

A UTILIZAÇÃO DE METODOLOGIAS DE APRENDIZAGEM ATIVA EM TREINAMENTOS DE NIVELAMENTO DE PRODUÇÃO LEAN: ESTUDO DE CASO EM UMA EMPRESA MULTINACIONAL DO RAMO DE AUTOPEÇAS.

THE UTILIZATION OF ACTIVE LEARNING METHODOLOGIES IN LEAN PRODUCTION LEVELING TRAINING: A CASE STUDY IN A COMPANY OF AUTOMOTIVE BRANCH.

LA UTILIZACIÓN DE LAS METODOLOGIAS DE APRENDIZAJE ACTIVAS EN LOS ENTRENAMIENTOS DE NIVELACIÓN EM LA PRODUCCIÓN AJUSTADA: UN ESTUDIO DE CASO EN UNA EMPRESA DEL SECTOR DE AUTOMOCIÓN.

Chang Chih Kuo¹, Robisom Damasceno Calado², Felipe Araújo Calarge³

RESUMO

A aplicação das metodologias de ensino de Aprendizagem Ativa, termo ainda incipiente no Brasil, combinado com jogos de simulação para treinamento de Nivelamento de Produção e Controle de Consumo, onde os participantes em sala de aula são ativamente envolvidos tanto na aprendizagem conceitual como também na prática, traz resultado superior a métodos convencionais de ensino que são na sua grande maioria em forma de palestra-aula. A pesquisa se baseou em aplicação desse treinamento no período de 2009 até

2013 em 22 turmas, no total de aproximadamente 400 estudantes e profissionais, para um público com pouca ou nenhuma experiência em conceitos lean.

Descritores: Aprendizagem Ativa. Nivelamento da Produção. Produção Enxuta. Jogos de Simulação.

ABSTRACT

The use of active learning methodologies, term still incipient in Brazil, combined with simulation games for leveling production and consumption control training, where participants in the classroom are actively involved both in conceptual learning as well as in practice, brings higher results than conventional teaching methods that are mostly in the form of lecture-class result. The

¹ Programa de Pós Graduação em Engenharia de Produção. Universidade Nove de Julho. E-mail: chihcoh@hotmail.com

² Pós Doutorado em Engenharia de Produção pela UNESP Guaratingueta (2013), Doutor em Engenharia Mecânica pela Universidade Estadual de Campinas - UNICAMP (2011). Professor e Coordenador do Curso de Engenharia de Produção do campus Campinas (USF desde 2012) e campus Bragança (USF desde 2014). Universidade São Francisco. E-mail: robisom.calado@usf.edu.br

³ Doutorado em Engenharia Mecânica pela Universidade Estadual de Campinas, Brasil(2000) Professor de Ensino Superior da Universidade Nove de Julho, Programa de Pós Graduação em Engenharia de Produção. Universidade Nove de Julho. E-mail: fcalarge@uninove.br

research was based on the application of this training in the period from 2009 through 2013 in 22 classes totaling about 400 students and professionals, to an audience with little or no experience in lean concepts.

Descriptors: Active Learning. Leveling Production. Lean Production. Simulation Games.

RESUMEN

Aplicación de metodologías de enseñanza Aprendizaje Activa, término incipiente en Brasil, combinado con los juegos de simulación para el entrenamiento de Nivelación de la Producción y Control de Consumo, donde los participantes en el aula participan activamente tanto en el aprendizaje conceptual, así como en la práctica, trae como resultado mayor que los métodos de enseñanza convencionales que son en su mayoría en forma de clase magistral. La investigación se basa en la aplicación de esta formación a partir de 2009 hasta 2013 en 22 clases, por un total de 400 estudiantes y profesionales, a una audiencia con poca o ninguna experiencia en conceptos lean.

Descriptores: Aprendizaje Activa. Nivelación de la Producción.

Producción Ajustada. Juegos de Simulación.

1. INTRODUÇÃO

Historicamente os profissionais formados em vários ramos de atividade, entram no mercado de trabalho anualmente, muitas vezes sem o conhecimento para preencherem os requisitos das empresas que praticam o *Lean Thinking*. As empresas contratantes dos profissionais têm a crescente preocupação não só com a qualidade do trabalho desses novos profissionais, mas também com o processo utilizado nesses trabalhos, segundo Mcmanus e Rebentisch (2008).

