

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ

LETÍCIA HOBOLD MEURER

**USO DE TÉCNICAS DE GAMIFICAÇÃO NO ENSINO DE *LEAN*
MANUFACTURING: TURMA PILOTO EM EMPRESA DE GRANDE PORTE**

CURITIBA

2019

LETÍCIA HOBOLD MEURER

**USO DE TÉCNICAS DE GAMIFICAÇÃO NO ENSINO DE *LEAN*
MANUFACTURING: TURMA PILOTO EM EMPRESA DE GRANDE PORTE**

Artigo apresentado como requisito parcial à conclusão do Curso de MBA em Gestão Estratégica, do Setor de Administração, da Universidade Federal do Paraná.

Orientador: Prof. Dr. Gustavo Abib.

CURITIBA

2019

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	2
2	REVISÃO DE LITERATURA.....	3
2.1	LEAN MANUFACTURING.....	3
2.1.1	5S	4
2.1.2	Gerenciamento Visual	5
2.1.3	7 desperdícios	5
2.1.3.1	Superprodução	5
2.1.3.2	Estoque em excesso	5
2.1.3.3	Transporte desnecessário	5
2.1.3.4	Processo complicado	6
2.1.3.5	Espera	6
2.1.3.6	Movimentação desnecessária	6
2.1.3.7	Produtos defeituosos.....	6
2.1.4	Produção Puxada	6
2.1.5	PDCA	7
2.2	AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DE TREINAMENTOS	7
2.3	APRENDIZAGEM ATIVA.....	8
2.4	GAMIFICAÇÃO	9
3	METODOLOGIA	11
4	APRESENTAÇÃO DOS RESULTADOS	16
5	CONSIDERAÇÕES FINAIS	21
	REFERÊNCIAS.....	22

Uso de técnicas de gamificação no ensino de *Lean Manufacturing*: Turma piloto em empresa de grande porte

Letícia Hobold Meurer

RESUMO

A maioria dos treinamentos utilizados em empresas de grande porte é em formato expositivo, entretanto vários estudos demonstram que métodos de aprendizagem ativa são mais eficientes para o ensino de conteúdos diversos. Neste trabalho é apresentado um estudo que compara o ensino de *lean manufacturing* em empresa de grande porte nos dois formatos: expositivo e ativo, usando técnicas de gamificação. Foram feitas avaliações de reação (satisfação) e retenção de conteúdo em duas turmas, uma no formato expositivo e outra no formato ativo. Observou-se que na segunda turma, as pessoas gostaram mais do treinamento e também entenderam melhor o conteúdo ensinado.

Palavras-chave: Treinamento. Gamificação. Manufatura enxuta.

ABSTRACT

Most of the trainings used in large companies are just exhibition, however several studies show that active learning methods are more efficient for teaching diverse contents. This paper presents a study comparing the teaching of lean manufacturing in large companies in two formats: expository and active, using gamification techniques. Evaluation of reaction (satisfaction) and content retention were performed in two classes, one in the expository format and the other in the active format. It was observed that in the second class, people liked the training better and understood better the content.

Keywords: Training. Gamification. Lean manufacturing.

1 INTRODUÇÃO

Atualmente várias empresas utilizam princípios do *lean manufacturing*, ou manufatura enxuta em português, que podemos definir como uma filosofia baseada no Sistema Toyota de Produção que aplica ferramentas e técnicas nos processos para otimizar tempo, recursos, ativos e produtividade, ao mesmo tempo aumentando o nível de qualidade de produtos e serviços aos seus clientes (BECKER, 1998). Um dos grandes desafios é fazer com que os colaboradores conheçam esse sistema e façam parte dele, ativamente buscando a melhoria contínua em seus processos. Para isso, normalmente são disponibilizados treinamentos para os colaboradores.

Atualmente a maioria dos treinamentos é em formato expositivo, entretanto vários estudos demonstram que métodos de aprendizagem ativa são mais eficientes para o ensino. Há diferentes tipos de aprendizagem ativa, neste trabalho o foco foi no uso da gamificação ou ludificação, que será explicado na sequência.

Existem vários artigos sobre ensino de *lean manufacturing* utilizando jogos, porém a maioria em contexto universitário, poucos foram aplicados em empresas. O objetivo desse trabalho foi desenvolver um treinamento de *lean manufacturing* utilizando técnicas de gamificação para uma empresa de grande porte, avaliando qual o impacto na qualidade dos treinamentos.

Para isso, se fez necessário definir como medir a qualidade de treinamentos e como aplicar técnicas de gamificação em treinamentos, para que posteriormente fosse possível comparar o nível de satisfação e de retenção de conhecimentos em treinamentos sobre *lean manufacturing* sem e com técnicas de gamificação.

2 REVISÃO DE LITERATURA

Visto que o objetivo geral é determinar qual o impacto do uso da gamificação na qualidade de treinamentos com o tema *lean manufacturing* em empresa de grande porte, se julgou necessário definir *lean manufacturing*, assim como medir a qualidade de treinamentos e o que é a gamificação. Como a gamificação é um tipo de aprendizagem ativa, esse conceito também consta nesta seção.

