois o ensino por meio destes promove um ambiente agradável e atrativo, estimulando o desenvolvimento dos participantes, o que é fundamental em qualquer ambiente que necessite de aplicações práticas para o ensino, como a construção civil [4]. Sendo assim, acredita-se que jogos de simulação são ferramentas altamente eficientes para a aprendizagem prática, tanto para estudantes quanto para profissionais da construção, pois permite uma experiência imersiva e realista aos conceitos abordados [5].

Para se obter o desenvolvimento de novas habilidades, é preciso colocar os profissionais da construção civil em um ambiente que disponibilize experiências práticas e mais próximas da realidade do dia a dia do canteiro de obras [6]. Com isso, esta pesquisa objetivou avaliar o processo de aprendizagem de discentes da graduação em Engenharia Civil através da participação no jogo *Circular Village* e o quanto ele foi capaz de contribuir para o maior conhecimento dos participantes. Esta iniciativa tem como intuito suscitar em futuros profissionais uma reeducação na configuração construtiva observada na atualidade nos canteiros de obras, de modo a melhor aproveitar os recursos explorados no processo de produção.

REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

ECONOMIA CIRCULAR NA GESTÃO DA CONSTRUÇÃO

O padrão de vida estabelecido pelo mundo, apoia-se num gradativo consumo dos recursos naturais [2]. O enfrentamento das consequências geradas por esse modelo, estabelecido ao longo dos anos, tende a provocar uma reestruturação no formato de mundo idealizado até então [7].

A economia circular, parte desse novo paradigma de desenvolvimento, apresenta-se como uma nova configuração de modelo de negócios, que contrapõe o modelo linear atual [3]. Segundo [3], a EC impulsiona a criação de valor nas organizações de forma a manter o equilíbrio com o meio ambiente. Isso acontece porque esse conceito viabiliza a redução do consumo dos recursos naturais e recuperação resíduos.

A construção civil é responsável por grande parte dos impactos ambientais gerados no meio ambiente [2]. Ainda assim, a adoção dos princípios da economia circular no âmbito construtivo é capaz de reduzir as emissões globais de CO2 dos materiais de construção em cerca de 38% até 2050 [1]. Mas para que o modelo linear dê espaço ao circular, essa indústria precisa passar por mudanças [8].

Observa-se na literatura proposta que tendem a aproximar-se do cenário desejado, uma gestão circular. A exemplo do *Buildings as Material Banks* (BAMB), projeto que dispõe de ferramentas que conduz à mudança como, Passaportes de Materiais e Projeto de Edifícios Reversíveis [9].

Embora os benefícios da implementação da EC na atividade construtiva sejam comprovados, tais como, redução da utilização de energia, poluição e geração de resíduos [10], muitas barreiras são identificadas para que ocorra essa transição no setor, sendo as barreiras políticas e tecnológicas as mais eminentes [11].

Uma das formas de contribuir com essas transformações é criar uma conscientização nos futuros profissionais, e as universidades podem ser mediadoras nesse sentido [12]. À vista disso, nota-se que a aplicação de jogos no ambiente acadêmico pode apoiar essa nova cultura. Tal como o *Circular Village* que, conforme constatado em estudo [13], a aplicação é capaz de trabalhar e ampliar o conhecimento sobre conceitos da Economia Circular e os R's da sustentabilidade (Reduzir, Reutilizar, Reciclar) em discentes.

Como formas de aplicação da circularidade na construção civil tem-se: projeto para desmontagem, para adaptabilidade e de projeto para adaptabilidade e desmontagem; estratégias relacionadas ao comportamento e propriedade do usuário, tratando-se da forma de gerenciar os resíduos de construção e demolição [14].

UTILIZAÇÃO DE JOGOS NO ENSINO

Além do saber técnico, o mercado de trabalho requer que os engenheiros possuam uma visão holística e competências empreendedoras, que costumam ser abordadas por meio de metodologias ativas durante a graduação para o desenvolvimento dessas habilidades. Nesse contexto, os jogos didáticos surgem como uma ferramenta

promissora para a aprendizagem, oferecendo um ambiente simulado no qual os estudantes podem imergir em suas próprias experiências [6].