Ainda segundo os autores, cada vez mais pacotes de formação para a educação em *Lean* são desenvolvidos tanto nas instituições de ensino públicas como nas privadas, e na sua grande maioria, tem seus cursos no modelo convencional de ensino, aulas em forma de palestras nas salas de aula, onde o aluno é moldado como ouvinte passivo. De forma antagônica, estes profissionais quando vão para as empresas, cabe à essas empresas complementarem a capacitação desses futuros profissionais, através de cursos específicos, no caso, com dinâmicas simulando problemas típicos da indústria.

Segundo Wals (2014), alinhado

a essa necessidade novas formas de aprendizagem estão surgindo, novas abordagens que se denominam Aprendizagem Ativa, das quais podem-se citar as seguintes abordagens principais: trans e interdisciplinar; social; baseada em projetos; jogos de simulação; simulações de computador; ensino à distância; desenvolvimento de cenários; baseada em problemas; aplicação de ideias sem investimentos; educação de valor; abordagens experimentais; diário reflexivo escrito, dentre outras.

Para Candido et al. (2007), essa necessidade se aplica também no ensino dos princípios do *Lean Thinking* (Pensamento Enxuto) para estudantes de engenharia e novos profissionais, já que segundo os autores constitui-se em um conceito de difícil compreensão quando não se está familiarizado com o dia-a-dia de uma empresa e seus fluxos de processos. Neste contexto, estudantes e novos profissionais necessitam de uma compreensão intuitiva da complexidade de uma empresa, os seus desafios intrínsecos e problemas específicos, além de entender o que os conceitos de transformação *Lean* podem fazer pelas organizações. Atualmente, verifica-se que a maioria dos materiais de ensino existentes estão

voltadas para uma visão simplista de um chão de fábrica e apresentadas em forma de palestra-aula.

Dessa forma, esse trabalho visou debater a questão de como a metodologia de Aprendizagem Ativa baseada em jogos de simulação possibilita aos participantes de treinamentos em *Lean Thinking* uma maior compreensão e retenção dos conceitos de nivelamento de produção, quando comparados com a forma convencional de treinamentos. Para tanto, foi conduzida uma pesquisa através de estudos de casos em empresas, sendo realizadas observações “*in loco*”, análise de materiais e coleta de informações por meio de entrevistas não estruturadas.

Por conseguinte, outros aspectos discutidos neste artigo referem-se a avaliar como a técnica da simulação dentro da metodologia Aprendizagem Ativa de ensino possibilita uma melhor compreensão, concepção, implementação e operacionalização dos conceitos do *Lean Thinking*, quando aplicados ao Nivelamento de Produção nas organizações.

2. APRENDIZAGEM ATIVA: PRINCIPAIS ASPECTOS NA ABORDAGEM CONCEITUAL

O termo da metodologia “Aprendizagem Ativa”, segundo Bonwell e Eison (1991), refere-se a estratégias de ensino onde os alunos são envolvidos no processo de aprendizagem, ao invés de permanecerem passivos assistindo uma aula em forma de palestra, propondo um método com enfoque no desafio ao aprendiz através de associações e raciocínio, retirando o papel de protagonista do professor moderador e dividindo esse papel com o aluno, que se depara com mais autonomia no seu processo de aprendizado e com constantes desafios a serem elaborados, pensados e resolvidos.

Ainda segundo tais autores, em um ambiente de aprendizagem utilizando essas metodologias de Aprendizagem Ativa, os alunos trabalham o conhecimento de uma nova maneira, fazendo conexões entre novos conteúdos e teorias antigas, estimulando a participação ao invés de uma participação passiva de palestras-aulas.

Segundo Bruner (1961), alunos que estão ativamente envolvidos com o tema são mais propensos a lembrar da informação por mais tempo e são mais

capazes de utilizar ou aplicar as informações de novas maneiras. Incentivar os alunos a trabalhar de forma colaborativa irá ajudá-los a descobrir o significado pessoal dos conceitos, ao contrário da metodologia convencional, que tem como foco a divulgação de conteúdo. Nas abordagens com foco em Aprendizagem Ativa a preocupação é a aprendizagem do aluno, na qual a importância do aprender predomina sobre o ensinar.

Murman (2002) destaca que *Lean Thinking* (Pensamento Enxuto) é um campo baseado em conhecimento adquirido a partir de práticas em contraste com as disciplinas de engenharia tradicionais que são baseados em conhecimentos de ciência e matemática. Isso coloca ênfase especial nas demonstrações práticas que podem ser usadas para transmitir este tipo de conhecimento com alguma credibilidade.

