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

“Canteiro de obras enxuto”: jogo didático para aprendizado dos princípios enxutos

“Lean construction site”: didactic game for learning Lean principles

Fabiane Balbino Ferreira de Araújo
Universidade Federal de Sergipe | São Cristóvão | Brasil | fabi.b4lbino@gmail.com
Amélia Gomes Nunes
Universidade Federal de Sergipe| São Cristóvão |Brasil |ameliacivil@academico.ufs.br
Fernando Sandes Soares
Universidade Federal de Sergipe|São Cristóvão|Brasil |fssfernandosoares@gmail.com
Henrique Rodrigues dos Santos
Universidade Federal de Sergipe|São Cristóvão|Brasil |rodrigues.euqirneh@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 |saraaraujosza@gmail.com
Débora de Gois Santos
Universidade Federal de Sergipe|São Cristóvão |Brasil |deboragois@academico.ufs.br

Resumo

É crescente a demanda por engenheiros civis mais qualificados para implementar os princípios enxutos nos canteiros de obras e soma-se a isso a necessidade de implementar mudanças nos métodos tradicionais de ensino, para melhorar o aprendizado e a qualificação dos discentes por meio do uso de metodologias ativas de aprendizado, como os jogos didáticos. Assim, este trabalho objetiva analisar a aplicação de um jogo didático para estimular o aprendizado de discentes quanto a conceitos enxutos aplicados ao canteiro de obras. O método de trabalho consistiu na análise da aplicação do jogo de tabuleiro com estudantes de graduação em Engenharia Civil e numa avaliação da percepção do aprendizado antes e após jogo. Como resultado, constatou-se uma melhoria na compreensão de todos os princípios por meio do jogo, sendo os princípios Simplificação pela redução de número de partes e passos, Aumento de transparência do processo e Redução de tempo de ciclo, os que obtiveram a maior compreensão dos discentes. Com isso, comprovou-se que o jogo didático contribuiu para a melhoria no aprendizado dos discentes acerca dos princípios enxutos, caracterizando-se como uma relevante ferramenta de ensino-aprendizagem.

Palavras-chave: Construção enxuta. Princípios enxutos. Jogos didáticos. Jogos de tabuleiro. Discentes.

Como citar:
SOBRENOMEDOAUTOR, A. Template para a conferência ENTAC2024. In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 20., 2024, Maceió. **Anais**... Maceió: ANTAC, 2024.

Abstract

There is a growing demand for more qualified civil engineers to implement lean principles on construction sites, and added to this is the need to implement changes in traditional teaching methods to improve student learning and qualifications through active learning methodologies, such as educational games, which is important. Therefore, this work aims to analyze the application of a didactic game to encourage students to learn lean concepts applied to the construction site. The work method analyzed the application of the board game with undergraduate civil engineering students, evaluating after and before game learning perception. As a result, there was an improvement in the understanding of all principles through the game, with the principles of simplification through reducing the number of parts and steps, increasing process transparency, and reducing cycle time, which are the ones that achieve the greatest understanding of the students. With this, it was proven that the didactic game improved students' learning about lean principles, characterizing itself as a relevant teaching-learning tool.

Keywords: Lean construction. Lean principles. Didactic games. Board games. Students.

INTRODUÇÃO

A indústria da construção civil tem um papel fundamental na economia brasileira, mas é caracterizada por perdas que a distância de outras indústrias. Porém, tem-se observado iniciativas para a modernização do setor, em busca de maior produtividade e qualidade através da redução de perdas nos processos [1]. A partir disso, uma das estratégias adotadas consiste na mudança da forma tradicional de produção para a aplicação da filosofia da Construção Enxuta, adaptada da produção enxuta do Sistema Toyota de Produção [2]. A Construção Enxuta confere um novo olhar à indústria da construção civil, a partir do qual as atividades do canteiro de obras passam a ser vistas como um processo [3]. Dada a sua importância, essa filosofia gerencial é ensina em disciplinas de gestão de cursos de graduação e de pós-graduação em Engenharia Civil, muitas vezes, utilizando-se de metodologias ativas, para promover uma maior interação do discente com conceitos complexos.

