



O uso da gamificação para o ensino da ferramenta de planejamento da linha de balanço

DOI: 10.37702/2175-957X.COBENGE.2024.5166

Autores: CECILIA CARNIELLO CORREA, SHEYLA MARA BAPTISTA SERRA, ITAMAR APARECIDO LORENZON

Resumo: Com a globalização, o nível de exigência dos clientes da Indústria da Construção tornou-se maior, levando os profissionais a buscarem alternativas para alcançar a melhoria contínua dos processos, como a adoção da mentalidade enxuta. Contudo, esta mudança enfrenta barreiras na sua implementação, principalmente devido à necessidade de maior conhecimento dos profissionais sobre os princípios e ferramentas da construção enxuta. Esta falta de conhecimentos especializados é frequentemente atribuída à cobertura limitada do tema nas universidades. Nesse contexto, a gamificação pode auxiliar na educação, aumentando o interesse e facilitando a retenção do aprendizado. Apoiando essa perspectiva, este artigo realiza um experimento com estudantes de graduação em Engenharia Civil de uma universidade federal para confirmar a hipótese de que o conhecimento da ferramenta Linha de Balanço pode ser facilitado com o auxílio de jogos lúdicos em comparação aos métodos tradicionais de ensino. O desenvolvimento da pesquisa seguiu um procedimento formalizado de avaliação da aprendizagem e utilizou questionários para medir os níveis de conhecimento sobre a ferramenta antes e depois da intervenção. Depois de realizar o experimento e analisar seus resultados, observou-se que o uso da gamificação leva a níveis de aprendizagem relativamente mais elevados em comparação com o uso apenas do ensino tradicional baseado em palestras.

Palavras-chave: Linha de Balanço; Planejamento de obras; Construção enxuta; Gamificação; Construção Civil.

O USO DA GAMIFICAÇÃO PARA O ENSINO DA FERRAMENTA DE PLANEJAMENTO DA LINHA DE BALANÇO

1 INTRODUÇÃO

A quarta revolução industrial causou avanços tecnológicos e sociais em diversas esferas. Assim, a indústria da Construção Civil também passou por diversas transformações e isso aumentou ainda mais a exigência dos seus clientes. Neste cenário se insere a ferramenta de Linha de Balanço, que, segundo Biotto *et al.* (2017), é utilizada em projetos repetitivos, gerando, assim, a melhoria contínua dos processos. Apesar destes benefícios, a implantação desta ferramenta ainda encontra diversas barreiras, principalmente ligadas à aceitação. Assim, espera-se que o uso de jogos lúdicos seja uma alternativa eficiente para quebrar esse bloqueio.

As formas lúdicas de aprendizagem sempre estiveram presentes na história humana, conforme Braatz *et al.* (2020), não sendo uma surpresa que a gamificação esteja atraindo atenção nos últimos anos. Ainda segundo os autores, a gamificação está presente no ensino das engenharias desde a década de 1960.

Segundo Borges Júnior (2020), a gamificação é um recurso inovador e significativo na aprendizagem dos envolvidos. Maia e Graeml (2015) apontam que os jogos possibilitam a aprendizagem de forma divertida e inesquecível, colocando em prática a teoria e conectando conhecimentos. Porém, para comprovar os efeitos de uma intervenção, Rossi, Lipse e Freeman (2004) citam que a maneira mais válida é por meio de uma pesquisa que avalie os efeitos causais com o auxílio da divisão aleatória dos participantes da pesquisa em “grupo de controle” e “grupo de intervenção”. Dessa forma, os resultados são observados para os dois grupos e as diferenças podem ser atribuídas como resultados da intervenção. Ademais, os autores expõem que, para comprovar as diferenças nos resultados entre os grupos, é necessária a utilização de testes.

Neste sentido, Carvalho (2012) cita que avaliar a aprendizagem baseada em jogos é um processo holístico com múltiplos objetivos, não só para avaliar a eficiência do processo de aprendizagem, mas também para melhorar o jogo em si. Para isso, o autor propõe três protocolos de testes para avaliar o processo de desenvolvimento de um jogo.

Nesse contexto, este estudo propõe o ensino da ferramenta de Linha de Balanço (LDB) ou, em inglês, *Line of Balance* (LOB), com o auxílio do uso de jogos de conjuntos LEGO®. O jogo escolhido foi desenvolvido por Miron *et al.* ([201-]) e este trabalho visa avaliar o processo de ensino-aprendizagem de estudantes de graduação no conhecimento da LDB. Para isso, o trabalho propõe também instrumentos complementares de avaliação e aplicação do jogo no meio acadêmico por método proposto por Carvalho (2012) em seu Teste Gama.

Mendes Júnior e Heineck (1998) definem que a Linha de Balanço tem como objetivo diminuir o desperdício do trabalho em progresso, fazendo com que todas as atividades sejam realizadas em uma taxa de produção conhecida, ou seja, buscando manter um mesmo ritmo entre elas. O conhecimento das principais características da LDB pelos estudantes da área da construção civil durante a graduação e a retenção do conhecimento por meio da gamificação poderá favorecer o uso da ferramenta em sua profissão, quando necessário.