2.1 - Importância das metodologias de Aprendizagem Ativa: breve análise do estado da arte

Em uma análise conduzida na base de dados de pesquisa COMPENDEX em julho de 2014, utilizando como palavra-chave o título de "Metodologia de Aprendizagem

Ativa" para identificar artigos publicados durante o período 1969-2014, foram encontrados 3.869 artigos em jornais associados a 60 países.

A fim de identificar quais eram os países com maior contribuição na divulgação e aplicação da metodologia de Aprendizagem Ativa, aplicou-se uma Análise de Pareto, possibilitando verificar a classificação destes países por ordem de importância, considerando-se as medidas como "frequência de ocorrência".

O Gráfico 1 mostra os resultados

da análise de Pareto verificando-se que ao se traçar uma linha de corte na 24ª posição entre os 60 países, definida com o total de 45 artigos pelo Brasil, constata-se aproximadamente 1% do total geral dos artigos, o que pode significar uma modesta contribuição em termos de produção científica do Brasil nesta área de conhecimento. Pode-se também verificar que EUA, China e Reino Unido, em termos do número de publicações científicas são os maiores recorrentes desta abordagem de ensino e aprendizagem.

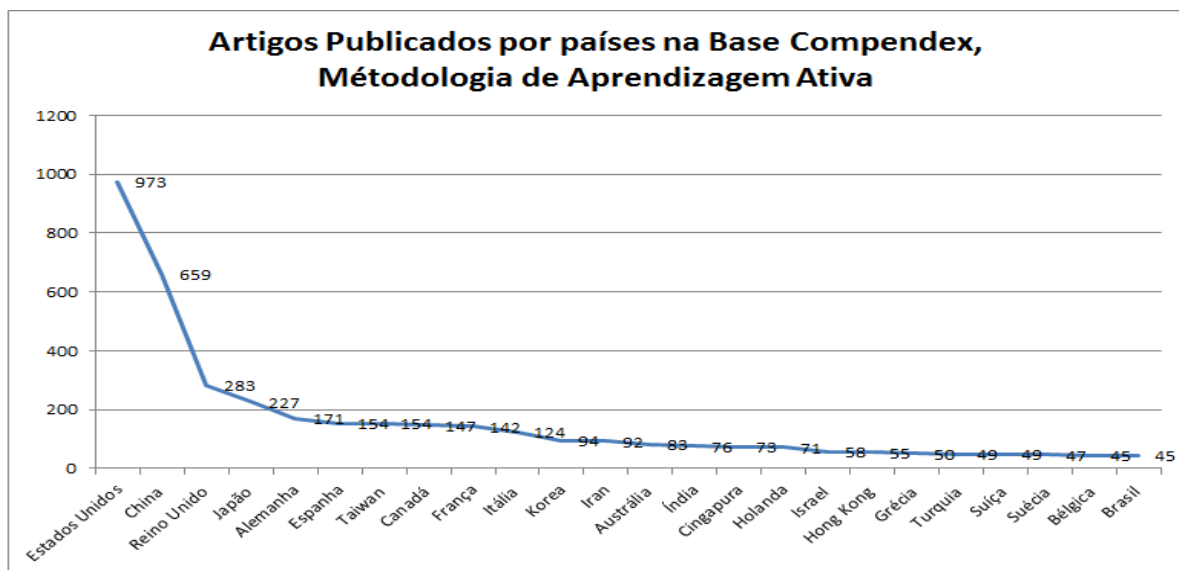


Gráfico 1 - Artigos Publicados por países de 1969 à Julho/2014. Fonte: Compendex

O Gráfico 2 ilustra a evolução de trabalhos publicados em periódicos acadêmicos, onde consta o tema metodologia de Aprendizagem Ativa, no título, palavras chaves e resumo em décadas recentes, notando-se uma

tendência exponencial de crescimento de publicações relacionadas, o que indica uma crescente relevância dada a esta abordagem de aprendizado na comunidade acadêmica.