Assim, fica evidente que o método tradicional de ensino não é suficiente para uma adequada vivência dos estudantes quanto às práticas enxutas. Isso acontece porque o método tradicional de ensino resulta, por si só, em uma aprendizagem superficial, visto que os discentes costumam decorar os conteúdos, reproduzindo e os esquecendo logo em seguida [4]. Neste sentido, um caminho para isso é a combinação da explanação teórica com a utilização de jogos didáticos [5]. Os jogos didáticos utilizam da metodologia ativa no processo de aprendizagem, de modo a incentivar a participação dos discentes nas aulas, construindo o próprio conhecimento ao invés de recebê-lo de forma passiva [6]. Tendo isso em vista, o presente estudo objetiva analisar a aplicação de um jogo didático para estimular o aprendizado de discentes quanto a conceitos enxutos aplicados ao canteiro de obras.

REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

CONSTRUÇÃO ENXUTA: MUDANÇAS NA FORMA DE GERENCIAR PROCESSOS

A filosofia da Construção Enxuta foi desenvolvida como uma adaptação do pensamento enxuto promovido pelo Sistema Toyota de Produção, de modo a ser aplicado ao contexto da indústria da construção civil [3]. Pautada nos pilares do *just-in-time* e do Controle da Qualidade Total [7], a Construção Enxuta surge então com o intuito de alterar a forma de gerenciar os processos no setor [8], que utilizava o modelo de produção baseado apenas em conversão, para reduzir atividades que não agregam valor e otimizando os fluxos da produção, uma vez que o fluxo é composto por etapas de processamento, inspeção, movimentação e espera [9]. Então, o sucesso global da produção passa a ser atribuído tanto ao aumento da eficiência das atividades de conversão quanto à redução ou eliminação das atividades de fluxo [3].

Diante da necessidade de balancear as atividades de conversão e de fluxo para aumentar a eficiência da produção, diversos aspectos da filosofia enxuta foram sintetizados na forma de 11 princípios, que norteiam a otimização dos fluxos de processos na construção civil [3]. Esses princípios são então pontos de partida interessantes na disseminação do conhecimento enxuto. São esses: Princípio 1: Reduzir a parcela de atividades que não agregam valor; Princípio 2: Melhorar o valor do produto por meio das considerações sistêmicas do cliente; Princípio 3: Reduzir a variabilidade; Princípio 4: Reduzir o tempo de ciclo; Princípio 5: Simplificar e minimizar o número de passos e partes; Princípio 6: Melhorar a flexibilidade do produto; Princípio 7: Aumentar a transparência do processo; Princípio 8: Focar no controle do processo global; Princípio 9: Introduzir a melhoria contínua do processo; Princípio 10: Balancear as melhorias no fluxo com as melhorias das conversões; Princípio 11: *Benchmarking*.

JOGOS DIDÁTICOS E O PROCESSO DE ENSINO-APRENDIZAGEM

Voltando aos métodos de ensino, a metodologia tradicional de ensino apenas valoriza os sentidos e as habilidades intelectuais dos discentes, fazendo uso de técnicas de ensino majoritariamente expositivas [10]. Entretanto, a aprendizagem de qualquer conceito ocorre com maior efetividade se for possível realizar uma aplicação prática da teoria, como, por exemplo, através da utilização de jogos didáticos – ou “jogos sérios” - que simulem situações similares ao contexto da vida real onde aqueles conceitos poderiam ser aplicados [11].

Os jogos didáticos não substituem a abordagem tradicional de ensino, mas são ferramentas complementares que incentivam a participação ativa dos estudantes no processo de aprendizagem [12]. Ainda, acrescenta-se que os jogos são capazes de estimular o pensamento e a motivação, integrando várias dimensões da personalidade (afetiva, social, motora e cognitiva) [13]. Além disso, os jogos didáticos permitem que erros sejam cometidos durante a experiência lúdica, sem que acarretem consequências reais.

De forma complementar, aponta-se que os jogos didáticos devem apresentar um foco claro e restrito a poucos temas, sendo importante que os participantes tenham um

conhecimento prévio sobre o assunto. Além disso, o jogo deve ser ajustado ao nível dos participantes, representando fielmente o ambiente real para permitir analogias práticas. É essencial incluir desafios, competição e pressão como elementos para engajar os participantes.

Para melhor compreender os princípios enxutos, diversos autores, a exemplo de [5] aplicaram e avaliaram jogos didáticos, seguindo a sequência de explicação teórica, aplicação de jogos didáticos e investigação do aumento de conhecimento dos discentes, para uma compreensão máxima, mediante aplicação de questionários antes e após jogo [13]. Acrescenta-se a isso a própria dinâmica do jogo com erros e acertos que demonstram a fixação do conhecimento [14]. Destaca-se então o papel da aplicação dos jogos como ferramenta de apoio para a aprendizagem [13].