Os jogos constituem-se como recursos pedagógicos de elevada utilidade e valor educacional, introduzindo na sala de aula uma perspectiva prática e experiencial fundamental para o aperfeiçoamento profissional dos estudantes [4]. A habilidade gerencial de tomada de decisões é uma das principais características desenvolvidas nos discentes por meio da aplicação dos mesmos [6].

Adicionalmente, a aprendizagem ativa demonstra ser uma estratégia promissora no domínio educacional para o fomento de competências de sustentabilidade entre os participantes, desenvolvendo, por meio dos jogos, os pensamentos sistêmico, antecipatório, crítico e estratégico, além de promover a colaboração e a autoconsciência [15].

Outro benefício é o notável aumento das chances de os estudantes responderem corretamente a questões técnicas relacionadas à EC, além de surgirem *insights* de caráter multidisciplinar durante as discussões [16]. A interdisciplinaridade dos jogos é crucial para a formação de engenheiros, que enfrentarão diversos desafios além das decisões técnicas em suas atividades profissionais [6].

No âmbito da EC, especialmente na gestão de resíduos, os jogos didáticos emergem como uma ferramenta poderosa para capacitar futuros formuladores de políticas, facilitando a tomada de decisões sobre o desempenho ambiental. Eles oferecem *feedback* claro por meio de indicadores de desempenho fáceis de visualizar, simulam cenários reais e projetam os possíveis resultados das ações tomadas [17]. Experiências práticas com jogos mostram que os estudantes integram teoria e prática de forma eficaz, além de estimularem motivação e criatividade [18].

MÉTODO

O método de pesquisa deste trabalho consistiu na aplicação do jogo *Circular Village* [13]. Trata-se de um jogo físico, que incorpora economia circular na gestão da construção, por meio da concepção de uma edificação com blocos de montar, baseado em uma adaptação da configuração proposta por [19]. Por conseguinte, esta pesquisa caracteriza-se como experimental, pois define o objeto de estudo, escolhe as variáveis que interferem no processo e determina medidas de controle e observação do comportamento resultante das interferências [20]. As fases de construção deste método foram ilustradas na Figura 1.

Figura 1: Fluxograma do delineamento da pesquisa



Fonte: os autores

OBJETO DE ESTUDO

O propósito da aplicação do jogo foi avaliar a aprendizagem dos participantes diante da dinâmica que visa a abordagem da economia circular dentro da gestão da construção. O jogo em questão foi desenvolvido por pesquisadores e trabalhado tanto com estudantes como docentes. Para sua aplicação, contou-se com a participação de 21 discentes, de diferentes períodos do curso de graduação em Engenharia Civil, distribuídos em 4 grupos, os quais perpassaram as etapas que compõem o *Circular Village*.

No jogo, foram delineadas duas etapas distintas, são elas [13]:

(1) A construção de uma suíte usando blocos de montar, com fundações de viga baldrame e radier, infraestrutura e instalações conforme alvenaria estrutural e limitações dos blocos. Após a conclusão, receberam uma explicação sobre a teoria da EC.
(2) Em seguida, forneceu-se uma lista de potenciais erros que poderiam ter sido cometidos durante a construção, com posterior associação a possíveis soluções, bem como relacioná-los aos R's.

Na parte 1, explicaram-se o funcionamento e as regras do jogo, incluindo um limite de tempo de 120 minutos, restrições na aquisição de suprimentos e um orçamento total de 6000 reais. Os materiais disponíveis foram apresentados em uma lista de suprimentos, e condições externas foram aplicadas para simular situações comuns na construção, como interrupções, aumento de preços, pausa de um integrante e ausência de fornecedor.

Após a etapa introdutória, os jogadores responderam a um questionário de [13], para analisar o conhecimento antes e depois da dinâmica. Quanto à percepção de aprendizagem (antes e após jogo), os discentes avaliaram duas questões com uma escala Likert de -2 (discordância) a 2 (concordância). Ao término desta tarefa, começou a etapa 1 do jogo, com cronometragem e observação do comportamento dos estudantes.