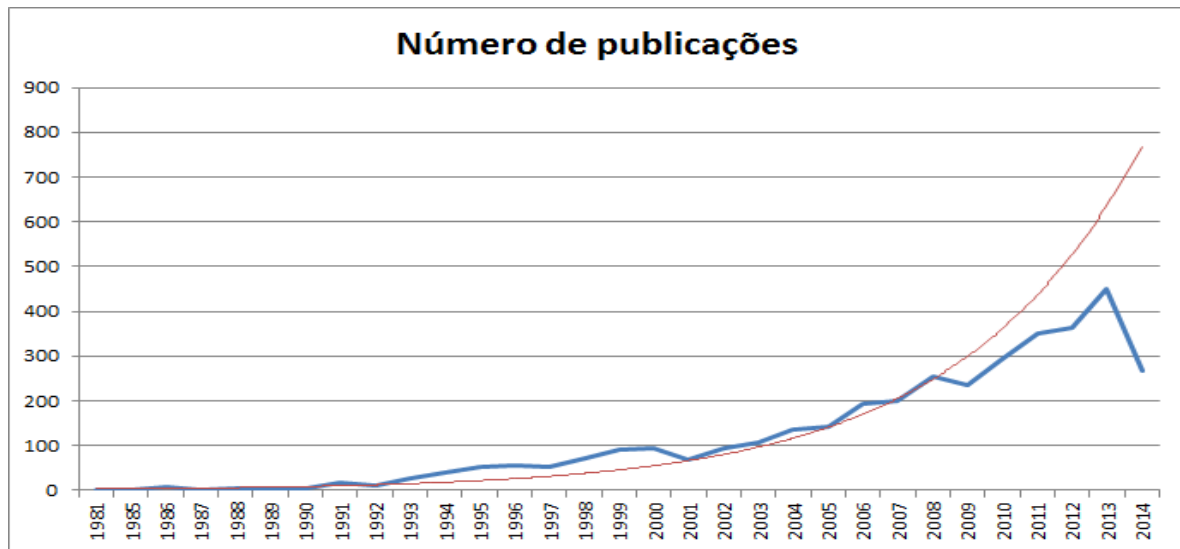


Gráfico 2 – Numero de publicações de 1981 a 2014. Fonte: compendex.

2.2 – Aspectos conceituais do *Lean Thinking* aplicados ao Processos de Manufatura

O conceito de *Lean Manufacturing* (Manufatura Enxuta) desafia as práticas de produção, revisa e vitaliza os conceitos de produção e da qualidade na cadeia de suprimentos, tendo como exemplo principal a empresa automotiva Toyota que impressionou o mundo com sua superioridade em fabricação, competitividade e desempenho frente a seus concorrentes (WOMACK et al., 2004).

Womack e Jones (2006) citam que a filosofia *Lean* tem por princípio identificar todas as atividades que fazem parte do fluxo de valor, fazendo a distinção entre as atividades que agregam e não agregam valor e, a partir

de então, eliminar as atividades que não agregam valor, também denominados de “desperdícios”.

A seguir serão definidos alguns conceitos relevantes para a conceituação teórica deste artigo no que se refere ao *Lean Thinking*:

2.2.1 O Efeito Chicote

Segundo Lee et al. (1997), o termo *Bullwhip Effect*, aqui traduzido como “Efeito Chicote” (EC), foi cunhado por executivos da *Procter & Gamble* (P&G) a partir de observações sobre as vendas das fraldas *Pampers*. Os autores demonstraram por modelos matemáticos, que ao contrario do que se pensava, as causas da ampliação da demanda originavam-se de decisões tomadas de maneira racional pelos responsáveis após sua análise da necessidade. Dessa maneira, as

principais causas da ocorrência do efeito chicote originavam de eventos do tipo não comportamentais, de atualização da previsão da demanda, de pedidos em lote, de flutuação do preço e o jogo de racionamento e de falta. Observou-se nas primeiras análises que para eliminar as causas da ampliação da demanda seria necessário modificar o comportamento e o grau de instrução individual de cada membro.

2.2.2 Análise ABC com abordagem no planejamento de materiais.

A análise ABC é a combinação entre a análise de valor / quantidade (ABC) e a previsão / comportamento do consumo do mix de peças / mix de produtos. Assim, é a base para a classificação de materiais / produtos em classes de suprimento / classes de serviço (CORRÊA, 2010; NOVAES, 2007; BALLOU, 2006; BOWERSOX et al., 2007; SHINGO, 2009).