MÉTODO

O jogo "Canteiro de Obras Enxuto" (Figura 1) foi aplicado em setembro de 2023, para uma turma de 14 discentes de graduação em Engenharia Civil da Universidade Federal de Sergipe, na disciplina de Gerenciamento de Obras, referente ao 8º período curricular [14]. Esta disciplina foi escolhida devido à inclusão dos 11 princípios da Construção Enxuta em sua ementa, sendo o jogo aplicado após a apresentação teórica desses princípios para avaliar a compreensão e fixação dos estudantes.

Figura 1: Disposição do tabuleiro e das cartas utilizadas.



Fonte: [14].

A pesquisa utilizou uma abordagem experimental com pesquisa documental e revisão bibliográfica. A metodologia aplicada foi do tipo qualitativa e explicativa, configurando um estudo de caso. As imagens para o jogo foram obtidas de visitas técnicas realizadas pelo grupo de pesquisa Construção Civil da universidade, enquanto o conteúdo das cartas foi baseado em situações de canteiros de obras identificadas na pesquisa documental.

As cartas eram denominadas “Desafio”, que tinham a finalidade de trazer perguntas e respostas relacionadas à estrutura orçamentária da obra; “Alerta”, que se relacionam a situações corretas ou incorretas no canteiro de obras, acompanhadas de comandos fixos; “Mão de Obra”, carta com registro fotográfico de alguma situação do canteiro de obras, acompanhada de descrição, para identificação do princípio enxuto ali envolvido. Essas cartas eram usadas quando o peão parava em uma casa do tabuleiro, que possuía uma dessas denominações [14].

Foram usados diversos instrumentos de pesquisa, incluindo planilhas para guiar a construção do jogo e a avaliação dos resultados; um roteiro para validação das cartas pelos especialistas; observação direta e registro fotográfico durante a dinâmica; formulários de avaliação do jogo; e um formulário para registrar as cartas utilizadas por cada equipe.

Quanto aos formulários, os discentes foram questionados, antes e depois da aplicação do jogo, em relação ao nível de compreensão que tinham acerca dos conceitos dos 11 princípios da Construção Enxuta e das suas aplicações no canteiro de obras. Para isso, solicitou-se que atribuíssem uma pontuação para cada princípio enxuto, em uma escala de 1 a 5, sendo a menor pontuação referente a “compreendo pouco” e a maior pontuação, “compreendo muito bem”.

PROCEDIMENTO DE APLICAÇÃO DO JOGO

Inicialmente, foi feita a organização do espaço para o jogo, dispondo os elementos em uma mesa central e as cadeiras ao redor. Com todos os participantes presentes, aplicou-se um breve formulário para avaliar o conhecimento prévio dos discentes sobre os princípios enxutos. Em seguida, apresentou-se o objetivo, os elementos e as regras do jogo, esclarecendo dúvidas. Os discentes foram orientados a formar equipes e dividir funções, recebendo a "ficha do jogador" e uma lista dos 11 princípios enxutos. Depois dessas etapas, inicia-se o jogo conforme as regras apresentadas.

A “ficha do jogador” é um instrumento de pesquisa utilizado para ter o controle das cartas utilizadas ao longo do jogo por cada equipe, registrando ainda os acertos e os erros ocorridos. Cada equipe deve receber e preencher a sua própria “ficha do jogador”, anotando as perguntas que foram alvo de respostas incorretas, dúvidas ou polêmicas [14].

Na aplicação do jogo uma pesquisadora atuou como mediadora. Esse papel pode ser desempenhado por um pesquisador ou pelo professor da disciplina. Assim, o mediador realizava as explicações, tirando dúvidas e argumentando sobre as opções das cartas. Cabia aos discentes participantes a leitura das cartas.

PROCEDIMENTO DE AVALIAÇÃO DO JOGO

Para definir o melhor procedimento de avaliação, foi necessário primeiro estabelecer o objetivo da análise. O objetivo foi entender a evolução do conhecimento dos discentes sobre os princípios enxutos após a aplicação do jogo e avaliar outros critérios relevantes, como a duração do jogo, lacunas nas regras, dificuldade de compreensão,

adequação do tabuleiro, conteúdo das cartas e a percepção dos discentes sobre a experiência.