Durante a parte 1, quando faltavam recursos, um membro ia à "loja de suprimentos". Ademais, o orçamento total era entregue em parcelas após cada etapa da obra e os materiais removidos após serem encaixados deveriam ser descartados na caçamba de entulho, tornando-se inutilizáveis.

O jogo prosseguiu até que os discentes entregassem o produto proposto dentro do tempo estipulado. Neste momento ocorreu a apresentação teórica sobre a economia circular, abordando aspectos sobre o seu funcionamento, sua representatividade no Brasil e todos os R's da sustentabilidade que este modelo representa.

A etapa 2 teve início com a explicação das regras aos participantes, os quais deveriam marcar na lista os erros que acreditavam ter cometido, os quais resultariam na produção de entulho, sobra de material e erros construtivos. Para tal, reservou-se um tempo de 15 minutos. Logo após, disponibilizou-se uma lista de soluções, às quais os erros seriam associados, vinculando-os a um dos 3 R's ofertados nessa dinâmica. Esta tarefa demandou mais 15 minutos, totalizando assim 150 minutos de duração para a dinâmica.

COLETA E TRATAMENTO DOS DADOS

A coleta de dados ocorreu por meio da observação dos participantes durante o jogo, da análise dos resultados das equipes quanto aos critérios de pontuação, que incluíram o custo de execução da obra, o nível de qualidade da edificação construída e o potencial de circularidade dos erros cometidos; e da avaliação das respostas dos questionários pré e pós-dinâmica.

De posse destes dados, foram realizadas três análises. A primeira centrou-se nas escolhas feitas pelos participantes ao longo do jogo. A segunda consistiu na verificação do tempo de duração da dinâmica, do quanto foi gasto, da qualidade de execução da tarefa e da circularidade da construção. Por fim, a terceira estudou os aspectos provenientes da aprendizagem, comparando as respostas dos questionários pré e pós-dinâmica, correlacionando as características observadas na atividade com os resultados encontrados na literatura.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

DESEMPENHO DOS DISCENTES

Na etapa 1 do *Circular Village*, os discentes mostravam-se empolgados em participar da dinâmica, especialmente aqueles que já haviam desfrutado de jogos com blocos de montar anteriormente. De acordo com seus relatos, este entusiasmo decorria da

aspiração de superar seus próprios desempenhos anteriores, o que evidencia o interesse dos discentes em participar de jogos com cunho didático.

Essa animação e participação ativa dos alunos não apenas enriquecem a interação entre os participantes, mas também promovem a experimentação e incentivam o desenvolvimento de suas habilidades interpessoais [21]. Nesse sentido, os quatro grupos participantes optaram por adquirir o projeto de modulação durante a primeira compra de insumos, antes mesmo do início de qualquer etapa construtiva. Essa escolha é vista como uma característica positiva, visto que demanda menos tempo no processo construtivo.

Trinta minutos após o início do jogo, a primeira simulação de condição externa levou à troca de integrantes entre as equipes. Apesar da empolgação inicial, alguns discentes relutaram em enfrentar filas para comprar materiais devido à alta demanda, e mostraram impaciência com as condições externas como a saída do fornecedor uma hora após o início.

Nesse momento, todas as equipes já haviam iniciado a construção da edificação, o que resultou em atrasos devido à falta de materiais. A partir desse momento, começou a se evidenciar uma disparidade no ritmo de trabalho entre os grupos, mostrando o G2 (Figura 2) e G4 com um bom ritmo de construção, pois estavam avançados no número de fiadas, enquanto o G1 e G3 apresentavam-se nas fiadas iniciais.

Figura 2: Grupo 2 trabalhando na construção da edificação



Fonte: os autores

A última condição externa imposta ocorreu após uma hora e trinta minutos de jogo e condicionou os participantes a interromperem os trabalhos no canteiro por 5 minutos devido à chuva, o que ocasionou ainda mais atrasos para os grupos que estavam nas fiadas iniciais.

É digno de nota o fato de que o G3 negligenciou o planejamento de suas compras, culminando na falta de orçamento para aquisição de blocos, uma vez que não realizaram o levantamento quantitativo dos itens essenciais para a execução da edificação e, dessa forma, sem a edificação construída não tinham o direito de receber a próxima parcela.