Neste sentido, o uso de jogos lúdicos possibilita a simulação do ambiente real e facilita o contato com situações diversificadas e derivadas do mundo do trabalho,

favorecendo as tomadas de decisão por parte dos profissionais. Como mencionado, o uso da gamificação está sendo cada vez mais importante no aprendizado de técnicas que buscam a redução dos principais problemas da indústria da construção civil.

2 A GAMIFICAÇÃO NO PROCESSO DE ENSINO

De acordo com Maia e Graeml (2015), pelo fato do ambiente de ensino e aprendizagem ser completamente diferente do de décadas atrás, existe essa necessidade de reforma das metodologias educacionais. Os autores sugerem, então, o uso de jogos para tornar o ensino mais atraente, sendo que essa técnica é chamada de gamificação. Nesse sentido, Garcia (2015) pontua a gamificação como um recurso didático revolucionário, além de ajudar a promover a sociabilização entre os participantes. Todavia, a utilização incorreta dessa metodologia resulta em uma experiência de entretenimento pouco atrativa e até insignificante.

Conforme Almeida (2001) destaca, os profissionais de engenharia estão em busca constante de formações complementares para se adequarem às exigências do mercado. A autora reforça, portanto, que as escolas de engenharia devem repensar seus métodos de ensino para enfatizar, cada vez mais, os fatores humanos.

Moraes e Cardoso (2018) citam os jogos de empresa como uma alternativa para auxiliar os profissionais nas tomadas de decisões em ambientes simulados, que servem de base para as vivências do dia a dia. Ainda, estes jogos são classificados, conforme Lopes (2011), de acordo com a evolução das tecnologias utilizadas (Quadro 1).

Quadro 1 – Evolução tecnológica dos jogos de empresa

Geração	Período	Características
1ª geração	1955 a 1960	Jogos manuais, sem uso de recursos computacionais
2ª geração	1961 a 1984	Jogos eletrônicos processados em computadores de grande porte
3ª geração	1984 a 2000	Jogos eletrônicos processados em microcomputadores
4ª geração	2000 em diante	Jogos eletrônicos utilizados na internet

Fonte: Adaptado de Lopes (2011)

Mesmo com a existência de jogos na quarta geração, na Construção Civil, ainda é muito comum a utilização de jogos de primeira geração.

2.1 Métodos de avaliação do aprendizado por meio da gamificação

Conforme Rossi, Lipsey e Freeman (2004) citam, os participantes da gamificação podem ser classificados aleatoriamente em pelo menos dois grupos:

- Grupo de controle: grupo de alvos que não recebem a intervenção do programa;
- Grupo de intervenção: grupo de alvos que recebem uma intervenção.

Dessa forma, os autores pontuam que os resultados são observados para os dois grupos e as diferenças podem ser atribuídas como resultados da intervenção. Os autores abordam ainda que a melhor maneira de obter equivalência entre os grupos de intervenção e controle é usar a randomização para alocar membros de uma população-alvo para os dois grupos. Dessa forma, se a suposição de equivalência entre os grupos estiver correta, a quantidade de mudança no grupo de intervenção representa o que teria acontecido aos membros do grupo de controle se eles tivessem recebido o programa.

Por fim, Rossi, Lipsey e Freeman (2004) sugerem que a diferença numérica exata entre os resultados médios dos grupos de intervenção e controle não pode ser simplesmente interpretada como o efeito da pesquisa. Neste sentido, existem diferentes estratégias de coleta de dados que podem melhorar as estimativas dos efeitos do

programa, sendo que fazer múltiplas medições da variável de resultado, preferencialmente antes e depois da intervenção que está sendo avaliada, é uma delas. Assim, as medidas tomadas antes de uma intervenção indicam os estados pré-intervenção dos grupos de intervenção e controle e são úteis para determinar quanto ganho uma intervenção produziu.

Neste sentido, Carvalho (2012) apresenta uma metodologia de avaliação da eficiência do uso de jogos lúdicos para o ensino de engenharia. O autor apresenta três etapas de avaliação para o desenvolvimento de um jogo com fins educacionais: Teste Alfa (para melhoria do próprio jogo), Teste Beta (para avaliação dos objetivos educacionais) e Teste Gama (para avaliação da eficácia do jogo). O último pode ser, ainda, utilizado para avaliar a eficiência de um jogo já existente para fins de aprendizagem. Neste caso, a aquisição de conhecimento é avaliada pela comparação do nível de consciência dos alunos sobre o tema abordado no jogo antes e depois da aplicação. São avaliadas, ainda, a motivação e a satisfação dos participantes.