Para a avaliação da eficácia do jogo, foram utilizadas as ferramentas: “ficha do jogador” bem como formulários de avaliação antes e após a aplicação do jogo. As perguntas dos formulários deviam ser respondidas por cada participante assinalando, em uma escala de Likert, a sua percepção quanto ao conhecimento no uso dos 11 princípios enxutos, assinalando de 1 (“compreendo pouco”) a 5 (“compreendo muito bem”) (ou seja, nível de 1 a 5).

Quanto às perguntas, no formulário antes do jogo tinha-se a pergunta “De 1 (pouco) a 5 (muito), quão bem você entende o conceito dos princípios abaixo e a sua aplicação no canteiro de obras?”, a ser respondida para cada um dos princípios. Essa mesma pergunta foi feita após a aplicação do jogo, como também “Você já participou de algum outro jogo na graduação com fins didáticos?”, “quais palavras representam bem a sua experiência com o jogo (fácil, difícil, descontraído, sério, empolgante, chato, competitivo, entediante, esclarecedor, confuso, rápido, longo ou útil)?” e “de 1 (ruim) a 5 (muito bom), como você avaliaria os componentes do jogo (lista de opções)? [14].

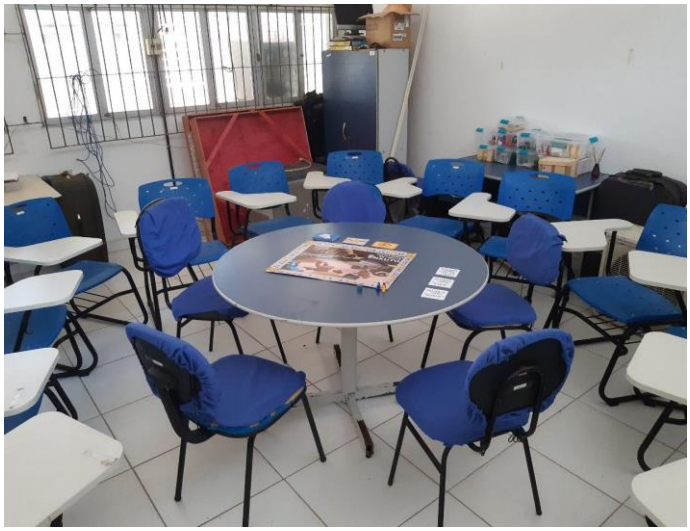
A coleta de dados ocorreu no mesmo dia da dinâmica. Para a tabulação e análise dos dados, utilizou-se o *software* Excel™, onde foram gerados gráficos e tabelas para inferir sobre a eficácia do jogo em relação ao objetivo estabelecido. Em termos dos formulários, elaborou-se gráficos comparativos para mostrar a evolução ou não quanto à aplicação de conhecimento de cada princípio enxuto.

RESULTADOS

DINÂMICA DE APLICAÇÃO DO JOGO

Para a aplicação do jogo foi colocada uma mesa central e cadeiras em volta dessas, conforme a Figura 2. A disposição das cadeiras foi pensada de modo que o líder de cada equipe ficasse mais próximo da mesa central para mover as peças do tabuleiro, enquanto os demais integrantes ficariam posicionados logo atrás do líder.

Figura 2: Organização do ambiente para a aplicação do jogo.



Fonte: Autoras (2023).

Com a chegada de todos os discentes, aplicou-se inicialmente um formulário para avaliar o conhecimento dos jogadores acerca dos 11 princípios da Construção Enxuta, antes da realização do jogo. Em seguida, realizou-se a apresentação do objetivo, dos elementos e das regras do jogo, convidando os discentes a se organizarem em equipes e a se dividirem internamente, de acordo com as funções apresentadas, formando 03 equipes, sendo duas com 05 integrantes e uma com 04 integrantes, cada uma com um líder (equipes vermelha, azul e amarela). A partir disso, entregou-se a cada equipe a "ficha do jogador" e uma folha de papel contendo todos os 11 princípios enxutos listados.

Dando início ao jogo, cada equipe escolheu um peão e lançou o dado para decidir quem iria começar. A equipe vermelha tirou o maior número e começou o jogo, sendo seguida pela equipe azul e amarela, nesta ordem. A equipe vermelha continha 04 integrantes e as equipes restantes continham 05 integrantes, cada.