Paralelamente, aspectos como trabalho em equipe, a criatividade e o planejamento do trabalho careceram de uma consideração especial, à luz os resultados dos grupos de discentes apresentado [22]. Ao final do jogo, apenas G2 e G4 entregaram a obra completa dentro do tempo de duas horas, sem acréscimos (Figura 3). Estes mesmos grupos conseguiram todas as parcelas financeiras.

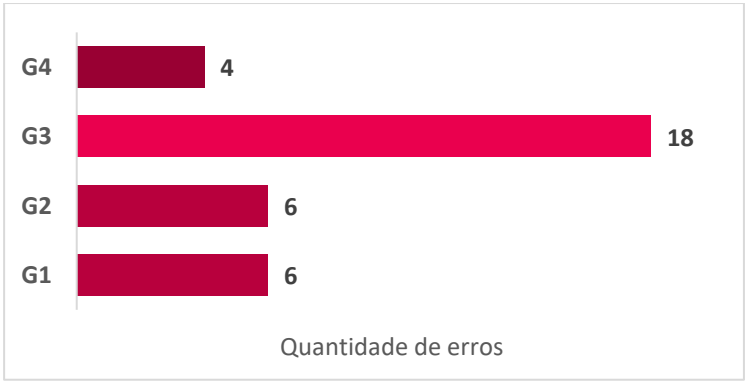
Figura 3: Edificações com entornos construídas das equipes



Fonte: os autores

Com o término da etapa 1, deu-se início a etapa 2, e a Figura 4 apresenta a quantidade de erros cometidos pelas equipes. Os erros comuns a pelo menos 3 deles, foram: 'Cálculo incorreto do levantamento quantitativo', 'Falta de atenção as regras do jogo' e 'Embalagens rasgadas'.

Figura 4: Quantidade de erros por equipe



Fonte: os autores.

O G3 teve falta de orçamento para concluir a obra e receber a próxima parcela, assim como o G1, que compartilharam grande parte dos erros, exceto pela 'Não realização do aluguel do kit pavimentação' (G1). G2 e G4 não tiveram nenhum erro em comum.

Concluído o preenchimento da lista de erros, os discentes associaram os erros às soluções mais apropriadas. Além disso, marcaram com cores os tipos de R's adequado para cada solução proposta.

Como o G3 apresentou mais erros eles puderam marcar mais soluções, bem como inserir mais de um erro na mesma solução. G1 e G2, mesmo não possuindo tanto erros, trabalharam bem a capacidade de pensar em estratégias para os erros cometidos, sendo assim, as equipes pensaram em diversas soluções os mesmos. Entretanto, essa mesma lógica não foi percebida no G4, que apenas utilizou cada um dos erros uma única vez, não potencializando as soluções que eles tinham disponíveis para os erros que eles cometeram. Assim sendo, em virtude dos critérios estabelecidos para a avaliação, integrados ao jogo, G4 obteve uma pontuação reduzida nessa categoria.

Concluída a parte 2, os participantes entregaram a lista de erros e soluções e a partir delas foram computados os números para decisão da equipe vencedora.

PONTUAÇÃO NO JOGO

Para tal, os aspectos observados citados na metodologia foram ranqueados. Para a qualidade, foram considerados os aspectos da construção com menos erros. Quanto ao custo, avaliou-se a capacidade de entregar a obra com o menor gasto possível. Já para a circularidade, foi calculada a soma das pontuações de acordo com as cores utilizadas na lista de soluções para os erros.

A Tabela 1 mostra, por equipe, a quantidade de parcelas recebidas, quanto custou a obra e qual o valor residual do montante recebido. As equipes que conseguiram entregar a obra concluída apresentaram um custo inferior a R$ 4780,00 [13]. A Tabela 2 apresenta o somatório da lista de soluções com as pontuações das equipes participantes, seguindo os passos determinados para a pontuação final no jogo *Circular Village* [13].

Tabela 1: Informações finais da parte 1 do *Circular Village*

Grupo	Parcelas recebidas	Valor residual (R$)	Custo da obra (R$)	Status da obra
G1	3	915,00	3585,00	Não concluída
G2	4	1265,00	4735,00	Concluída
G3	3	0,00	4500,00	Não concluída
G4	4	1550,00	4450,00	Concluída

Fonte: os autores.