2.1 LEAN MANUFACTURING

O *Lean Manufacturing System*, ou Sistema de Manufatura Enxuta, é uma filosofia de gestão que tem se tornado muito popular no mundo da produção em larga escala devido ao grande potencial de fazer os materiais fluírem dentro da fábrica da maneira mais rápida, com qualidade e com o menor custo possível, até se transformarem no produto final desejado pelo cliente.

A produção lean, em comparação à produção em massa, requer menos esforço humano, menos espaço, menos capital e menos tempo para fabricar produtos com menos defeitos de acordo com as especificações precisas dos desejos dos clientes (LEAN ENTERPRISE INSTITUTE, Léxico Lean, 2011). Sendo assim, é um caminho buscado pela maioria das empresas para atingir excelência em manufatura, logística e serviços, a fim de aumentar a sua competitividade.

Tudo começou com o Sistema Toyota de Produção, desenvolvido por Taiichi Ohno no período posterior à segunda guerra mundial e vem se desenvolvendo ao longo dos anos, ganhando maior destaque por volta de 1990 (LEAN ENTERPRISE INSTITUTE, Léxico Lean, 2011).

O termo "*lean*" foi criado por John Krafick após uma pesquisa feita pelo *Massachusetts Institute of Technology* (MIT) ao final da década de 80, no *International Motor Vehicle Program*, que estudou a indústria automobilística mundial e chegou à conclusão que a Toyota havia desenvolvido um inovador e superior processo de gestão envolvendo manufatura, desenvolvimento de produtos e relacionamento com os clientes e fornecedores. Naquela época, a montadora japonesa não estava nem entre as dez maiores do mundo, entretanto, cerca de 20 anos depois, tornou-se a maior em volume de vendas.

Lean Thinking (ou Mentalidade Enxuta) é uma filosofia e estratégia de

negócios para aumentar a satisfação dos clientes através da melhor utilização dos recursos. A gestão *lean* procura fornecer, de forma consistente, valor aos clientes com os custos mais baixos (PROPÓSITO), identificando e sustentando melhorias nos fluxos de valor primários e secundários (PROCESSOS), por meio do envolvimento das pessoas qualificadas, motivadas e com iniciativa (PESSOAS). O foco da implementação deve estar nas reais necessidades dos negócios e não na simples aplicação das ferramentas *lean*. (LEAN INSTITUTE BRASIL, *Lean Thinking*. Disponível em <<http://www.lean.org.br/>>. Acesso em 27/05/2019).

O principal objetivo da gestão *lean* é a criação de um fluxo de valor contínuo e sistemas puxados baseados na demanda real dos clientes. Fluxo de valor de produção é toda ação (agregando valor ou não) necessária para trazer um produto desde a matéria prima até os braços do consumidor (ROTHER e SHOOK, *Aprendendo a Enxergar*, 2012).

Os princípios de *lean manufacturing* que importam para o treinamento que foi estudado na empresa estão definidos nas seções abaixo.

2.1.1 5S

Programa criado no Japão para não só manter a fábrica limpa e organizada, mas também para tornar os problemas visíveis, expor condições anormais e eliminar perdas que contribuem para erros, defeitos e acidentes de trabalho (LIKER, *O modelo Toyota*, 2005). Os 5S são:

- *Seiri* (Classificar): Manter apenas o que for necessário e descartar o que for desnecessário, incluindo ferramentas, peças, materiais, documentos, etc;
- *Seiton* (Organizar): Agora que o local de trabalho tem apenas os itens necessários, estes devem ser organizados de maneira lógica, definindo um lugar para cada coisa e colocando cada coisa em seu lugar;
- *Seiso* (Limpar): limpar e, na medida do possível, não sujar o local de trabalho;
- *Seiketsu* (Padronizar): desenvolver sistemas e procedimentos para manter e monitorar os três primeiros S;
- *Shitsuke* (Auto-Disciplina): manter um ambiente de trabalho estável é um processo constante de melhoria contínua.

2.1.2 Gerenciamento Visual

Colocar em um local de fácil visualização de todas as ferramentas, peças, atividades de produção e indicadores de desempenho do sistema, de modo que a situação real possa ser entendida rapidamente por todos os envolvidos (LEAN ENTERPRISE INSTITUTE, Lléxico Lean, 2011). Exemplos: *status* da produção, *andon* (sinal luminoso), demarcações no chão, controle do nível de estoque, uniforme dos funcionários, quadro de indicadores, placas, etc.

2.1.3 7 desperdícios

Liker (2005) apresenta o que a Toyota havia identificado como os 7 principais desperdícios. Tais desperdícios (ou perdas) estão descritos abaixo.

2.1.3.1 Superprodução

Produzir mais do que o cliente necessita, seja esse o cliente interno ou externo. É produzir além da demanda real e gera excesso de mão de obra, estoque e transporte. É considerada o pior dos sete desperdícios, pois pode gerar todos os outros, além de aumentar custos, esconder problemas de produção por haver "estoques de segurança", ser um desmotivador para a melhoria contínua, etc.