Ao longo do jogo, quando a equipe errava uma resposta, o mediador buscava questionar se os integrantes entendiam o porquê do erro, do contrário, realizava-se a devida explicação. É importante destacar que, dentre o total de 77 cartas disponíveis, apenas 39 cartas foram utilizadas no jogo. Isso significa apenas que pela quantidade de discussões e tempo de aplicação, não foi possível chegar ao final do jogo. Logo, a quantidade de cartas utilizadas vai variar de acordo com cada grupo de aplicação do jogo.

Ao todo, foram 74 minutos de jogo. Como a equipe azul estava à frente das demais equipes nas casas do tabuleiro, classificou-se como a equipe vencedora do jogo. Para finalizar a dinâmica, aplicou-se ainda um outro formulário para levantar as percepções dos discentes em relação ao jogo didático e para avaliar o conhecimento dos mesmos sobre os 11 princípios enxutos, após a aplicação do jogo.

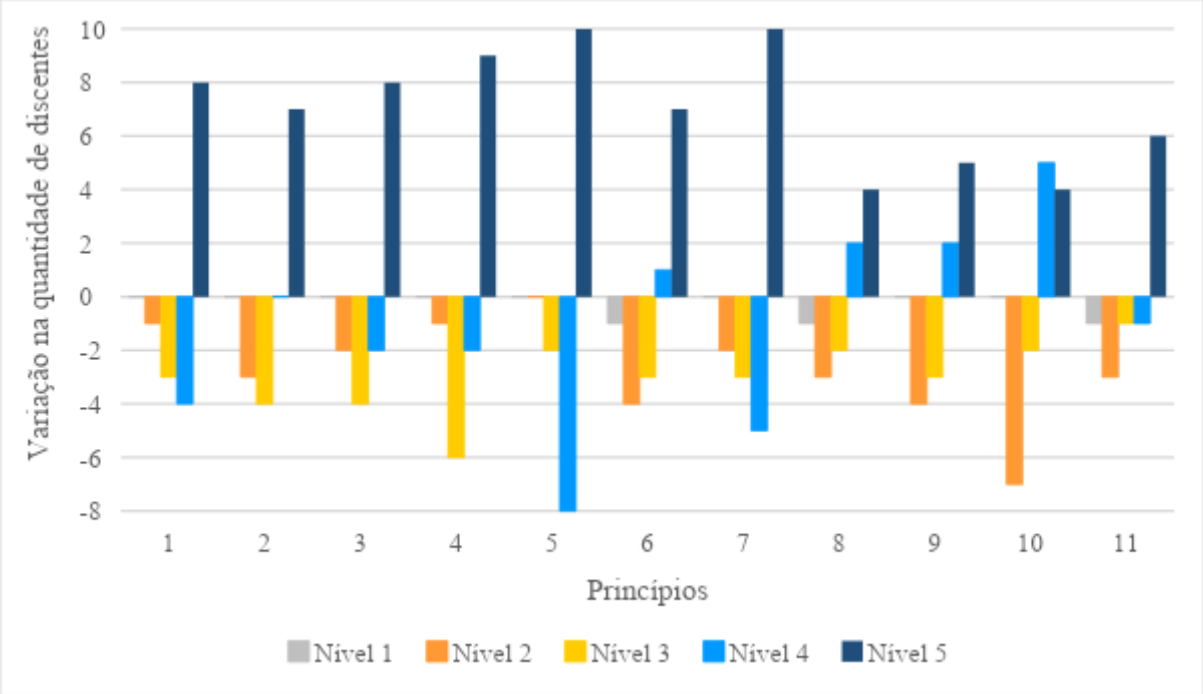
INVESTIGAÇÃO DA EVOLUÇÃO NO CONHECIMENTO DOS DISCENTES

A Figura 3 apresenta a avaliação do conhecimento dos discentes antes e depois do jogo. A partir disso, é possível identificar uma predominante redução na quantidade de discentes que avaliaram a sua compreensão nos níveis 1, 2 e/ou 3 em todos os princípios. No nível 4, também se observa uma redução considerável no quantitativo, com aumentos nos Princípios 6, 8, 9 e 10. Todos os princípios apresentaram aumento no nível 5. Isso foi avaliado pelas respostas na escala de Likert (intervalo de 1 a 5).

Uma outra análise feita com base nos formulários foi o percentual de aumento na compreensão dos discentes após o jogo, a partir da diferença entre as notas atribuídas – depois e antes do jogo -, dividido por 5, que é a avaliação máxima permitida. Para compilar estas porcentagens, calculou-se a média aritmética do aumento percentual na compreensão para cada princípio após o jogo, conforme a Tabela 1.