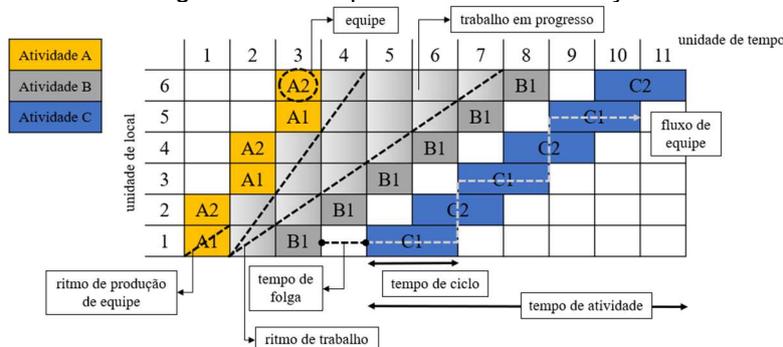
3 LINHA DE BALANÇO

Conforme Arditi, Tokdemir e Suh (2001), a Linha de Balanço (LDB) é uma técnica de planejamento desenvolvida pela Goodyear Company nos anos 1940. A partir daí, passou a ser usada na indústria manufatureira para processos repetitivos e atualmente tem sido aplicada em empreendimentos da Construção Civil com uso da filosofia *lean construction*. De acordo com Biotto *et al.* (2017), seu uso tem sido verificado especialmente em projetos repetitivos como edifícios, túneis, estradas, dentre outros.

Biotto (2019) destaca que a Linha de Balanço pode ser interpretada como um diagrama baseado em localidades que representa, no eixo vertical, a unidade e, no eixo horizontal, o tempo. A técnica da LDB permite um fluxo ininterrupto de pessoal por meio das unidades de localidades, resultando em um fluxo de trabalho contínuo pelos times de projeto ou equipes de trabalho.

Ainda em Biotto (2019), a autora traz um exemplo de LDB, identificando os seus componentes. Na Figura 1 nota-se a localidade no eixo vertical e a distribuição de tempo no eixo horizontal. Além desses, outros elementos podem ser percebidos, como o tempo de execução de uma atividade, os *buffers* (folga entre o fim de uma atividade e o início da próxima), o tempo de ciclo (gasto para a execução de uma atividade em uma localidade) e a produtividade, medida pela inclinação das linhas.

Figura 1 – Exemplo de Linha de Balanço



Fonte: Adaptado de Biotto (2019)

A Linha de Balanço traz, portanto, foco no equilíbrio dos ritmos de produção e entrega e no fluxo de trabalho pelas unidades de produção, visando a sua continuidade. Para isso, é possível aumentar a produtividade pela redução da descontinuidade no trabalho (eliminação da ociosidade), tirar benefícios da repetitividade (efeito aprendizado),

otimizar o emprego de recursos e encurtar a duração do projeto pela alocação racional desses. Essa ferramenta é, por fim, simples e visual, mostrando a sequência de construção e tornando a definição do prazo do projeto mais simplificada.

3.1 A gamificação da Linha de Balanço

A LDB é uma das ferramentas mais importantes da filosofia *lean*. Neste sentido, conforme abordam Herrera *et al.* (2019), a escolha de um jogo específico para seu ensino é essencial. Oliveira *et al.* (2020) citam artigos que apresentam jogos de primeira geração que foram desenvolvidos para tal, além de abordar a aplicação de um jogo de conjuntos LEGO® semelhante ao desenvolvido por Miron *et al.* ([201-]), conforme Quadro 2.

Quadro 2 – Resumo dos jogos para ensino da Linha de Balanço

Referência	Escopo do jogo	Objetivo	Técnica
Vargas <i>et al.</i> (1998a)	Simulação de todas as etapas necessárias para a construção de banheiros sociais de um edifício de dez pavimentos	Aplicar técnicas de avaliação de produtividade e medição de perdas, e evidenciar a aplicação de técnicas modernas de gerenciamento de obras	Confecção em cartolina
Vargas <i>et al.</i> (1998b)	Simulação da construção de um conjunto de casas	Enxergar a menor variabilidade e aumento da produtividade pela comparação entre a construção sem e com o planejamento por meio da Linha de Balanço	Confecção em cartolina
Santos <i>et al.</i> (2002)	Simulação da construção de um edifício de dez pavimentos	Abordar a técnica de Linha de Balanço e avaliar a compatibilização de projetos, construtibilidade, estratégias de mercado, trabalho em equipe e estratégia de produção	Confecção em cartolina
Depexe <i>et al.</i> (2006)	Simulação de planejamento e construção de um conjunto de 16 casas	Possibilitar uma melhor compreensão e utilização prática dos conceitos de planejamento, em uma situação que simula a realidade	Conjuntos LEGO®
Miron <i>et al.</i> ([201-])	Simulação da construção de um conjunto habitacional com seis casas	Utilizar o jogo como estratégia pedagógica para o ensino da Linha de Balanço no gerenciamento de empreendimentos da Construção Civil.	Conjuntos LEGO®
Oliveira <i>et al.</i> (2020)	Simulação da construção de um conjunto habitacional com quatro casas	Utilizar o jogo como estratégia pedagógica para o ensino da Linha de Balanço no gerenciamento de empreendimentos da Construção Civil.	Conjuntos LEGO®

Fonte: Adaptado de Oliveira *et al.* (2020)

Depexe *et al.* (2006) ressaltaram que, ao observar a dinâmica dos alunos, foi possível notar que houve aprendizado da Linha de Balanço. Ademais, os autores expõem também que o jogo utilizado possibilitou aos envolvidos a percepção da importância do planejamento de obras. Isso é possível pois a ferramenta abordada fornece diversas informações relevantes do processo produtivo. Assim como abordado anteriormente, os autores comprovaram que o uso da gamificação gera maior interesse e empenho por parte dos envolvidos. Isso ocorre devido à interatividade com o meio, à competitividade e à cooperatividade proporcionadas pelo jogo. Por fim, Depexe *et al.* (2006) reiteram, mais uma vez, a gamificação como aliada à quebra das barreiras de implementação da *lean*.

