

ANÁLISE DA EFICÁCIA DA DINÂMICA PEC NO ENSINO DOS PRINCÍPIOS DA MANUFATURA ENXUTA

Isadora Compri de Souza Moreira¹ (EG), Marcos Antonio Fernandes Ribeiro² (EG), José Antonio de Queiroz (PQ)¹

1 Universidade Federal de Itajubá -UNIFEI

Palavras-chave: Aprendizado. Dinâmica. Manufatura Enxuta.

Introdução

À medida que o mercado torna-se mais dinâmico e competitivo surge a crescente necessidade de buscar estratégias de eficiência operacional e melhoria contínua nos processos, visando não apenas a sobrevivência do negócio no mercado, mas sim sua prosperidade. Diante desse cenário, da busca incessante em agregar valor e aumentar a qualidade dos processos, emergiu o *Lean Manufacturing*, que segundo Silva (2023), consiste em uma metodologia fundamentada em um conjunto de técnicas e ferramentas de *Just in Time* e Gestão da Qualidade Total para a identificação e posterior eliminação de quaisquer atividades que sejam desperdícios, retrabalhos ou fatores que não agreguem valor ao cliente.

Dessa forma, haja visto a latente necessidade de alcançar eficiência operacional e competitividade no mercado atual, nota-se a importância do conhecimento sobre *Lean Manufacturing*, metodologia de gestão referência que é amplamente utilizada por diferentes setores industriais.

Sendo assim, o objetivo deste trabalho é a apresentação dos resultados da aplicação da dinâmica de *Lean PEC* (Produção Enxuta de Canetas) a fim de avaliar e aprimorar o ensino dos conceitos e ferramentas de manufatura enxuta em universidades e empresas por meio de uma dinâmica de ensino. E em relação aos objetivos específicos da pesquisa, os principais são: (i) identificar oportunidades de melhoria na dinâmica de Lean existente e propor adaptações; (ii) promover a participação mais ativa do aluno/colaborador na obtenção e retenção de conhecimento sobre *Lean por meio* da dinâmica; e posteriormente (iii) implementar a presente dinâmica no portfólio do Programa de Educação Tutorial (PET).

Por fim, o método de pesquisa adotado foi o levantamento tipo Survey confirmatória, que permite a

coleta de dados e informações de forma objetiva. Sobre a coleta de dados, esta foi feita mediante questionários respondidos presencialmente pelos alunos antes e após a aplicação da dinâmica de ensino PEC (Produção Enxuta de Canetas), jogo interativo que simula uma linha de produção de canetas e que aborda os principais conceitos e ferramentas de manufatura enxuta ao longo das jogadas. Assim, através dessa coleta de dados busca-se mensurar a efetividade da dinâmica no ensino da metodologia Lean, que introduz uma orientação para a busca da melhoria contínua e a otimização dos processos produtivos.

Metodologia

O presente artigo busca aprimorar e validar o ensino dos conceitos do Lean em universidades e empresas através da aplicação da dinâmica de ensino PEC (Produção Enxuta de Canetas), lean game que simula a linha de produção de canetas, e ao longo das jogadas os participantes aplicam os conceitos e ferramentas da manufatura enxuta para otimizar a produção, eliminando e reduzindo os gargalos identificados.

Dessa forma, pode-se classificar essa pesquisa como quantitativa levando em consideração a abordagem do tema objeto de estudo e de natureza aplicada pois gera conhecimentos para aplicações práticas a fim de solucionar problemas específicos (Coelho, 2019). Por fim, do ponto de vista dos procedimentos técnicos, segundo Forza (2002), o método de pesquisa é classificado do tipo survey confirmatória por envolver a coleta de informações de indivíduos através da aplicação de questionários e ter o objeto de estudo, suas ferramentas e instrumentos bem articulados e desenvolvidos, respectivamente.

Em relação à amostra, esta limitou-se a 10 alunos da Unifei de diferentes cursos que ainda não tiveram contato com a metodologia *Lean* através de alguma

disciplina, cursos ou estágio, com o objetivo de averiguar a eficácia da aplicação da dinâmica PEC em universidades e empresas para o ensino da manufatura enxuta. Além disso, vale ressaltar que os resultados podem ser projetáveis para a população total, pois a amostra representa a população estabelecida pela pesquisa, pessoas sem conhecimento prévio de *Lean*.

E para a realização da coleta de dados, com o objetivo de mensurar a eficácia da aplicação da dinâmica PEC no ensino dos princípios *Lean*, os alunos da Unifei, que fazem parte da amostra da pesquisa, preencheram um questionário antes e depois da aplicação da dinâmica.

A partir disso, através da aplicação da dinâmica e dos questionários foi possível realizar um levantamento da eficácia da dinâmica PEC no ensino e aprendizado dos conceitos e ferramentas de *Lean*.