Isso significa que o “Princípio 6: Melhorar a flexibilidade do produto” foi o que apresentou um maior aumento na compreensão dos discentes quanto aos conceitos inicialmente tratados em sala de aula, ou seja, a diferença entre os níveis de fixação de conhecimento assinalados em média variou 30%. Logo, o Princípio 6 precisa ser melhor trabalhado nas aulas expositivas. Por outro lado, o “Princípio 5: Simplificar e minimizar o número de passos e partes” oi o que apresentou uma variação maior.

Figura 3: Diferença no quantitativo de discentes que atribuíram cada nível de compreensão para os princípios, antes e depois do jogo.



Fonte: Autores (2023).

Tabela 1: Média aritmética do percentual de aumento na compreensão de cada princípio após o jogo.

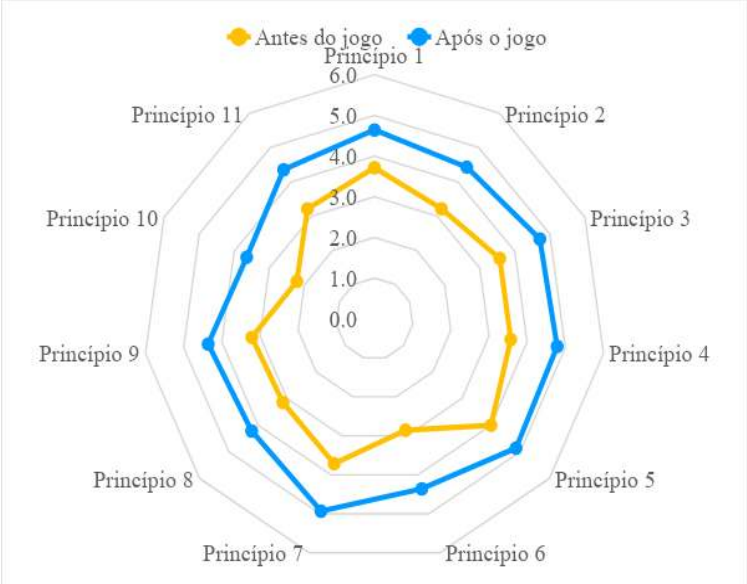
Princípio	Média	Princípio	Média
1	19%	7	24%
2	24%	8	21%
3	23%	9	23%
4	24%	10	29%
5	17%	11	23%
6	30%	-	-

Fonte: Autoras (2023).

A partir disso, nota-se que os Princípios 6 (Melhorar a flexibilidade do produto) e 10 (Balancear as melhorias no fluxo com as melhorias das conversões) foram os que tiveram o maior aumento percentual médio na compreensão, de aproximadamente 30%. Em contrapartida, os Princípios 1 (Reduzir a parcela de atividades que não agregam valor) e 5 (Simplificar e minimizar o número de passos e partes), apesar do percentual médio razoável de quase 20% de aumento na compreensão, foram os que obtiveram menor resultado.

Na Figura 4, valida-se mais uma vez a diferença no nível de compreensão dos discentes a partir da média aritmética das pontuações atribuídas para cada princípio, em que a avaliação após o jogo retornou médias maiores em todos os princípios, sendo que os Princípios 6 e 10 obtiveram a maior diferença entre as médias.

Figura 4 - Média aritmética das pontuações atribuídas para cada princípio.



Fonte: Autoras (2023).

Na Figura 5, tem-se o coeficiente de variação das pontuações atribuídas para cada princípio, a fim de revelar o quão próximas estão as pontuações da média calculada. Deste modo, valida-se que em quase todos os princípios o coeficiente de variação antes do jogo foi maior do que depois do jogo, exceto pelo Princípio 10 que apresentou um aumento na disparidade da avaliação dos discentes. Ainda, encontra-se uma maior redução do coeficiente de variação - ou seja, uma maior precisão das respostas comparada à avaliação inicial - nos Princípios 7, 8 e 11.

Figura 5 - Coeficiente de variação das pontuações atribuídas para cada princípio.



Fonte: Autoras (2023).

FINALIZAÇÃO DA ANÁLISE

Diante das análises apresentadas, é possível concluir que o jogo “Canteiro de Obras Enxuto” contribuiu para a melhoria da compreensão geral dos discentes acerca do conceito e da aplicação de todos os 11 princípios enxutos no canteiro de obras, haja vista que todos os princípios obtiveram um aumento na quantidade de alunos

compreendendo “muito bem”. Isso valida a afirmação de que a aprendizagem de qualquer conceito ocorre com maior efetividade se for possível realizar uma aplicação prática da teoria [11].