2.2.3 *Kanban*

Kanban, definido como cartão em japonês, é uma ferramenta que controla e gerencia visualmente o fluxo de informações e regula o suprimento de materiais entre processos. Sinaliza que o cliente interno ou externo

consumiu um material ou um produto, sendo o fornecedor interno ou externo acionado para reformecer ou reproduzir esse produto. Quando o cliente e o fornecedor se comunicam e agem através desse procedimento, intervenções externas não são mais utilizadas, estabelecendo-se assim um círculo de regulação autocontrolado (CALADO et al., 2005).

O *Kanban* é utilizado na aplicação do princípio de “puxar” e controle para simplificar o fluxo de materiais através da visualização de disponibilidade de materiais e os estoques. Evita-se assim o excesso de produção, peças defeituosas, relações entre fornecedor/cliente, distúrbios de processos, dentre outros aspectos contribuindo dessa forma na implementação do melhoramento contínuo.

O controle *Kanban* é aplicado e visualizado correspondentemente para grupos de materiais adequados. Informações-padrão são contidas no cartão *Kanban*: designação de artigo, número de material, quantidade por carregador, fonte, imagem (opcional), código de barras (opcional), cliente, número *Kanban*, tempo de reposição, observação, número total *Kanban* dentre os mais utilizados. (OHNO,

1997; MIYAKE, 2008; SLACK et al., 2008; CORRÊA, 2010; SANTOS et al., 2009; BALLOU, 2006; SHINGO, 1996; LIKER e MEIER, 2007; MURMAN et al., 2002).

2.2.4 Supermercado

Supermercados representam *buffers* (entende-se como um pequeno estoque) de material entre estações de trabalho, nas áreas em que se tem dificuldade de manter um fluxo contínuo de material. Nestes supermercados são mantidas quantidades mínimas e máximas de matéria prima, peças e grupos de construção para o seu respectivo processo, se a quantidade mínima não for alcançada, são produzidas novas peças do processo anterior até que o estoque normal e pré-definido seja alcançado (OHNO, 1997; MIYAKE, 2008; LIKER e MEIER, 2007; WOMACK e JONES, 2006).

2.2.5 O Conceito do Nivelamento

A conexão direta com a demanda do cliente pode provocar grandes oscilações na produção, dessa forma o conceito de nivelamento da produção pode ser atingido quando as ordens de produção forem programadas

conforme um planejamento, tanto quanto possível padronizado, recorrente e consistente. Outro aspecto importante para a produção refere-se ao atendimento do *takt time* do cliente durante certo período de tempo, portanto, pequenos lotes e mínimos horizontes fixos são requeridos para a produção.

Utiliza-se assim no nivelamento de produção pequenos estoques previamente definidos, fazendo com que a produção seja desacoplada da demanda do cliente, o que reduz impactos de oscilações de demanda e efeito chicote já descrito.

Entre as principais vantagens destes procedimentos no nivelamento pode citar: evitar a oscilações excessivas das quantidades de produção; reduzir *lead time* e tempos de resposta para clientes; reduzir estoques de peças em produção e estoque de produtos acabados; aumentar a produtividade, evitando alterações não planejadas no plano de produção (OHNO, 1997; MIYAKE, 2008; SLACK et al., 2008; SANTOS et al., 2009; LIKER e MEIER, 2007; MURMAN, 2002).

3. Métodos e procedimentos adotados nesta pesquisa

O método de pesquisa utilizado neste trabalho foi o estudo de caso, o qual utiliza, geralmente, dados qualitativos, coletados a partir de eventos reais, com o objetivo de explicar, explorar ou descrever fenômenos atuais inseridos em seu próprio contexto. Caracteriza-se por ser um estudo detalhado e exaustivo de poucos, ou mesmo de um único objeto, fornecendo conhecimentos profundos (YIN, 2001).

Ainda segundo Yin (2001), o estudo de caso é uma investigação empírica de um fenômeno contemporâneo dentro de um contexto da vida real, sendo que os limites entre o fenômeno e o contexto não são claramente definidos. As evidências podem advir de distintas fontes como documentos, observações diretas, observações indiretas, registros em arquivos, entrevistas e artefatos físicos.

A partir disso, para esta pesquisa, a forma de coleta de dados foi inicialmente através da pesquisa bibliográfica, buscando-se materiais e documentos que abordaram os conceitos relacionados com os assuntos tratados.