O jogo desenvolvido por Miron *et al.* ([201-]) é resultado das pesquisas de um grupo que tem como objetivo desenvolver e disponibilizar jogos didáticos voltados para o gerenciamento de empreendimentos no ambiente construído. Estes jogos possuem foco sobre a aplicação de conceitos, técnicas e abordagens de construção enxuta. O Jogo da

Linha de Balanço é o que apresenta mais informações por estar divulgado em meio eletrônico pelo site <https://www.ufrgs.br/jogolinhadebalanco/>. Nele, os autores abordam todos os materiais necessários para aplicação do jogo e trazem todas as instruções para o seu desenvolvimento. Segundo os autores, o site do jogo busca dar continuidade ao desenvolvimento e divulgação desse tipo de metodologia didática.

4 MÉTODO DE PESQUISA

O artigo possui uma revisão bibliográfica do tema abordado para embasar a pesquisa, a utilização de instrumentos de coleta de dados (testes) que analisam o conhecimento e a percepção dos envolvidos, visando fornecer interpretações das amostras e a realização de experimentos num estudo de caso.

Foi realizado, em junho de 2023, um experimento aplicado na disciplina de Planejamento e Controle de Obras (PCO) no curso de graduação em Engenharia Civil de uma universidade federal.

Objetivou-se observar se haveria diferença no aprendizado entre o uso de aulas expositivas comuns e estas associadas ao uso da gamificação para ensino de conceitos da ferramenta LDB para os alunos. Para a avaliação dos resultados foi seguido o protocolo do Teste Gama proposto por Carvalho (2012), acrescentado do uso de um grupo de controle, conforme sugerem Rossi, Lipsey e Freeman (2004).

4.1 Seleção dos participantes para aplicação da metodologia em estudo

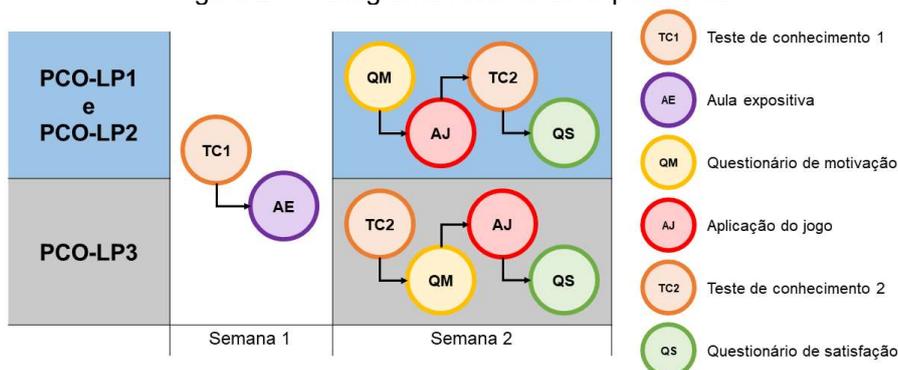
A seleção dos alunos para a aplicação da pesquisa ocorreu devido ao relacionamento das autoras com a universidade. Por estarem ligadas à instituição, o acesso aos alunos foi facilitado. A disciplina abordava temas relacionados à pesquisa. As amostras foram divididas, de forma aleatória, conforme sugerem Rossi, Lipsey e Freeman (2004). As amostras receberam o nome de “linha de produção” (LP) pelo fato da montagem das casas propostas no jogo de Miron *et al.* ([201-]) possuir tarefas repetitivas. Sendo assim, foram nomeadas conforme o Quadro 3. É importante ressaltar que o grupo de controle corresponde à última LP da aplicação. O fluxo de desenvolvimento das atividades de gamificação para a segunda aplicação está demonstrado na Figura 2.

Quadro 3 – Nome das amostras de estudantes e tipo

Disciplina	Nome da amostra	Tipo de amostra
PCO	PCO-LP1	intervenção
	PCO-LP2	intervenção
	PCO-LP3	controle

Fonte: As autoras (2024)

Figura 2 – Fluxograma resumo do experimento



Fonte: As autoras (2024)

4.2 Elaboração dos questionários

Os questionários utilizados para validação dos resultados foram elaborados para aplicação segundo o protocolo do Teste Gama de Carvalho (2012). Assim, foram desenvolvidos dois testes de conhecimento diferentes, sem consulta ao material didático.