Além disso, durante a dinâmica, os discentes com frequência promoveram discussões construtivas a respeito dos conteúdos das cartas, relacionando-os a experiências prévias em estágios realizados em canteiros de obras. Esta correlação a contextos práticos já vivenciados também favorece a aprendizagem dos princípios [15] e evidencia a participação ativa dos estudantes como protagonistas da metodologia ativa. Em entrevista com a docente da disciplina, após a avaliação do conteúdo, ao aplicar uma prova, os discentes tiveram uma quantidade de acerto nas questões correspondentes satisfatória e relataram a importância de terem participado na dinâmica para a fixação de conhecimento e mesmo esclarecimento de dúvidas.

Por meio da investigação, identificou-se que: os Princípios 7, 5 e 4 obtiveram a melhor compreensão dos discentes, nesta ordem; os Princípios 6 e 10 tiveram o maior aumento percentual na compreensão dos discentes, nesta ordem; apesar da melhoria na avaliação após o jogo, os discentes apresentaram uma maior dificuldade para compreender os Princípios 10 e 11, nesta ordem; os Princípios 7, 8 e 11 obtiveram um maior impacto na melhoria da uniformidade na compreensão dos discentes; todos os demais princípios houveram melhorias na compreensão geral.

Com o intuito de contribuir ainda mais para a avaliação, os participantes da dinâmica deixaram os seguintes comentários no formulário aplicado: “o jogo foi bem intuitivo e divertido”; “o jogo agregou mais conhecimento”; e “a discussão entre os colegas sobre o assunto foi muito boa”. Como sugestões de melhoria, eles citaram: reduzir o tempo de resposta das cartas “Desafio” e “Mão na Obra”, a fim de aumentar a competitividade; disponibilizar um manual de regras do jogo para cada equipe durante a partida; limitar a quantidade de cartas com exemplos de situações similares do canteiro de obras, de modo a desafiar ainda mais os jogadores; nos casos em que uma equipe errar a resposta, dar a oportunidade para que a equipe seguinte tente responder, e assim por diante; as respostas das cartas “Desafio” também poderiam ficar sob a posse do facilitador, em um documento separado, assim como feito com as cartas “Mão na Obra”. Dessa forma, os próprios jogadores poderiam ler suas cartas, sem risco de visualizar a resposta; considerar mais o conhecimento do que a sorte do discente para a determinação do vencedor, de modo que o jogador que acerte mais cartas ganhe o jogo.

Como é possível observar, os discentes sentiram uma maior necessidade de serem reconhecidos por seu conhecimento, exigindo uma baixa influência do elemento “sorte” na definição do vencedor, tal como havia recomendado [16]. É importante relembrar que a equipe azul venceu o jogo, mas a equipe amarela acertou o maior número de cartas, o que provavelmente resultou em frustração. Como possível solução, para isso, sugere, para aprimoramento do jogo, a incorporação de moedas “*lean*” no jogo como um critério para vencê-lo, de modo a haver um compute monetário, com pesos, para as questões respondidas [13].

CONCLUSÃO

Após a aplicação do jogo, os discentes avaliaram a experiência como "útil" e "esclarecedora", além de "competitiva" e "empolgante". Embora os elementos do jogo tenham sido bem avaliados, a duração foi considerada longa devido à dispersão dos participantes em relação ao objetivo de aprendizagem. Os discentes relataram poucas experiências prévias com jogos didáticos na graduação e nenhum deles envolvia o uso de tabuleiro, destacando a relevância deste trabalho.

A pesquisa também investigou a evolução do conhecimento dos discentes sobre os 11 princípios enxutos. Observou-se um aumento na quantidade de discentes que compreenderam "muito bem" os conceitos e aplicações de todos os princípios. Os Princípios 7, 5 e 4 foram os melhores compreendidos, enquanto os Princípios 10 e 11 apresentaram maior dificuldade de compreensão, apesar da melhoria geral após o jogo.

Através dos resultados analisados, é possível concluir que o jogo "Canteiro de Obras Enxuto" se aplica como uma eficaz ferramenta de ensino dos 11 princípios enxutos, alcançando-se os objetivos desta pesquisa.

AGRADECIMENTOS

As autoras expressam sua gratidão à CAPES e ao CNPq por seu apoio à pesquisa.