Posteriormente, o estudo de caso

foi conduzido em duas organizações da região metropolitana de Campinas-SP, sendo uma das organizações do ramo industrial e outra do ramo educacional. Nessas organizações foram realizadas observações *in loco*, análise de materiais e coleta de informações por meio de entrevistas não estruturadas, ou seja, sem um roteiro previamente estabelecido.

O treinamento baseado em simulação de Nivelamento de Produção foi aplicado em aproximadamente 400 participantes (profissionais e estudantes), agrupados em 22 turmas no período de 2009 até 2013. A avaliação de eficácia do treinamento se deu no início com uma pesquisa do grau de conhecimento sobre o tema abordado, e no final com uma avaliação do treinamento com comentários gerais e críticas.

4. Estudo de caso na aplicação da metodologia de Aprendizagem Ativa através de jogos de simulação em um treinamento de Nivelamento de Produção

4.1 - Etapa rodada 1

O jogo de simulação consistiu em uma fábrica com processos de

Fornecedor, Produção, Sub-Montagem, Montagem e Expedição. A simulação representou mais da metade do tempo do treinamento de dois dias, foi realizada em duas rodadas de 20 minutos cada, com a participação de 11 pessoas diretamente nas dinâmicas, além de observadores e o moderador.

Nesta etapa os participantes constroem o conhecimento e a sequência para a transformação de uma fábrica convencional para uma fábrica com o conceito de nivelamento, e atendimento total da demanda de clientes.

O moderador do treinamento apresenta o jogo de simulação a todos e as suas regras de funcionamento, nomeando e posicionando os participantes (Figura 1). Além das regras não foram fornecidas outras informações, o grupo deve adquirir as primeiras impressões e reconhecer a gestão convencional e os desperdícios existentes.

Os participantes realizaram uma rodada de treinamento para se familiarizarem com o jogo, após o treino retornaram todo o material ao ponto inicial para a simulação oficial.

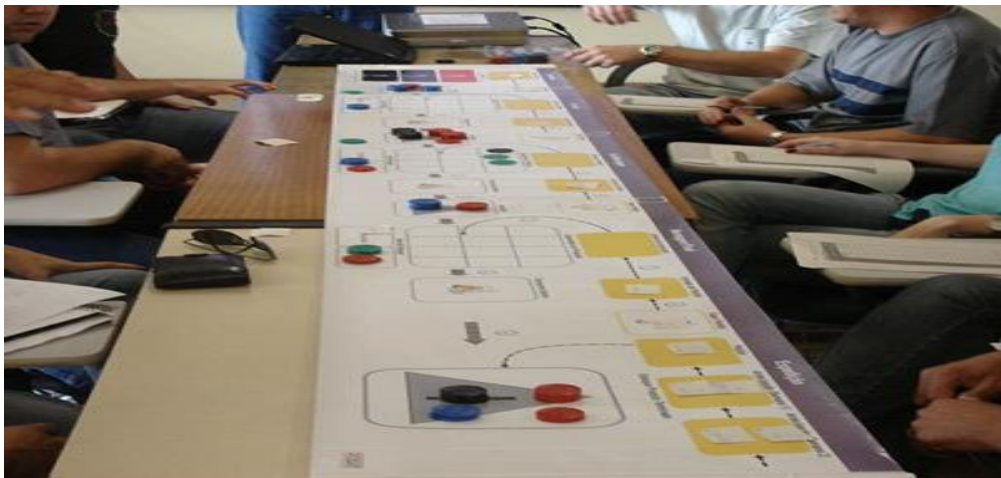


Figura 1-participantes em suas posições no tabuleiro do jogo. Fonte: elaborado pelo autor.

A dinâmica foi realizada com base nas regras do jogo e na função de cada posição no jogo, sob orientação do moderador. Após os 15 ciclos da rodada 1, o moderador coletou os dados dos resultados alcançados e em conjunto

com os participantes fizeram uma análise dos resultados, os quais em geral indicam: baixo desempenho, desperdícios visíveis, não atendimento ao cliente e excessivo estoque de segurança.

Em relação ao nível de entrega de cada ciclo na dinâmica, foi possível demonstrar uma variação de atendimento ao cliente, no qual o moderador conduziu a discussão da causa provável, e foi identificado que os programadores de produção colocaram pedidos de segurança (efeito chicote) sem que haja a demanda, ocasionando em sobrecarga de produção, nem sempre demandada pelo cliente.