O formato do teste foi impresso, considerando que o jogo foi presencial e também como forma de facilitar o acesso de todos os estudantes das disciplinas. Foram elaboradas 24 questões com base em pesquisa em questões de concursos, elaboração própria e revisão das autoras. As questões foram divididas em dois grupos, com níveis de dificuldade semelhantes, dando origem ao Teste de Conhecimento 1 (TC1) e ao Teste de Conhecimento 2 (TC2). As questões foram elaboradas considerando as opções de múltipla escolha, verdadeiro ou falso e preenchimento de resposta curta.

Além dos testes de conhecimento, Carvalho (2012) propõe em seu protocolo que sejam aplicados outros dois questionários. Primeiro, antes da aplicação do jogo, ele propõe um Questionário de Motivação (QM), com o intuito de aferir com os participantes se o jogo está inserido no seu dia a dia, qual o nível de cada um nas habilidades necessárias para o jogo a ser aplicado e o porquê de eles jogarem. Ao final, juntamente com o TC2, o protocolo sugere a aplicação do Questionário de Satisfação (QS), que tem o objetivo de medir a percepção dos participantes a respeito do jogo e da metodologia. O QM foi elaborado com base no questionário proposto por Rebelo (2009), utilizando a escala Likert, avaliando as proposições de (1), “nem um pouco provável”, a (5), “extremamente provável”, além de começar com duas perguntas a fim de caracterizar o tipo de jogador. O QS foi adaptado de Romanel (2009).

4.3 Aplicação do Teste de Conhecimento 1 (TC1)

A aplicação do TC1, antes da aula expositiva, visou a caracterização do nível de consciência dos alunos a respeito dos conceitos da ferramenta de LDB. É importante ressaltar que, para que houvesse confiabilidade nos resultados dos testes, foi solicitado que os alunos participantes da pesquisa marcassem apenas as questões que realmente sabiam e deixassem as demais em branco. Essa primeira aplicação durou 10 minutos devido ao fato da maior parte dos alunos ainda não ter tido contato com a ferramenta em estudo, ou seja, não possuíam o conhecimento necessário para responder as questões.

4.4 Apresentação da aula expositiva

Após a aplicação do TC1, foi realizada apresentação da ferramenta LDB durante uma aula expositiva para todos os participantes da pesquisa. A duração da aula expositiva foi de cerca de 60 minutos. A aula expositiva trouxe diversos conceitos necessários para o entendimento da Linha de Balanço (LDB), além de apresentar exemplos de aplicação da ferramenta em estudo.

4.5 Aplicação do jogo

Foi escolhido para a pesquisa o jogo de 1ª geração desenvolvido por Miron *et al.* ([201-]), que utiliza conjuntos LEGO® para ensino de conceitos de Linha de Balanço.

Foram necessárias mesas para apoio das peças que simulam os “terrenos” e um kit de peças LEGO® para cada uma das seis unidades base (casas), conforme proposta de Miron *et al.* ([201-]). Foram preparados os materiais necessários, e os seis terrenos foram distribuídos lado a lado nas mesas para simular os lotes de trabalho em cada linha de produção. Para cada uma das casas foi elaborada uma instrução de montagem, com as peças do kit, análoga a um projeto e adaptado de Miron *et al.* ([201-]). A Figura 3 mostra a disposição dos materiais numa das bancadas antes do início do jogo. Ademais, foi necessário um computador com software elaborar as planilhas da LDB.

Figura 3 – Disposição dos materiais antes do início do jogo



Fonte: As autoras (2024)

Conforme Miron *et al.* ([201-]), cada etapa de montagem ficou sob responsabilidade de um participante, sendo cada um representante de uma equipe especializada – Fundação, Marcação da Alvenaria, Parede, Laje, Cobertura e Chaminé (Figura 4).

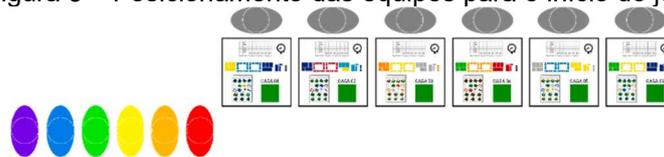
Figura 4 – Divisão das equipes especializadas



Fonte: Miron *et al.* ([201-])

Além destas equipes, foi necessário separar um participante para cada lote a fim de cronometrar os períodos de montagem de cada atividade em cada casa e de, também, realizar o preenchimento das planilhas de registro de tempos. Os responsáveis por esta atividade foram posicionados, sentados, atrás das mesas com os cronômetros e permaneceram no mesmo local até o fim do jogo. Depois de organizar os lotes, as equipes especializadas se posicionaram em fila antes do lote 1 da primeira casa para que se pudesse dar início ao jogo (Figura 5).

Figura 5 – Posicionamento das equipes para o início do jogo



Fonte: Miron *et al.* ([201-])

Com o início da contagem dos cronômetros, a equipe especializada 1 se posicionou em frente ao primeiro lote para realizar a sua tarefa conforme o projeto. Ao terminar de realizá-la, passou para o lote seguinte a fim de continuar a execução de sua atividade e, a equipe subsequente (equipe especializada 2), entrou no primeiro lote. O processo se repetiu até que todas as equipes especializadas tivessem passado por todos os lotes e todas as casas estivessem montadas. Como o processo de montagem é muito rápido, somente depois do encerramento de cada rodada é que era feita a anotação dos tempos na tabela específica. Foram registrados o horário de início e de fim da tarefa de cada equipe especializada em cada lote.