2.1.3.2 Estoque em excesso

É o excesso de matéria prima, de estoque em processo ou de produto acabado. Causa *lead times* mais longos, obsolescência, produtos danificados, custos de transporte e armazenagem, atrasos, oculta problemas de produção como por exemplo desbalanceamento de operações, atrasos de fornecedores, defeitos, equipamentos em conserto ou em longo tempo de *setup* (preparação). Significa "dinheiro parado" e ocupa espaço que poderia estar sendo melhor utilizado.

2.1.3.3 Transporte desnecessário

Excesso de transporte de produtos, de estoque em processo, de matéria prima, etc. Rotas não otimizadas, longas distâncias, uso incorreto de equipamentos de transporte.

2.1.3.4 Processo complicado

Passos desnecessários, difíceis ou ineficientes para processar as peças. Pode causar excesso de movimentação, fadiga, defeitos no produto. Além disso, oferecer produtos com qualidade superior à necessária pode também ser considerada uma perda.

2.1.3.5 Espera

É o tempo ocioso que uma pessoa ou uma máquina está parada esperando para iniciar sua atividade. Pode acontecer por vários motivos, por exemplo, atividades desbalanceadas, "furos" na linha de produção porque produtos foram retirados para serem retrabalhados, produto parado na atividade anterior, gargalos de capacidade, *setup* demorado, etc.

2.1.3.6 Movimentação desnecessária

Qualquer movimento desnecessário, excessivo ou prejudicial à ergonomia do operador, por exemplo, procurar ferramentas/peças/documentos, caminhar, flexionar a coluna, empilhar peças.

2.1.3.7 Produtos defeituosos

Produtos com defeitos que devem ser retrabalhados ou sucateados. Pode até mesmo chegar até o cliente caso não seja observado durante o processo produtivo, gerando insatisfação do cliente. Pode gerar perda de capacidade de produção e até mesmo necessidade de horas extras para atender a demanda.

2.1.4 Produção Puxada

De acordo com Jones e Womack (1998), uma produção puxada significa que um processo deve ser iniciado apenas a partir da demanda solicitada pelo cliente. Dessa forma, a empresa deve puxar a produção através do que o cliente demanda ao invés de produzir conforme a sua capacidade para posteriormente vender seu estoque. A produção puxada permite inverter o fluxo produtivo: as empresas não mais empurram os produtos para o consumidor (desovando estoques) através de

descontos e promoções. O consumidor passa a puxar o fluxo de valor, reduzindo a necessidade de estoques e valorizando o produto. Sempre que não se consegue estabelecer o fluxo contínuo, conectam-se os processos através de sistemas puxados.

2.1.5 PDCA

O ciclo PDCA, também conhecido como ciclo de Shewhart ou ciclo de Deming, foi introduzido no Japão após a segunda guerra mundial. Foi idealizado por Shewhart, mas foi Deming quem o divulgou e efetivamente o aplicou (DAYCHOUW, 2007). A sigla origina das palavras em inglês *Plan, Do, Check e Act*, que significam, respectivamente, Planejar, Fazer, Verificar e Agir. O PDCA é um ciclo de melhoria baseado no método científico de planejar uma mudança, implementá-la, analisar os resultados e tomar providências cabíveis, sejam essas corretivas ou apenas para padronizar as mudanças feitas. É um método iterativo, que nunca deve parar, ou seja, propicia a melhoria contínua. É uma técnica simples, porém poderosa, que nos permite verificar a eficiência dos processos de melhoria e aprender com eles.

2.2 AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DE TREINAMENTOS

Kirkpatrick e Kirkpatrick (2006) apresentaram uma metodologia de avaliação de treinamentos corporativos baseada em quatro níveis de grau ascendente de complexidade: reação, aprendizado, comportamento e resultados.

A avaliação de reação é basicamente medir o grau de satisfação das pessoas que participaram do treinamento.

A avaliação do aprendizado é o quanto os participantes foram capazes de reter conhecimento, adquirir habilidades e até mudar suas atitudes após o treinamento. Neste caso, deve-se entender o objetivo do treinamento, por exemplo, se for algo técnico, normalmente o objetivo é criar habilidades. Se for algo sobre aumentar a colaboração entre áreas, o objetivo é mudar atitudes. Alguns treinamentos podem ter mais de um objetivo. Devemos avaliar o aprendizado de acordo com o(s) objetivo(s) do treinamento.

A avaliação do comportamento é relacionada com as mudanças de comportamento que resultaram do treinamento. Neste caso, a mudança só será possível se cada indivíduo tiver o desejo de mudar, saber o que e como fazer,

trabalhar em um clima organizacional favorável e ser recompensado pela mudança. No caso de haver uma boa avaliação de reação e de aprendizado, porém uma falta de mudança de comportamento, a causa pode ser o ambiente e/ou a falta de recompensa, ao invés de falhas no treinamento por si próprio. Nesses casos, pode ser que as pessoas nem tentem mudar seu comportamento ou se frustrem com seus gestores ou com o treinamento, por ensinar algo que eles não podem aplicar na prática. Uma maneira de tentar criar um ambiente favorável é envolver os gestores na criação do programa de treinamento.