Na tabela 1 foram apontados os dados financeiros onde se demonstrou a variação de inventário, ordens colocadas (Min/Máx.) e custo adicional para se produzir nesta rodada simulando uma fábrica convencional com todos os desperdícios verificados, não atendendo a demanda do cliente.

4.2 - Etapa teórica e de exercícios

Após a rodada 1 onde se pode caracterizar uma imagem de uma fábrica convencional, os participantes receberam a parte teórica com os fundamentos de sistema puxado, de controle do consumo, do fluxo orientado pelo consumo e também uma visão geral do sistema de produção *Lean*, através da otimização no fluxo de informação e de material em toda a cadeia de valor.

Utilizando do resultado da rodada 1, o moderador apresentou os

conceitos de:

- Fenômeno do efeito chicote, o qual explica a alta variação no fluxo de material em um fluxo de informação desencontrada, situação caótica com discussão, muita confusão, cliente insatisfeito e perdas possíveis no sistema (*mura / muda/ muri*);
- Noções de nivelamento, passo-a-passo para implementação da análise do comportamento dos pedidos do cliente, análise ABC dos itens, modelo dos turnos, setup rápido, cálculo da capacidade, desenvolvimento de produzir tudo todos os dias, cálculo do tamanho do lote e desenvolvimento do plano nivelado.

Os participantes foram reunidos para os exercícios de prática baseado em um estudo de caso para implementação do nivelamento, utilizando a teoria dada: o cálculo do

Kanban em cada fase da manufatura e a forma como se dará o sistema de puxado; e a construção do quadro de *heijunka* representando plano nivelado.

4.3 - Etapa rodada 2

Uma segunda rodada introduziu os participantes para uma fábrica com conceitos *Lean*, onde os participantes foram reunidos em grupos e foram autorizados a redesenhar o sistema de controle de produção suportado pela teoria dada, onde foram sugeridas e implementadas melhorias, sendo que o moderador quando solicitado forneceu orientação teórica sem influenciar no como as coisas serão feitas. A meta foi que o cliente deve ser atendido sem atrasos (100% cumprimento do fornecimento) mesmo com pedido variável.

Notou-se que inicialmente as propostas tenderam ao aumento de capacidade através de grandes investimentos, e a condução do moderador foi a de orientar em outras opções de melhorias possíveis sem investimentos. Com base no aprendizado dos exercícios práticos, os participantes transformaram a fábrica da simulação em uma fábrica com sistema com controle de produção, com a aplicação do nivelamento da demanda

flexível do cliente, com a construção de um quadro de *heijunka* representando plano nivelado e com o cálculo *Kanban* para cada fase da fábrica de modo a atender sistema puxado.

As propostas após serem discutidas e implementadas pelos participantes, são simuladas na dinâmica, sendo que o moderador coordena com os participantes uma rodada de treino e acertos finais e outra para adquirir prática.

A rodada 2 foram executados também em 15 ciclos, sendo que ao final da simulação os participantes foram reunidos em frente aos indicadores de desempenho (Tabela 1), sendo os resultados foram comparados entre as rodadas:

- Custo total de material acabado: Na rodada 1 houve um custo total totalizando R\$3.502,00, composto de inventário de 1686 peças (custo de peso x1) e atrasos de 908 peças (custo de peso x2). Na rodada 2 o custo total de material na fábrica totalizou R\$ 1.554,00 (65,6% menor).
- Indicador inventário

(WIP): Na rodada 1 foi de 1686 peças. Na rodada 2 o inventario foi de 1554 peças (8% menor).

- Indicador % entrega: na rodada 1 houve um atraso na entrega dos

pedidos em 908 produtos. Porém na rodada 2, com a prática do controle da produção através do nivelamento e sistema puxado não houve atrasos, tornando o atendimento em 100%.

TABELA 1 – Comparativo das duas rodadas.

	Antes (1ª Rodada)	Depois (2ª Rodada)	Melhoria %
Custo Total de material acabado	3502	1554	65,6%
WIP – Work in process	1686	1554	8%
Pedidos não entregue	908	0	100%

Fonte: Elaborado pelo autor.

4.4 - Avaliação dos treinamentos: aspectos favoráveis e limitações verificadas

Todos os participantes foram questionados em relação à eficácia do treinamento através da utilização de formulários de avaliação da empresa, abordando aspectos relacionados a planejamento, conhecimento e habilidade do moderador. O questionário era composto de questões fechadas ponderadas quantitativamente entre “ruim” e “excelente” (escala Likert: de 0 a 5) e por questões abertas de caráter qualitativo (comentários gerais).