Resultados e discussão

A coleta de dados teve como objetivo analisar a eficácia do ensino dos princípios da manufatura enxuta através da aplicação da dinâmica PEC (Produção Enxuta de Canetas). Para isso, foi definido um questionário com perguntas relacionadas aos princípios do pensamento enxuto e à aplicação da dinâmica em si. Como parte dos resultados obtidos até o momento, foi realizada a validação das perguntas do questionário e uma primeira aplicação da dinâmica. O método escolhido para a construção e avaliação das perguntas seguiu as etapas sugeridas por Aaker et al. (2001), que destacam cinco estágios fundamentais: (i) fase de planejamento, onde se define o que será mensurado; (ii) dar forma ao questionário; (iii) redação das perguntas; (iv) decisões sobre o sequenciamento e a aparência do questionário; e, por fim, (v) realização do pré-teste e correções de possíveis problemas identificados.

Para a formulação das respostas, foi adotada a escala Likert, que, segundo Singh (2006), consiste em uma série de declarações sobre situações reais ou hipotéticas, nas quais os participantes expressam seu nível de concordância ou discordância. Essa escala métrica foi utilizada para medir o nível de conhecimento e confiança dos alunos nos conceitos abordados pela dinâmica, garantindo uma avaliação quantitativa precisa. Além disso, foi realizado o pré-teste do questionário com os membros do PET, com o intuito de verificar a clareza das perguntas e a funcionalidade da escala de respostas. Como resultado parcial, o questionário se mostrou adequado para a aplicação, sem a necessidade

Perguntas do Formulário
Qual é o seu nível de conhecimento sobre a filosofia Lean?
Qual é o seu nível de compreensão dos 7 desperdícios no Lean?
Como você avalia seu conhecimento sobre o conceito de 'takt time'?
Quão familiarizado você está com o conceito de fluxo contínuo?
Qual é o seu nível de conhecimento sobre a ferramenta 5S?
Qual é o seu nível de conhecimento sobre a ferramenta TPM (Manutenção Produtiva Total)?
Qual é o seu nível de conhecimento sobre o SMED (Troca Rápida de Ferramentas)?
Quão familiarizado você está com o conceito de 'kanban'?
Qual é o seu nível de confiança em identificar desperdícios em um processo produtivo?

de ajustes significativos, sendo as perguntas já decididas as demonstradas na Tabela 1.

Tabela 1 - Questionário de avaliação

Na primeira aplicação da dinâmica PEC (Produção Enxuta de Canetas), foi possível observar uma evolução significativa no nível de conhecimento dos participantes em relação aos princípios da manufatura enxuta, com foco especial nas ferramentas do *Lean*. A amostra escolhida consistiu em pessoas que já haviam tido algum contato inicial com os conceitos, mas que apresentavam

uma compreensão limitada sobre os temas abordados. Os resultados demonstraram que o conhecimento, em média, mais que dobrou após a aplicação da dinâmica. O ganho médio foi expressivo, especialmente em tópicos como SMED, TPM e Kanban, conforme mostra a Tabela 2. Esses dados reforçam a eficácia da PEC como uma ferramenta pedagógica para a consolidação dos conceitos do pensamento enxuto.

Conceitos	Antes	Depois	Ganho
Conhecimento sobre a filosofia Lean	1.8	4.4	2.6
Compreensão dos 7 desperdícios no Lean	1.4	4.0	2.6
Conhecimento sobre o conceito de takt time	2.6	5.0	2.4
Familiaridade com o conceito de fluxo contínuo	2.6	4.4	1.8
Conhecimento sobre a ferramenta 5S	2.6	5.0	2.4
Conhecimento sobre TPM (Manutenção Produtiva Total)	1.4	4.4	3.0
Conhecimento sobre o SMED	1.2	4.8	3.6
Familiaridade com o conceito de Kanban	2.2	4.8	2.6
Confiança em identificar desperdícios em um processo produtivo	1.6	4.2	2.6
Resultado Geral	1.8	4.5	2.7

Tabela 2 - Resultados do ganho de conhecimento

Contudo, observou-se a necessidade de melhorias no entendimento dos 7 desperdícios, um conceito que se mostrou mais desafiador, pois nem todos os tipos de desperdício são claramente demonstrados durante a dinâmica. Portanto, sugere-se explicar detalhadamente os desperdícios durante a apresentação da dinâmica, como exemplo, ressaltar os desperdícios: estoque, tempo em espera e movimentação desnecessária ao longo das rodadas, e como estes são potencializados devido a superprodução, ou seja, produção desalinhada a demanda.