Tabela 2: Descrição das pontuações retiradas da lista de soluções

Grupo	Cor (unidades)			Total
	Verde	Amarelo	Vermelho	
G1	8	3	2	160
G2	9	7	4	225
G3	17	2	4	295
G4	2	2	0	50

Fonte: os autores.

Tendo em vista que já se tinha conhecimento das outras pontuações no *ranking*, os grupos foram classificados em ordem do 1º ao 4º lugar, conforme evidenciado na Tabela 3.

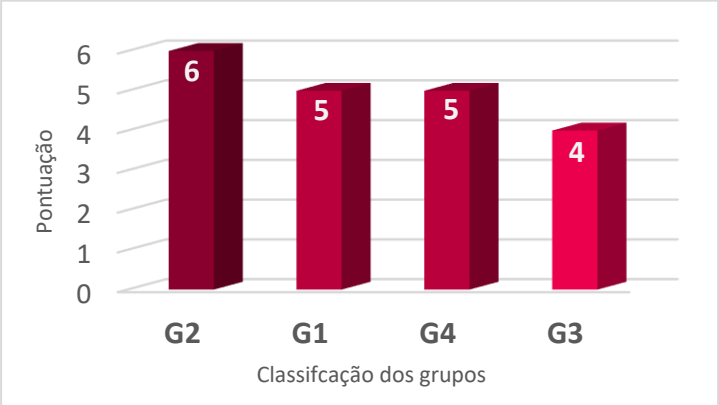
Tabela 3: *Ranking* dos grupos por categoria

Colocação	Custo	Qualidade	Circularidade	Pontos por colocação
1°	G4	G1	G3	3,0
2°	G2	G2 G4	G2	2,0
3°	G1	G3	G1	1,0
4°	G3	-	G4	0,0

Fonte: os autores.

Finalmente, chegou-se ao placar final apresentado na Figura 5, com a vitória sendo dada para G2.

Figura 5: Placar final com o vencedor da dinâmica



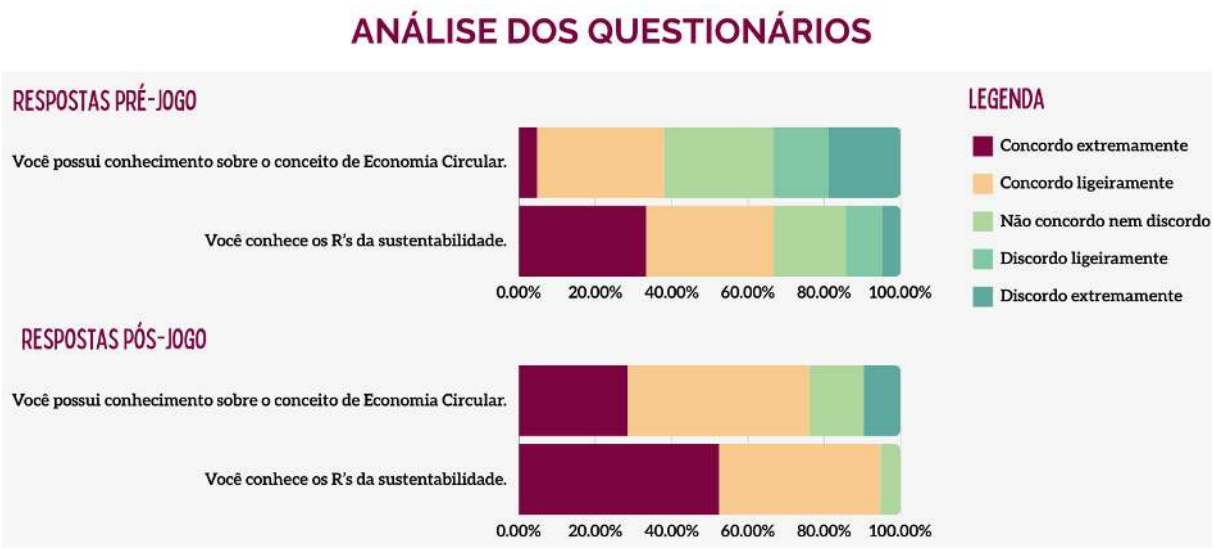
Fonte: os autores.