Por fim, a avaliação de resultados se refere aos impactos nos indicadores da companhia como resultado dos treinamentos, por exemplo segurança, qualidade, produtividade, custos. Há também resultados intangíveis, por exemplo treinamentos voltados a tratamento igualitário: é um resultado que não se pode medir, porém é esperado que acabe por influenciar nos resultados tangíveis.

É importante que os treinadores planejem os treinamentos baseados nas expectativas de resultado, para que possam realizar avaliações contínuas e melhorias na metodologia. A avaliação de reação é simples, podendo ser realizada para todos os treinamentos. As demais avaliações deverão ser feitas de forma consecutiva e conforme disponibilidade de recursos, pois pode não ser possível realizar todos os níveis de avaliação.

2.3 APRENDIZAGEM ATIVA

A aprendizagem ativa transforma o formato de adquirir o conhecimento, deixa-se a forma expositiva tradicional de lado, onde o professor é o único responsável pelo conhecimento e o aluno apenas ouve, pergunta e escreve (AFONSO et al., 2007), para uma forma mais prática, lúdica e interativa onde todos alunos e professor trabalham em conjunto para construir o conhecimento (INÁCIO; GAETA, 2010).

Para se envolver ativamente no processo de aprendizagem, o aluno deve ler, escrever, perguntar, discutir ou estar ocupado em resolver problemas e desenvolver projetos. Além disso, o aluno deve realizar tarefas mentais de alto nível, como análise, síntese e avaliação. Nesse sentido, as estratégias que promovem aprendizagem ativa podem ser definidas como sendo atividades que ocupam o aluno em fazer alguma coisa e, ao mesmo tempo, o leva a pensar sobre as coisas

que está fazendo (BONWELL; EISON, 1991; SILBERMAN, 1996). Em um ambiente de aprendizagem ativa, o professor atua como orientador, supervisor, facilitador do processo de aprendizagem, e não apenas como fonte única de informação e conhecimento (BARBOSA; MOURA, 2013). Em outras palavras, a diferença fundamental que caracteriza um ambiente de aprendizagem ativa é a atitude ativa da inteligência, em contraposição à atitude passiva geralmente associada aos métodos tradicionais de ensino.

Pesquisas mostram que a aprendizagem ativa é uma estratégia de ensino muito eficaz, independentemente do assunto, quando comparada com os métodos de ensino tradicionais, como aula expositiva. Com métodos ativos, os alunos assimilam maior volume de conteúdo, retêm a informação por mais tempo e aproveitam as aulas com mais satisfação e prazer (SILBERMAN, 1996).

Há diversas estratégias para criar um ambiente de aprendizagem ativa, uma delas é a gamificação.

2.4 GAMIFICAÇÃO

Gamificação ou ludificação é, basicamente, usar mecanismos, estéticas e pensamentos baseados em jogos para engajar pessoas, promover ações, aprendizados e soluções de problemas (KAPP, 2012).

Para McGonigal (2011), há quatro principais elementos de jogos: objetivo, regras, mecanismo de *feedback* e participação voluntária.

O objetivo claramente definido é o resultado que os jogadores devem buscar, focando sua atenção e orientando a participação durante o jogo, gerando um propósito. As regras são os limites impostos para chegar ao objetivo, fazendo com que os jogadores usem criatividade e pensamento estratégico para atingir o resultado. O *feedback* é o resultado de fato atingido pelos jogadores, que será comparado com o objetivo previamente definido. Por fim, a participação voluntária garante que todos que estão no jogo aceitem o objetivo, as regras e o *feedback*, fazendo com que o trabalho intencionalmente estressante e desafiador seja experimentado como atividade segura e prazerosa.

Badurden et al. (2010) define que a aprendizagem baseada em problemas foca em pequenos grupos usando problemas reais como forma de os participantes adquirirem conhecimento e habilidades de resolução de problemas. Essa

metodologia faz com que a aprendizagem baseada em problemas seja ideal para o ensino de *lean manufacturing*, que é guiado por uma cultura de resolução de problemas que valoriza o aprendizado como um dos resultados chave. Isso faz com que esses tipos de simulações sejam amplamente utilizados no ensino do *lean manufacturing*, porém os autores apontam para quatro problemas recorrentes: falta de habilidade social (falta de interação entre facilitador e alunos durante o jogo), ensino linear (ensinar sem refletir sobre a solução do problema), ter um professor ao invés de um facilitador (somente repassar conceitos sem que o facilitador interaja com o grupo) e falta de realismo (aplicação rígida das estratégias ao invés de flexibilidade na condução da simulação).