Para validar os resultados iniciais e garantir a consistência dos ganhos de conhecimento, está programada uma segunda aplicação da dinâmica. Nesta nova etapa, a amostra será composta por pessoas que não tiveram contato nenhum com Lean, além de incluir estagiários que já estão inseridos no meio profissional. Essa abordagem permitirá uma análise comparativa mais abrangente, contemplando tanto o impacto da dinâmica em indivíduos sem conhecimento prévio quanto em aqueles que já vivenciam alguns princípios Lean em suas atividades. Além disso, os resultados obtidos demonstram que a dinâmica é uma excelente adição ao portfólio do Programa de Educação Tutorial (PET EPR).

Conclusões

O presente estudo analisou a eficácia do ensino dos princípios da manufatura enxuta através da aplicação da dinâmica PEC (Produção Enxuta de Canetas). A importância do aprendizado sobre a metodologia Lean é vital em um ambiente de negócios cada vez mais competitivo, onde a eficiência operacional e a melhoria contínua são essenciais para a sobrevivência e prosperidade das organizações. Os resultados obtidos demonstraram que a participação ativa dos alunos na dinâmica foi fundamental para a obtenção e retenção do conhecimento sobre os conceitos de Lean. Isso corrobora as observações de Rossi (2024), que destacam a relevância de métodos lúdicos e interativos para o aprendizado de forma efetiva.

Os dados mostraram um ganho expressivo no entendimento das ferramentas Lean, especialmente em tópicos como SMED, TPM e Kanban. A capacidade dos participantes de aplicar esses conceitos em um contexto prático durante a dinâmica foi uma evidência clara da eficácia do método de ensino. Além disso, os objetivos do trabalho foram alcançados de forma satisfatória. A dinâmica não apenas cumpriu o papel de avaliação e aprimoramento do ensino de Lean, mas também

proporcionou uma experiência interativa que fomentou a participação dos alunos e colaborou para a identificação de oportunidades de melhoria na abordagem pedagógica.

Entretanto, a análise também revelou desafios na compreensão dos 7 desperdícios, um aspecto que merece atenção. Como nem todos os desperdícios são facilmente visíveis na dinâmica, recomenda-se a inclusão de explicações detalhadas durante a apresentação e entre as etapas do jogo para aprofundar a compreensão dos participantes sobre esse tema crucial.

A dinâmica PEC mostrou-se uma valiosa adição ao portfólio do Programa de Educação Tutorial, destacando seu potencial para enriquecer o ensino de Lean em contextos acadêmicos e profissionais. A realização de uma segunda aplicação da dinâmica, agora com uma amostra que inclui indivíduos sem contato prévio com Lean, bem como estagiários do setor, permitirá uma análise comparativa mais abrangente, validando ainda mais a eficácia da PEC na promoção do conhecimento sobre manufatura enxuta.

Por fim, este estudo sublinha a necessidade de ajustes contínuos na dinâmica, visando aprimorar a experiência de aprendizado dos participantes. A evolução e adaptação dos métodos de ensino são essenciais para formar profissionais capacitados e conscientes dos princípios Lean, contribuindo significativamente para a melhoria dos processos produtivos nas organizações em que atuarão.

Agradecimentos

Ao Programa de Educação Tutorial (PET), à Universidade Federal de Itajubá (UNIFEI) e ao orientador da pesquisa José Antonio de Queiroz.

Referências

- AAKER, ET AL (2001) “**Marketing Research**” (7th Ed.), New York: John Wiley & Sons, Inc
- BRIBIESCAS SILVA, Francisco *et al.* Factores Críticos del Éxito de Proyectos Seis Sigma y de Manufactura Esbelta.
- RIDE Revista Iberoamericana para la Investigación y el Desarrollo Educativo**, v. 13, n. 26, 19 maio 2023. Disponível

em: <https://doi.org/10.23913/ride.v13i26.1497> . Acesso em: 24 maio 2024.

COELHO, B. **Os diferentes tipos de pesquisa científica. Qual se aplica melhor a você?** Blog Mettzer. 2019. Disponível em: <https://blog.mettzer.com/tipos-de-pesquisa/>. Acesso em: 26 de maio 2024.

FORZA, C. Survey research in operations management: a process-based perspective. **In: International Journal of Operations & Production Management**. Volume 22. N.º 2. páginas 152 – 194. 2002.

ROSSI, Mayara *et al.* Conhecendo as metodologias ativas e suas contribuições para a aprendizagem de estudantes de estudantes em diferentes áreas do conhecimento e etapas/níveis de ensino. **Revista Foco**, v. 17, n. 5, p. e4829, 3 maio de 2024b. Disponível em: <https://doi.org/10.54751/revistafoco.v17n5-018>. Acesso em: 25 maio 2024.

SINGH, Y. K. **Fundamental of Research Methodology and Statistics**. New Delhi: Newage International Ltd, 2006