ANÁLISE DA EXPERIÊNCIA DOS DISCENTES A PARTIR DOS QUESTIONÁRIOS

Para tal, foi feito um compilado das respostas dos questionários antes e depois da dinâmica (Figura 6). Iniciando pela primeira alegação que consistia em 'Você possui conhecimento sobre o conceito de Economia circular', no questionário pré-jogo, 19,05% dos alunos discordaram extremamente, juntamente com 14,29% discordaram ter entendimento do assunto, enquanto 28,57% não discordaram nem concordaram, 33,33% concordaram ligeiramente e 4,76% concordaram extremamente.

A segunda afirmação dizia que o participante tinha discernimento sobre o que eram os R's da sustentabilidade, e nesta 33,33% tanto concordaram extremamente como concordaram ligeiramente conhecer a temática, ao mesmo tempo que 19,05% não concordaram nem discordaram, 9,52% discordaram ligeiramente e 4,76% discordaram extremamente. Dessa forma, pode-se dizer que mais da metade dos participantes conhecem os R's da sustentabilidade, entretanto, menos da metade noção da EC, concordando com [23], que investigavam resultados de aprendizagem dos alunos de engenharia avaliando seus conhecimentos sobre economia circular, no qual os resultados da pesquisa mostraram que os discentes de engenharia tinham pouco conhecimento acerca da temática.

Figura 6: Quadro com as análises dos questionários



Fonte: os autores.

Quanto ao entendimento sobre a EC nas repostas pós jogo, houve um aumento no nível de concordância, no qual 28,57% passaram a concordar extremamente com a afirmação e 47,62% concordar ligeiramente. Consequentemente, houve uma diminuição no percentual de estudantes que não concordaram nem discordaram da assertiva, que passou de 28,57% para 14,29% e 19,05% que discordavam extremamente passaram a ser 9,52%. A opção discordar ligeiramente não teve votos na versão pós do questionário. Na afirmação sobre os R's da sustentabilidade 94,74% votaram em concordar parcialmente ou ligeiramente, que antes era representado por 66,66% dos participantes, e o restante do percentual das respostas pós-questionário foram daqueles que não discordaram nem concordaram com a afirmação.

Com a análise comparativa dos resultados dos questionários, a resposta sobre ter conhecimento sobre EC teve um aumento de 100% comparada as respostas que concordaram anteriormente. E, quanto ao conhecimento sobre os R's da sustentabilidade teve-se um aumento de 42,11% no conhecimento. Toda essa análise de percentual foi registrada de acordo com a percepção dos alunos nas suas respostas dos questionários (Figura 7).

Figura 7: Análise comparativa do resultado dos questionários



Fonte: os autores.

Dessa forma, a avaliação da eficácia dessa metodologia de aprendizagem foi considerada satisfatória, já que houve um aumento nas afirmações sobre conhecimento da economia circular e dos R's da sustentabilidade. Resultado semelhante ao encontrado em [22][22], que estudaram a eficiência do *Flipped Classroom* e do *Challenge-Based Learning* como uma metodologia inovadora para facilitar o aprendizado de conceitos envolvendo sustentabilidade e EC por alunos do ensino superior.

CONCLUSÃO

Conclui-se, com base nas observações constatadas durante a dinâmica e nas respostas expressas nos questionários, que o jogo com blocos de montar intitulado *Circular Village* foi uma experiência bastante enriquecedora para os discentes da graduação. A aplicação do jogo não apenas ofereceu um ambiente de aprendizagem prático, mas também instigou os participantes a desenvolver habilidades estratégicas e interpessoais. Isso ocorreu porque eles planejaram e conceberam uma edificação em equipe, sob restrições, e foram desafiados a corrigir erros, promovendo uma reestruturação focada na circularidade.

O comprometimento dos discentes nessa atividade lúdica, especialmente aqueles que já participaram de outros jogos com blocos de montar, mostrou o potencial da desta ferramenta para aumentar o engajamento dos alunos em atividades didáticas. Percebeu-se que o engajamento do início do jogo, perdurou ao longo da atividade, apesar dos obstáculos que surgiram, como administrar os recursos e se ajustar às condições externas simuladas. A diferença no ritmo de trabalho entre os grupos ficou evidente pelas estratégias escolhidas.