3 METODOLOGIA

O estudo de caso foi realizado em empresa multinacional de grande porte, através de pesquisa descritiva, que observou o processo de treinamento de funcionários de chão de fábrica nos conceitos básicos do *lean manufacturing*. O objetivo foi avaliar a aplicabilidade e os benefícios do uso da gamificação nesse treinamento. A natureza é quantitativa, visto que foram coletados dados da qualidade do treinamento através de levantamento (questionários para avaliação de reação e de aprendizado), de forma longitudinal em dois momentos: primeiramente no treinamento no formato convencional (expositivo) e depois no treinamento no formato de gamificação.

Houve duas etapas para a realização desta pesquisa, sendo a primeira etapa realizada em janeiro e fevereiro de 2019, consistindo em reunião inicial com representantes da empresa dos setores de RH e *Lean Manufacturing* para apresentação e aceite do experimento, observação dos *workshops* (treinamentos) atuais, realizando questionários com os participantes para futuramente comparar com os questionários da turma piloto.

A segunda etapa ocorreu durante o mês de março de 2019, consistindo na realização de um *workshop* (treinamento) piloto no novo modelo utilizando técnicas de gamificação e realização de questionários com os participantes sobre qualidade do treinamento.

A estrutura atual dos *workshops* é de 5 dias, com 2,5 horas por dia (total: 12,5 horas). O público alvo é composto por, na grande maioria, operadores da produção. A metade do tempo é utilizada para ensinar conceitos *lean* (conforme conceitos da própria empresa) através de apresentações em *Power Point*. A outra metade do tempo é usada para a aplicação prática da metodologia de resolução de problemas em um problema real da fábrica.

O conteúdo das apresentações em *Power Point* está detalhado na tabela 1:

TABELA 1 — Conteúdo Teórico dos *Workshops* (Treinamentos)

Número	Assunto	Descrição
1	Segurança do trabalho	Participantes relatam situações relacionadas à segurança do trabalho.
2	Estratégia	Propósito e estratégia da empresa.
3	Introdução ao <i>Lean</i>	Histórico e informações gerais.
4	5S	<i>Seiri, Seiton, Seiso, Seiketsu, Shitsuke.</i>
5	Gerenciamento visual	Conceito e técnicas.
6	7 desperdícios	Atividades que agregam valor ou não, 7 desperdícios.
7	Trabalho padronizado	Conceito, explicação do documento utilizado na empresa, importância.
8	Excelência em qualidade	Conceito e importância.
9	PDCA	Conceito, exemplo.
10	Resolução de problemas	Conceito, passo a passo do formulário padrão da empresa.

FONTE: o autor (2019).

Os assuntos 1 e 2 são participativos, são uma discussão de exemplos e situações reais. O assunto 3 é informativo, não são técnicas a serem aprendidas. Os assuntos 8 e 10 são seguidos por uma aplicação real prática na fábrica. Por esses motivos, os assuntos 1, 2, 3, 8 e 10 ficaram fora do escopo para a gamificação, foram abordados apenas os temas 4 a 7 e 9.

Foram elaborados dois questionários: um para análise de reação (tabela 2), na qual a resposta deveria ser uma nota de 1 a 10, e outro para retenção de conteúdo (tabela 3). Em ambos os questionários, era necessário informar o nível de escolaridade.

Tabela 2 — Avaliação De Reação

Número	Pergunta
1	Eu gostei de participar do <i>workshop</i> .
2	Eu recomendaria este treinamento a um colega.
3	Eu entendi todo o conteúdo apresentado.
4	Os tópicos abordados foram importantes para mim.
5	Os materiais didáticos e audiovisuais (word, power point, vídeos) foram importantes e de boa qualidade.
6	Houve um alto nível de interação entre os participantes durante o treinamento (envolvimento, exercícios).
7	Vou aplicar no meu dia a dia de trabalho os conhecimentos adquiridos durante o <i>workshop</i> .
8	O instrutor estava bem preparado e informado sobre o assunto do treinamento.
9	O instrutor soube ensinar os assuntos de maneira clara e fácil de entender.
10	A infraestrutura era ótima para o treinamento (instalações, local, equipamento, coffee, etc.)

FONTE: o autor (2019).

Tabela 3 — Avaliação de Retenção de Conteúdo

Número	Pergunta
1	Quais são os valores definidos pela empresa?
2	Quais são os 5S? Explique cada um deles.
3	O que é gerenciamento visual? Dê exemplos.
4	Quais são os 7 desperdícios? Explique cada um deles.
5	O que é e para que serve o padrão de trabalho?
6	Quais são os princípios de qualidade? Explique.
7	O que é o ciclo PDCA? Explique cada etapa.
8	Explique como é utilizada a resolução de problemas.

FONTE: o autor (2019).

Conforme mencionado anteriormente, nem todo o conteúdo do *workshop* seria abordado durante o jogo. Sendo assim, as questões 1, 6 e 8 são relevantes por

fazerem parte do conteúdo, porém foram apresentadas de igual maneira nas turmas estudadas (modelo antigo e modelo novo).