REFERÊNCIAS

[1] VILLELA, F. F. **Indústria da construção civil e reestruturação produtiva:** novas metodologias e modos de socialização construindo o intelecto coletivo (“General Intellect”). 2007. Tese (Doutorado) — Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2007.

[2] WOMACK, J. P.; JONES, D. T.; ROSS, D. **A máquina que mudou o mundo.** Rio de Janeiro: Campus, 1992.

[3] KOSKELA, L. Application of the New Production Philosophy to Construction. 1992, 75p. **Technical Report # 72.** Center for Integrated Facility Engineering. Department of Civil Engineering. Stanford University, 1992.

[4] ESTEVES, M. A. S. et al. Reestruturação da disciplina introdução à engenharia na Faculdade de Engenharia de Resende: uma proposta com base nas metodologias ativas de aprendizagem. **Rev. Brasileira de Ensino Superior**, v. 2, n. 1., 2016. 12 p.

[5] HERRERA, R. F.; SANZ, M. A.; MONTALBÁN-DOMINGO, L.; GARCÍA-SEGURA, T.; PELLICER, E. Impact of Game-Based Learning on Understanding Lean Construction Principles. **Sustainability** 2019, *11*, 5294. https://doi.org/10.3390/su11195294.

[6] HERZER, M. et al. **Avaliação da utilização de metodologias ativas no ensino superior:** estudo de caso na disciplina de gestão da produção aplicada. 2015. Disponível em: <http://www.revistaespacios.com/a16v37n02/163702e3.html>.

[7] NUNES, A. G.; SOUZA, L. de J.; VIANA, M. R.; CARVALHO, M. C.; SANTOS, D. de G.; MICHELAN, D. C. de G. S.; FERREIRA, F. B. Informações necessárias para elaborar um jogo didático digital de boas práticas enxutas: Um mapeamento sistemático da literatura. In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 19., 2022, Canela.

Anais [...]. Porto Alegre: ANTAC, 2022. p. 1–12. DOI: 10.46421/entac.v19i1.2094. Disponível em: https://eventos.antac.org.br/index.php/entac/article/view/2094. Acesso em: 14 set. 2023.

[8] ISATTO, E. L.; ZUCHETTI, M. Aplicação do mecanismo da função produção ao planejamento da produção seriada na construção. In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 2014, Maceió, Alagoas. **Anais [...]** Maceió, 2014, p. 1327.

[9] SHINGO, S. **O Sistema Toyota de Produção do ponto de vista da engenharia de produção.** Porto Alegre: Artes Médicas, 1996. 291p.

[10] BIANCHINI, M. P.; LORIATO, D. B.; CESTARI JUNIOR, H. **Trabalho em equipe –** um processo de aprendizado em jogos de empresa. 2023. Disponível em: www.jogosempresariais.com.br/arquivos/Artigo_Mirela.pdf. Acesso em: 17/9/2023.

[11] PANTALEÃO, L. H.; OLIVEIRA, R. M.; ANTUNES J. A. V. Utilização de um jogo de produção como ferramenta de aprendizagem de conceitos de engenharia de produção: O jogo do barco. In: ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, XXII, 2002, Ouro Preto. **Anais [...]**, Ouro Preto, 2003.

[12] NASSAR, K. Construction contracts in a competitive market: C3M, a simulation game. **Engineering, Construction and Architectural Management**, v. 10, n. 3, 2003. 6 p. Disponível em: <http://www.emeraldinsight.com/10.1108/09699980310478421> Acesso em: 17/9/2023.

[13] ROMANEL, F. B. **Jogo "Desafiando a Produção":** Uma estratégia para disseminação dos conceitos da construção enxuta entre operários da construção civil. 155f. 2009, Dissertação (Mestrado em Construção Civil) – Programa de Pós-Graduação em Construção Civil. Setor de Tecnologia da Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2009.

[14] ARAUJO. F. B. F. de. **"Canteiro de obras enxuto"**: jogo didático para aprendizado dos 11 princípios da construção enxuta aplicados ao canteiro de obras. 2023. 148p. Monografia (Trabalho de Conclusão de Curso). Departamento de Engenharia Civil. Universidade Federal de Sergipe. São Cristóvão. 2023.

[15] LEIGHBODY, G. B.; KIDD, D. M. **Métodos para o ensino profissionalizante.** São Paulo: EPU, 1977.

[16] GREDLER, M. E. **Games and simulations and their relationships to learning**. University of South Carolina. p 1-12, 2004.