Destaca-se que a equipe só poderia avançar ao próximo lote quando a equipe a sua frente já tivesse terminado a sua atividade e passado para o lote seguinte. Ademais, coube a cada equipe realizar o controle de qualidade da equipe que a precedeu.

Após todas as equipes realizarem suas atividades em todos os lotes, os cronômetros pararam e os responsáveis anotaram os tempos nas planilhas. Enquanto

isso, alguns estudantes iam desmontando as casinhas para uma nova rodada. Com todos os tempos registrados nas tabelas de anotação de tempo de produção, foi dado início à montagem das Linhas de Balanço (LDB) de cada linha de produção. Em todas as linhas de produção a montagem da Linha de Balanço foi realizada em planilha digital, conforme os tempos anotados para cada lote, seguindo as etapas descritas por Miron *et al.* ([201-]).

Com a Linha de Balanço pronta, conforme Miron *et al.* ([201-]) recomendam, foram realizadas discussões entre os integrantes dos grupos a fim de promover o balanceamento do ritmo da montagem nas próximas rodadas propostas. Esse balanceamento pode ser feito por meio de atraso nas entradas das equipes especializadas, ou da alteração no número de pessoas em cada atividade, com o intuito de melhorar o ritmo e tentar manter o fluxo ininterrupto entre elas.

Dessa forma, conforme sugerido pelos autores, o processo se repetiu por mais duas rodadas para que os jogadores conseguissem enxergar a diferença nas LDBs conforme o planejamento fosse pensado de maneira mais estratégica.

4.6 Aplicação do Teste de Conhecimento 2 (TC2)

A aplicação do TC2 visou a caracterização do nível de consciência dos alunos a respeito dos conceitos da ferramenta LDB. Para as amostras PCO-LP1 e PCO-LP2 (de intervenção), a aplicação do TC2 ocorreu após o jogo, juntamente com o QS, aferindo o aprendizado obtido com a aula expositiva aliada à gamificação. Já no caso da amostra PCO-LP3 (de controle) esta aplicação ocorreu antes do jogo, juntamente com o QM, e mediu apenas o aprendizado após a aula expositiva. Assim como na aplicação do TC1, foi solicitado, que os alunos marcassem apenas as questões que realmente sabiam e deixassem as demais em branco. Esta aplicação durou cerca de 20min.

4.7 Análise dos resultados obtidos

Após as respostas da aplicação do questionário TC2 foram calculadas as porcentagens de acertos obtidas em cada um deles. Esses valores possibilitaram uma comparação, tanto entre os alunos que participaram da mesma amostra, quanto entre os que participaram de amostras diferentes. A análise dos resultados de quem pertencia à mesma amostra é necessária para caracterizar a alteração no nível de consciência sobre a ferramenta antes e após a aplicação das metodologias, ou seja, para medir o aprendizado. Já a análise de quem pertencia a amostras diferentes tem o objetivo de validar a hipótese proposta de que **a utilização de jogos lúdicos para o ensino do uso dessas ferramentas é capaz de quebrar as barreiras de aceitação e facilitar o aprendizado, sendo mais eficaz do que a metodologia de ensino tradicional.**

5 ANÁLISE DOS RESULTADOS

No total, foram considerados 26 participantes. Deles, 18 foram escolhidos para a amostra de intervenção (PCO-LP1 e PCO-LP2) e 8 para a amostra de controle (PCO-LP3). Todos os alunos foram identificados por números de 1 a 26 para que seja possível acompanhar as suas métricas sem que haja identificação. Em relação às notas obtidas nos testes, foi realizada uma classificação em três níveis: A, B e C (Quadro 4), sendo que a nota seis é a nota mínima utilizada na instituição para fins de aprovação. A quantidade de notas classificadas em cada nível pode ser observada também no Quadro 4.

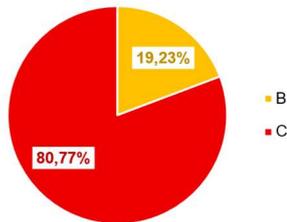
Quadro 4 – Divisão de notas de acordo com o nível

Nível	Nota	TC1	TC2
A	6 – 10	0,00%	69,23%
B	3 – 5,99	19,23%	30,77%
C	0 – 2,99	80,77%	0,00%

Fonte: As autoras (2024)

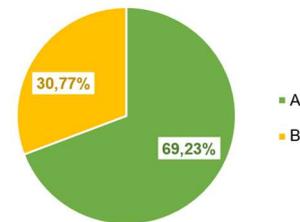
Após avaliação das notas obtidas no TC1, observou-se que aproximadamente um quinto (~20%) dos alunos estavam no nível B de pontuação, enquanto os demais (~80%) estavam no nível C (Figura 6), sendo que metade não pontuou. A nota dos alunos após o TC2 mostrou que mais de dois terços dos alunos (69,23%) estava no nível A (Figura 7) e os demais (30,77%) estavam no nível B, ou seja, nenhum aluno zerou no segundo teste.