O jogo foi desenvolvido utilizando peças de montar coloridas, no qual o objetivo era montar aviões conforme as cores solicitadas pelo cliente, 10 aviões em 2 minutos e 30 segundos, ou seja, um avião a cada 15 segundos. O jogo foi dividido em quatro rodadas: na primeira, uma situação de total desordem. Na segunda, já haveria a aplicação de 5S e gerenciamento visual. Na terceira, haveria a eliminação de desperdícios através da implantação de um sistema puxado de produção e padronização do trabalho. Para a rodada final, os candidatos deveriam desenvolver um PDCA para atingir maior produtividade. Ao final de cada rodada, seriam calculados os indicadores de segurança, qualidade, custo e entrega, a fim de comparar a evolução conforme cada rodada, após a aplicação dos conceitos citados. O indicador de segurança se chama TCIR, da sigla em inglês *total case incidente rate*, que significa a taxa total de casos de incidentes. O indicador de qualidade se chama NRFT, da sigla em inglês *not right first time*, que significa não certo da primeira vez. O indicador de custo se chama DFP, da sigla em inglês *disruption free performance*, que significa desempenho livre de interrupções. O indicador de entrega se chama DSA, da sigla em inglês *delivery schedule achievement*, que significa atingimento do cronograma de entrega. O cálculo de cada indicador está demonstrado na tabela 4.

Tabela 4 — Cálculo dos indicadores

Sigla	Classificação	Cálculo
TCIR	Segurança	$\frac{\text{N}^\circ \text{ acidentes reportáveis (12 meses)} \times 200.000}{\text{Horas trabalhadas (12 meses)}}$
NRFT	Qualidade	$\frac{\text{N}^\circ \text{ retrabalhos} \times 1.000.000}{\text{Total produzido}} \text{ [ppm]}$
DFP	Custo	$\frac{\text{N}^\circ \text{ produzido} \times 100}{\text{N}^\circ \text{ programado}} \text{ [%]}$
DSA	Entrega	$\frac{(\text{N}^\circ \text{ programado} - \text{N}^\circ \text{ incorreto}) \times 100}{\text{N}^\circ \text{ programado}} \text{ [%]}$

FONTE: o autor (2019), com base em materiais internos.

Para o jogo, três pessoas seriam responsáveis pela montagem e uma pessoa seria responsável por controlar a entrega dos produtos no momento correto

conforme o pedido do cliente, a fim de calcular o indicador DSA. O pedido do cliente aparecia na apresentação Power Point utilizada como material de apoio, a cada 15 segundos aparecia uma nova cor na tela, indicando qual modelo deveria ser entregue naquele momento. Na figura 1, podemos observar as peças utilizadas no jogo na primeira rodada, em desordem, assim como um modelo de avião que deveria ser entregue.

Figura 1 — Peças utilizadas e modelo de avião



4 APRESENTAÇÃO DOS RESULTADOS

O jogo foi aplicado em uma turma piloto. Os resultados das quatro etapas estão apresentados na tabela 5.

Tabela 5 — Etapas do jogo

Etapa	Descrição	Resultados
1	Situação de total desordem	TCIR = 0, NRFT = 1.000.000 ppm, DFP = 0%, DSA = 0%. Tempo de 2 minutos e 30 segundos não foi suficiente. Foram feitos alguns aviões, mas não estavam de acordo com o modelo apresentado (foram usadas peças incorretas).
2	Aplicação de 5S e gerenciamento visual	TCIR = 0, NRFT = 0 ppm, DFP = 100%, DSA = 20%. Tempo de 2 minutos e 30 segundos foi suficiente, mas foram produzidos modelos de cores diferentes do pedido do cliente.
3	7 desperdícios: implantação de sistema puxado e padronização	TCIR = 0, NRFT = 0 ppm, DFP = 100%, DSA = 100%. Tempo de 2 minutos e 30 segundos foi suficiente. Todos os modelos foram entregues conforme o pedido do cliente. Houve ociosidade nos postos de trabalho (sobrou tempo).
4	Aplicação de um ciclo PDCA para atingir maior produtividade	TCIR = 0, NRFT = 0 ppm, DFP = 100%, DSA = 100%. O planejamento foi que o time deveria fazer um avião a cada 6 segundos, aumentando a produtividade. O objetivo foi atingido, aumentando a produtividade em 60%.

FONTE: o autor (2019).