Quanto à percepção discente, os resultados mostraram um aumento significativo do entendimento dos participantes acerca da sustentabilidade e da economia circular. Em que, 19,05% não tinham conhecimento sobre a EC e 4,76% não conheciam os R's da sustentabilidade antes de jogar. Após o jogo, houve um aumento de 100% no conhecimento sobre economia circular e de 42% no conhecimento dos R's da sustentabilidade, respectivamente. Desta forma, os resultados confirmam a importância da abordagem prática e contextualizada no processo de aprendizagem e corroboram pesquisas anteriores sobre técnicas inovadoras no ensino superior.

Assim, pode-se dizer que o jogo *Circular Village* pretende auxiliar no desenvolvimento de habilidades cognitivas e aumentar a consciência sobre questões ambientais e não apenas fazer com que os alunos passem o tempo sem gerar conhecimento, jogando de forma descontraída.

AGRADECIMENTOS

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

REFERÊNCIAS

[1] ELLEN MACARTHUR FOUNDATION. **Reimaginando nossas edificações e espaços para uma economia circular**. Disponível em: https://www.ellenmacarthurfoundation.org/pt/temas/ambiente-construido/visao-geral. Acesso em: 23 abr. 2024.

[2] MOTTA, S. R. F.; AGUILAR, M.T. P. Sustentabilidade e processos de projetos de edificações. **Gestão & Tecnologia de Projetos**, [S.l.], v. 4, n. 1, p. 88-123, 2009. DOI: https://doi.org/10.4237/gtp.v4i1.79.

[3] LEITÃO, A. Economia circular: uma nova filosofia de gestão para o séc. XXI. **Portuguese Journal of Finance**, Management and Accounting, v. 1, n. 2, p. 149-171, 2015.

[4] ROMANEL. F. B. **Jogo "Desafiando a Produção"**: Uma Estratégia para a Disseminação dos Conceitos da Construção Enxuta entre Operários da Construção Civil. 2009. Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-Graduação em Construção Civil da Universidade Federal do Paraná. Curitiba. 2009.

[5] FORCAEL, E.; GLAGOLA, C. R.; GONZÁLEZ, V. Incorporation of Computer Simulations into Teaching Linear Scheduling Techniques. Journal of Professional Issues Engineering.-ASCE, 138 (1) 21-302, 12.

[6] MORAES, M. N. de; CARDOSO, P. A. Jogos para ensino em engenharia e desenvolvimento de habilidades. **Revista Principia - Divulgação Científica e Tecnológica do IFPB**, [S.l.], n. 39, 2017. Disponível em: https://periodicos.ifpb.edu.br/index.php/principia/article/view/1769/840. Acesso em: 01 abr. 2023.

[7] NAVES, J. G. P.; BERNARDES, Maria Beatriz Junqueira. A relação histórica homem/natureza e sua importância no enfrentamento da questão ambiental. **Revista Geosul, Florianópolis**, v. 29, n. 57, p. 8-26, 2014.

[8] DEBACKER, W.; MANSHOVEN, S.; PETERS, M.; RIBEIRO, A.; WEERDT, Y. de. Circular economy and design for change within the built environment: preparing the transition. In: **International HISER conference on advances in recycling and management of construction and demolition waste**. Delft, The Netherlands: Delft University of Technology, 2017. p. 114-117.

[9] BAMB. Buildings as Material Banks. **Sobre BAMB.** Disponível em: https://www.bamb2020.eu/about-bamb/. Acesso em: 24 abr. 2024.

[10] SULEMAN, T.; EZEMA, I.; ADERONMU, P. Benefícios da adoção do projeto circular na indústria de construção nigeriana. **The Eurasia Proceedings of Science Technology Engineering and Mathematics**, v. 307-315, 2023.

[11] MUNARO, M. R.; TAVARES, S. F. A economia circular na construção civil: principais barreiras e oportunidades para a transição do setor. **Revista Tecnologia e Sociedade**, v. 18, n. 53, p. 54-71, 2022.