Figura 6 – Divisão dos níveis de nota (TC1)



Fonte: As autoras (2024)

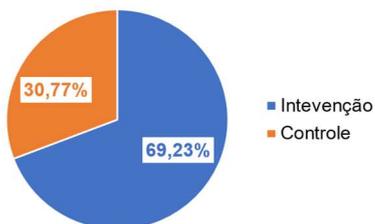
Figura 7 – Divisão dos níveis de nota (TC2)



Fonte: As autoras (2024)

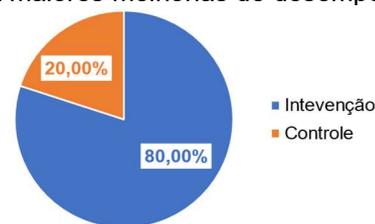
Entrando na divisão de amostras é possível afirmar que a amostra de intervenção corresponde a 69,23% dos participantes da pesquisa. Quando consideradas apenas dez das maiores diferenças de nota, ou seja, as dez maiores melhorias de desempenho, os alunos da amostra de intervenção correspondem a 80,00%. Isso significa que o desempenho dos alunos da amostra de controle foi pior, já que eles correspondem a 20% desse recorte e, se a divisão se mantivesse igual, deveriam corresponder a 30,77%. Estas diferenças estão expostas na comparação entre os gráficos na Figura 8 e na Figura 9.

Figura 8 – Divisão dos alunos por amostra



Fonte: As autoras (2024)

Figura 9 – Divisão dos alunos por amostra nas dez maiores melhorias de desempenho



Fonte: As autoras (2024)

Outra análise realizada foi a de desempenho médio das amostras. Quando analisadas as médias no TC1, os alunos da amostra de intervenção obtiveram a nota 1,06, enquanto os da amostra de controle obtiveram 1,48, uma diferença de 0,42. Ao analisar as médias do TC2 essa diferença entre as amostras foi para 0,75 (entre 6,97 e 6,22), ou seja, houve um aumento na diferença de 278,16%.

Por fim, foi analisado também o desempenho dentro da própria amostra. Os alunos da amostra de intervenção aumentaram a média em 5,91, enquanto os da amostra de controle aumentaram 4,74. Neste caso a diferença foi de 1,17 pontos, ou 24,62%. Assim,

analisando todas as comparações entre as amostras, é possível definir que o desempenho geral da amostra de intervenção foi melhor do que o da amostra de controle.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente trabalho abordou que o uso de jogos lúdicos traz benefícios no ensino da ferramenta LDB. A gamificação facilita a compreensão dos conceitos teóricos da ferramenta, por meio de um exemplo de aplicação, auxiliando no entendimento e na fixação do conteúdo.

Por meio do uso de um grupo de controle, que passou apenas pela aula expositiva, o estudo demonstrou que, quando há a junção da metodologia tradicional com a metodologia de gamificação, há uma melhora considerável nos resultados dos testes aplicados. Portanto, ao analisar as notas obtidas pelos alunos, concluiu-se que a implementação do uso de jogos no ensino de linha de balanço é uma metodologia educacional viável, que traz diversos benefícios.

Vale ressaltar que este trabalho foi realizado com uma pequena amostra, de uma única disciplina do curso de Engenharia Civil de uma universidade federal do Brasil, o que pode ser considerado uma limitação neste estudo. Seria extremamente importante a sua continuidade em outras disciplinas e em outras universidades para que haja a real comprovação da tese proposta. De todo modo, esta pesquisa destaca a importância e a necessidade da utilização de novos meios de ensino para melhorar a capacitação dos profissionais da indústria da Construção Civil.

AGRADECIMENTOS

Este estudo foi financiado, em partes, pela Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) – Código de Financiamento 001.

REFERÊNCIAS

ALMEIDA, R. DE C. E. F. **Engenheiros: líderes, temos formação para gerir pessoas?** Cobenge. **Anais...** Porto Alegre: 2001. Disponível em: <<https://docplayer.com.br/1637985-Engenheiros-lideres-temos-formacao-para-gerir-pessoas.html>>. Acesso em: 14 jun. 2022

ARDITI, D.; TOKDEMIR, O. B.; SUH, K. Effect of learning on line-of-balance scheduling. **International Journal of Project Management**, v. 19, p. 265–277, 2001.

BIOTTO, C. N. *et al.* **Comparing production design activities and location-based planning tools.** (K. Walsh, R. Sacks, I. Brilakis, Eds.) 25th Annual Conference of the International Group for Lean Construction. **Proceedings...** Iráklio: The International Group for Lean Construction, 2017. Disponível em: <<https://iglcstorage.blob.core.windows.net/papers/iglc-2a098e02-41f1-4580-838d-ece3eeb12f88.pdf>>. Acesso em: 23 nov. 2021

BIOTTO, C. N. **Integration of overlapped design and construction stages through location-based planning tools.** Tese (Doutorado em Architecture and the Built Environment) – Huddersfield: University of Huddersfield, set. 2019.