Através da análise da tabela 5, observamos que o indicador de segurança não se alterou, pois não houve nenhum incidente em nenhuma etapa. O indicador de qualidade foi ruim na primeira etapa, onde todos os modelos foram produzidos utilizando peças diferentes do modelo correto, pois os participantes estavam se baseando somente na imagem apresentada no Power Point (modelo de avião da figura 1). Após a apresentação de um exemplo físico das peças corretas a serem utilizadas, o indicador de qualidade ficou em zero nas etapas seguintes, significando que todos os produtos estavam de acordo com os padrões de qualidade. O indicador de custo ficou em zero na primeira etapa, pois apesar de terem sido produzidos alguns modelos, esses não poderiam ser vendidos, pois estavam fora dos padrões de qualidade. Nas etapas seguintes, fechou em 100%, indicando que o time foi capaz de entregar a quantidade necessária de aviões dentro do tempo estipulado. O indicador de entrega ficou em zero na primeira etapa, conforme relatado anteriormente (nenhum produto com qualidade). Ficou em 20% na segunda etapa,

pois apesar de o time ter feito 10 aviões em 2 minutos e 30 segundos, apenas 2 aviões tinham sido entregues no tempo exato do pedido do cliente. Isso ocorreu devido a atrasos na produção. Na primeira e segunda etapas, cada pessoa fazia um avião do começo ao fim. Na terceira etapa, foi implementada uma linha de produção com sistema puxado e documentos de padronização do trabalho. Sendo assim, na terceira etapa o indicador de entrega ficou em 100% e, além disso, houve ociosidade nos postos de trabalho, indicando que poderíamos realizar um aumento de produtividade. Isso foi feito na quarta etapa, onde ao invés de um avião a cada 15 segundos, foi feito um avião a cada 6 segundos, mantendo os mesmos resultados nos indicadores, porém com capacidade de produção 60% maior.

Em relação às avaliações de reação e conhecimento, as amostras tiveram as seguintes características: primeira amostra realizada em turma do modelo antigo de treinamento, com 11 pessoas, das quais 2 possuíam graduação e as demais ensino médio. Segunda amostra realizada em turma piloto do modelo novo, com 10 pessoas, das quais 7 possuíam graduação e as demais ensino médio. Os resultados podem ser observados nas tabelas 6 e 7.

Tabela 6 — RESULTADOS DA AVALIAÇÃO DE REAÇÃO

Número	Pergunta	Resultado Modelo antigo	Resultado Modelo novo	Diferença
1	Eu gostei de participar do <i>workshop</i> .	9,55	10	+ 0,45
2	Eu recomendaria este treinamento a um colega.	9,73	10	+ 0,27
3	Eu entendi todo o conteúdo apresentado.	9,45	9,20	- 0,25
4	Os tópicos abordados foram importantes para mim.	9,91	9,70	- 0,21
5	Os materiais didáticos e audiovisuais (word, power point, vídeos) foram importantes e de boa qualidade.	9,82	9,50	- 0,32
6	Houve um alto nível de interação entre os participantes durante o treinamento (envolvimento, exercícios).	10	9,70	- 0,30
7	Vou aplicar no meu dia a dia de trabalho os conhecimentos adquiridos durante o <i>workshop</i> .	9,82	10	+ 0,18
8	O instrutor estava bem preparado e informado sobre o assunto do treinamento.	9,82	10	+ 0,18
9	O instrutor soube ensinar os assuntos de maneira clara e fácil de entender.	9,82	9,90	+ 0,08
10	A infraestrutura era ótima para o treinamento (instalações, local, equipamento, coffee, etc.)	9,73	8,30	- 1,43

FONTE: o autor (2019).

Tabela 7 — RESULTADOS DA AVALIAÇÃO DE RETENÇÃO DE CONTEÚDO

Número	Pergunta	Resultado	Resultado	Diferença
		Modelo antigo	Modelo novo	
1	Quais são os valores definidos pela empresa?	78%	97%	+18%
2	Quais são os 5S? Explique cada um deles.	94%	83%	-11%
3	O que é gerenciamento visual? Dê exemplos.	88%	95%	7%
4	Quais são os 7 desperdícios? Explique cada um deles.	89%	94%	5%
5	O que é e para que serve o padrão de trabalho?	88%	97%	9%
6	Quais são os princípios de qualidade? Explique.	85%	94%	9%
7	O que é o ciclo PDCA? Explique cada etapa.	83%	96%	13%
8	Explique como é utilizada a resolução de problemas.	86%	97%	10%

FONTE: o autor (2019).

Analisando o resultado das avaliações de reação (tabela 6), observamos que as pessoas ficaram bastante satisfeitas com o treinamento nos dois modelos, pois as notas em geral estão altas. Ao final do questionário, havia um espaço para sugestões e comentários. A maioria das pessoas deixou em branco, algumas comentaram sobre a estrutura física e o *coffee break* (menor nota) e outras apenas comentaram que o treinamento tinha sido muito bom. As perguntas mais importantes para a finalidade dessa pesquisa eram as perguntas 1, 2, 3, 5, e 9. As perguntas 1, 2 e 9 apresentaram notas maiores na turma piloto, enquanto as perguntas 3 e 5 apresentaram notas menores. Poderíamos concluir que as pessoas gostaram mais do *workshop* no modelo novo, porém sentiram que aprenderam menos e que o material utilizado era menos claro, apesar de o instrutor ter recebido uma nota maior na questão de clareza de conteúdo e facilidade de compreensão. Apesar de as

peças terem sentido que aprenderam menos, os resultados da avaliação de retenção de conteúdo (tabela 7) demonstram que as respostas tiveram nota mais alta na turma piloto, exceto na questão de 5S. Podemos concluir que no treinamento com gamificação, as pessoas aprenderam melhor os conteúdos demonstrados. Entretanto, a turma piloto do treinamento com gamificação tinha mais pessoas com nível de escolaridade maior, o que também pode ter influenciado os resultados.