[12] ALVES, J. L.; FACCA, C. A.; FERNANDES, A. P.; RANGEL, B.; BARBOSA, A. M. Interdisciplinariedad entre diseño e ingeniería: Nuevas competencias en la docencia de proyectos para la innovación circular. **Cuadernos del Centro de Estudios en Diseño y Comunicación. Ensayos**, n. 114, p. 177-206, 2023.

[13] TEODÓSIO, P. M. ***Circular Village***: o ensino da economia circular na gestão da construção civil. 2024. 278p. Dissertação (Mestre em Engenharia Civil) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil. Universidade Federal de Sergipe, São Cristóvão, 2024.

[14] ANASTASIADES, K.; BLOM, J.; BUYLE, M.; AUDENAERT, A.Translating the circular economy to bridge construction: Lessons learnt from a critical literature review. **Renewable and Sustainable Energy Reviews**, v. 117, p. 109522, 2020.

[15] KIOUPI, V.; VAKHITOVA, T. V.; WHALEN, K. A. Active learning as enabler of sustainability learning outcomes: Capturing the perceptions of learners during a materials education workshop. **MRS Energy & Sustainability**, p. 1-15, 2021.

[16] KHOURY, M; EVANS, B; CHEN, O; CHEN, A. S.; VAMVAKERIDOU-LYROUDIA, L.; SAVIC, D. A.; DJORDJEVIC, S.; BOUZIOTAS, D.; MAKROPOULOS, C.; MUSTAFEE, N. NEXTGEN: A serious game showcasing circular economy in the urban water cycle. J**ournal of Cleaner Production**, v. 391, 2023. Disponível em: https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2023.136000. Acesso em: 05 abr. 2023.

[17] PAPAMICHAEL, I. et al. Unified waste metrics: A gamified tool in next-generation strategic planning. **Science of The Total Environment**, v. 833, p. 154835, 2022.

[18] VIANA, M. R.; SANTOS, D. de G.; VASCONCELOS, C. A. Jogo didático no ensino de conceitos lean na disciplina de administração de obras: relato de experiência. **Revista Internacional de Educação Superior**, v. 7, p. e021045-e021045, 2021.

[19] NUNES, A. G. **Aplicação de jogo didático em lego® para simular o sistema construtivo de alvenaria estrutural:** avaliação do uso dos fluxos enxutos por discentes de engenharia civil. p. 55, 2022. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Civil) – Departamento de Engenharia Civil - Universidade Federal de Sergipe. São Cristóvão, 2022.

[20] GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 6. ed. São Paulo: Editora Atlas. 2017.

[21] CAEIRO-RODRÍGUEZ, M.; MANSO-VÁZQUEZ, M.; MARTÍN LLAMAS-NISTAL, M.; MIKIC FONTE, F. A.; FERNÁNDEZ-IGLESIAS, M. J.; TSALAPATAS, H.; HEIDMANN, O.; VAZ-DE-CARVALHO, C.; JESMIN, T.; TERASMAA, J.; TOLSTRUP, L. A collaborative city-based game to support soft skills development in engineering and economics. In: INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON COMPUTERS IN EDUCATION (SIIE), 23, Espanha, 2021. **Proceedings [...]** Espanha, 2021. Disponível em: https://doi.org/10.1109/SIIE53363.2021.9583639. Acesso em: 05 abr. 2023.

[22] RODRÍGUEZ-CHUECA, J.; MOLINA-GARCÍA, A.; GARCÍA-ARANDA, C.; PÉREZ, J.; RODRÍGUEZ, E. Understanding sustainability and the circular economy through flipped classroom and challenge-based learning: An innovative experience in engineering education in Spain. **Environmental Education Research**, v. 26, n. 2, p. 238-252, 2020.

[23] O'BORN, R.; HEIMDAL, A. Experiences from teaching circular economy concepts to engineering students. In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON ENGINEERING AND PRODUCT DESIGN EDUCATION, 24., 2022. **Proceedings […]** London: LONDON SOUTH BANK UNIVERSITY, 2022. Disponível em: file:///C:/Users/Cliente%20MTech/Downloads/1247%20(2).pdf. Acesso em: 24 abr. 2024.