BORGES JÚNIOR, G. M. **Gamificação como recurso inovador no processo de ensino e aprendizagem para o ensino superior.** Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento e Sociedade) – Caçador: Universidade Alto Vale do Rio do Peixe, 2020.

BRAATZ, D. *et al.* **Uso de jogos e gamificação para ensino e aprendizagem em engenharia**. Brasília: ABENGE, 2020.

CARVALHO, C. V. DE. **Is game-based learning suitable for engineering education?** IEEE Global Engineering Education Conference (EDUCON). **Proceedings...**Marrakech: 2012. Disponível em:

<<https://ieeexplore.ieee.org/abstract/document/6201140/authors#authors>>. Acesso em: 29

jan. 2023

DEPEXE, M. D. *et al.* **Aprendizado da técnica de programação da linha de balanço por meio de jogos didáticos**. XI Encontro Nacional de Tecnologia no Ambiente

Construído. **Anais...**Florianópolis: ago. 2006. Disponível em:

<http://www.infohab.org.br/entac2014/2006/artigos/ENTAC2006_2209_2218.pdf>. Acesso em: 18 jun. 2022

GARCIA, A. **Gamificação como prática pedagógica docente no processo ensino e aprendizagem na temática da inclusão social**. Dissertação (Mestrado em Ensino, Ciências e Novas Tecnologias,) – Londrina: Universidade Tecnológica Federal do Paraná, 2015.

HERRERA, R. F. *et al.* Impact of game-based learning on understanding lean construction principles. **Sustainability**, v. 11, 26 set. 2019.

LOPES, M. C. **ComplexView: um framework para a produção de jogos de empresas aplicados ao desenvolvimento de liderança com base na complexidade**. Tese (Doutorado em Engenharia e Gestão do Conhecimento) – Florianópolis: Universidade Federal de Santa Catarina, 2011.

MAIA, R. F.; GRAEML, F. R. **Playing and learning with gamification: an in-class concurrent and distributed programming activity**. IEEE Frontiers in Education Conference (FIE). **Proceedings...**El Paso: Institute of Electrical and Electronics Engineers Inc., 7 dez. 2015. Disponível em: <<https://ieeexplore.ieee.org/document/7344135>>. Acesso em: 22 maio. 2022

MENDES JÚNIOR, R.; HEINECK, L. F. M. **Preplanning method for multi-story building construction using line of balance**. 6th Annual Conference of the International Group for Lean Construction. **Proceedings...**Guarujá: The International Group for Lean Construction, 1998. Disponível em:

<<https://iglcstorage.blob.core.windows.net/papers/attachment-0d5dffa1-bafd-46df-a442-62fa8c7d7752.pdf>>. Acesso em: 15 jun. 2022

MIRON, L. *et al.* **Jogo linha de balanço**. Disponível em:

<<https://www.ufrgs.br/jogolinhadebalanco/linha-de-balanco/>>. Acesso em: 2 maio. 2022.

MORAES, M. N. DE; CARDOSO, P. A. Jogos para ensino em engenharia e desenvolvimento de habilidades. **Revista Principia**, p. 19–29, 2018.

OLIVEIRA, B. B. DE *et al.* Jogos didáticos para ensino de linha de balanço na Engenharia Civil. **Research, Society and Development**, v. 9, n. 7, p. e525974425, 25 maio 2020.

REBELO, G. M. **Motivação: um estudo realizado com a equipe de futebol masculino da Universidade Federal do Rio Grande do Sul.** TCC (Graduação em Educação Física) – Porto Alegre: Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2009.

ROMANEL, F. B. **Jogo “Desafiando a Produção”: uma estratégia para a disseminação dos conceitos da construção enxuta entre operários da construção civil.** Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil – Construção Civil) – Curitiba: Universidade Federal do Paraná, 2009.

ROSSI, P. H.; LIPSEY, M. W.; FREEMAN, H. E. **Evaluation: A systematic approach.** 7. ed. Thousand Oaks: Sage Publications Inc., 2004.

THE USE OF SERIOUS GAMES IN THE TEACHING OF THE LINE OF BALANCE TOOL

Abstract: *With globalization, the level of demand from customers in the Construction Industry has become higher, leading professionals to seek alternatives for achieving continuous process improvement, such as adopting the lean mindset. However, this change faces barriers in its implementation, mainly due to the need for more knowledge among professionals regarding lean construction principles and tools. This lack of expertise is often attributed to the limited coverage of the topic within universities. In this context, gamification can assist in education, increasing interest and facilitating learning retention. Supporting this perspective, this article experiments with undergraduate students in Civil Engineering at a federal university to confirm the hypothesis that knowledge of the Line of Balance tool can be facilitated with the aid of playful games compared to traditional teaching methods. The research development followed a formalized learning assessment procedure and used questionnaires to measure awareness levels regarding the tool before and after the intervention. After conducting an experiment and analyzing the results, it was observed that the use of gamification leads to relatively higher levels of learning compared to the use of traditional lecture-based teaching alone.*

Keywords: *line of balance, planning, lean construction, gamification, construction industry.*