Os resultados obtidos vão de encontro com a teoria de Badurden et al. (2010), de que a aprendizagem baseada em problemas seja ideal para o ensino de *lean manufacturing*, que é guiado por uma cultura de resolução de problemas que valoriza o aprendizado como um dos resultados chave.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O objetivo desse trabalho foi desenvolver um treinamento de *lean manufacturing* utilizando técnicas de gamificação para uma empresa de grande porte, avaliando qual o impacto na qualidade dos treinamentos. O treinamento foi desenvolvido e aplicado, gerando grande aceitação pelos participantes, conforme observado nas avaliações de reação. Da mesma forma, as pessoas aprenderam melhor os conceitos ensinados, conforme resultados das avaliações de retenção de conteúdo. Sendo assim, o resultado se demonstra favorável para a utilização do treinamento na empresa. Uma das limitações para aplica-lo, entretanto, seria o tamanho da turma. Durante a dinâmica, apenas quatro pessoas podem participar, as demais ficam observando, não sendo possível envolver ao mesmo tempo todos os participantes do treinamento.

Outra limitação do estudo foi o tamanho da amostra. Os questionários foram realizados com apenas 11 pessoas na turma tradicional e 10 pessoas na turma piloto. Sendo assim, para confirmar os resultados, a recomendação seria fazer um novo estudo com uma amostragem maior e, se possível, avaliar os próximos aspectos da qualidade de treinamento, que são as mudanças comportamentais e os resultados de negócio.

REFERÊNCIAS

- AFONSO, R.A. et al. **Aprendizagem baseada em problemas (ABP):** uma proposta inovadora para os cursos de engenharia. XIV Simpósio de Engenharia de Produção, p.1-8, 2007.
- BADURDEEN, F.; MARKSBERRY, P.; HALL, A.; GREGORY, B. *Teaching lean manufacturing with simulations and games: a survey and future directions. Simulation & Gaming*, SAGE publications, 2010, p. 465-486.
- BARBOSA, E.; MOURA, D. **Metodologias ativas de aprendizagem na Educação Profissional e Tecnológica.** B. Tec. Senac, Rio de Janeiro, v. 39, n.2, p.48-67, maio/agosto de 2013. Disponível em <<http://www.bts.senac.br/index.php/bts/article/view/349/333>>. Acesso em: 20 de dezembro de 2018.
- BECKER, R. M. Disponível em: <<http://vietnamsupplychain.com/assets/upload/file/publication/1303269779171-3034.pdf>>. Acesso em 19 de maio de 2019.
- BONWELL, C. C.; EISON, J. A. **Active learning: creating excitement in the classroom.** Washington, DC: Eric Digests, 1991. Publication Identifier ED340272. Disponível em: <<http://www.eric.ed.gov/PDFS/ED340272.pdf>>. Acesso em: 20 de dezembro de 2018.
- DAYCHOUW, M. **40 Ferramentas e Técnicas de Gerenciamento.** 3ª ed. Rio de Janeiro, Editora Brasport, 2007.
- INÁCIO, M.; GAETA, C. **Metodologia ativa e o processo de aprendizagem na perspectiva da inovação.** PBL 2010 Congresso Internacional. São Paulo, Brasil, p.58, 2010.
- KAPP, K. M. **The Gamification of Learning and Instruction: Game-Based Methods and Strategies for Training and Education.** San Francisco: Pfeiffer, 2012.
- KIRKPATRICK, D.; KIRKPATRICK, J. **Evaluating training programs: the four levels.** San Francisco: Berrett-Koehler Publishers, Inc., 2006.
- LEAN ENTERPRISE INSTITUTE. **Léxico Lean.** 4ª ed. São Paulo: Lean Institute Brasil, 2011.
- LEAN INSTITUTE BRASIL. **Lean Thinking.** Disponível em <<http://www.lean.org.br/>>. Acesso em 27/05/2019.
- LIKER, J.K. **O modelo Toyota - 14 Princípios de Gestão do Maior Fabricante do Mundo.** São Paulo: Editora Artmed, 2005.

MCGONIGAL, J. **Reality is Broken: Why games make us better and how they can change the world.** Nova Iorque: The Penguin Press, 2011.

ROTHER, M. e SHOOK, J. **Aprendendo a Enxergar - Mapeando o Fluxo de Valor para Agregar Valor e Eliminar o Desperdício.** Versão 1.4. São Paulo: Lean Institute Brasil, 2012.

SILBERMAN, M. **Active learning: 101 strategies do teach any subject.** Massachusetts: Ed. Allyn and Bacon, 1996.

WOMACK, P.J. e JONES, T.J. **A Mentalidade Enxuta nas Empresas - Elimine o Desperdício e Crie Riqueza.** 2ª ed. Rio de Janeiro: Editora Campus, 1998.