Em todos os treinamentos efetuados a pontuação na escala de número 5 foi de 95% a 100% das avaliações, demonstrando alto grau de satisfação do participante em relação ao treinamento conduzido, destacando-se como principais aspectos positivos: dinâmica de simulação auxilia no esclarecimento de conceitos teóricos; alinhamento de resultados operacionais com financeiros; visualização prática dos processos e suas inter-relações na organização; aprendizagem com prática mais estimulante.

Dentre aspectos de melhoria mencionados, pode-se citar: maior

complexidade envolvida; material didático deve ser bem estruturado; participação na dinâmica requer estímulo do moderador e envolvimento deve ser total para sucesso na simulação.

Considerando o ponto de vista da organização na aplicação desta abordagem de treinamento, pode-se citar como fatores críticos para que o treinamento tenha sucesso: maior nível de conhecimento dos moderadores; maior necessidade de experiência prática do tema abordado; maior tempo requerido na preparação e estruturação dos treinamentos; maiores investimentos necessários para implantação dos laboratórios de simulação de jogos.

Outro aspecto a ser destacado na aplicação dos treinamentos nivelamento de produção baseados na abordagem da metodologia de Aprendizagem Ativa de treinamento refere-se a constatação da situação antes e depois das ações implementadas, verificando-se aspectos importantes tais como: eliminação de custos e desperdícios conforme as métricas adotadas; redução do estoque em processo; variações em relação ao atendimento dos pedidos do cliente; melhoria da qualidade em processo e produto e necessidades de padronização

da produção.

5. Conclusões e considerações finais

O uso da abordagem de metodologias de Aprendizagem Ativa em treinamento no estudo de caso em questão, onde se aplicou a simulação por jogos, estimulou o envolvimento dos participantes no processo de aprendizagem, ocorrendo maior envolvimento e interação no grupo de participantes. A experiência de vários treinamentos durante vários anos indica que a simulação por jogos tem sido muito bem-sucedida, sendo que os participantes destacam como ponto positivo o aprendizado de conceitos do nivelamento e do sistema puxado pela visão prática. Outro ponto destacado foi a maior facilidade em se perceber as limitações de processos convencionais de gestão da produção face aos ganhos de produtividade alcançados pelas empresas que adotam o nivelamento e sistema puxado.

No entanto, pode-se verificar que a abordagem da metodologia de Aprendizagem Ativa baseada em simulação por jogos não está imune a dificuldades, interrupções, erros de simulação e de moderação. Dessa forma, em face dos resultados obtidos nesta pesquisa, pode-se concluir que

existe um potencial para utilização de metodologias da Aprendizagem Ativa em treinamentos nas organizações, no entanto uma análise mais ampla deve ser conduzida visando comparar as vantagens e limitações das metodologias de Aprendizagem Ativa em relação as metodologias tradicionais, quando aplicadas em treinamentos nas organizações.

Referências

1. BALLOU, R. H. *Gerenciamento da Cadeia de Suprimentos / Logística Empresarial*. Porto Alegre: Bookman, 2006.
2. BOWERSOX, D. J.; COOPER, M. B.; CLOSS, J. *Gestão da Cadeia de Suprimentos e Logística*. Rio de Janeiro: Elsevier, 2007.
3. BONWELL, C.C.; EISON, J.A. Active Learning: Creating Excitement in the Classroom, ASHE-ERIC Higher Education Report No. 1. *The George Washington University, School of Education and Human Development*. Washington, D.C. 1991.
4. BRUNER, J. The act of discovery. *Harvard Educational Review*, 31 (1): 21–32, 1961.
5. CALADO, R. D.; CIRILLO, C.C.; CARVALHO, M. F. A Metodologia Kanban: os benefícios gerados para um fabricante de eletrodomésticos e seus fornecedores via internet. In: *III Congresso Brasileiro de Engenharia de Fabricação*, Joinville, 2005.
6. CANDIDO, J.P.; MURMAN, E.M.; MCNANUS, H. Active Learning Strategies for Teaching Lean Thinking. *Proceedings of the 3rd International CDIO Conference*, Cambridge, MA, June 2007.
7. CORRÊA, H. L. *Gestão de redes de suprimentos: integrando cadeias de suprimentos no mundo globalizado*. São Paulo: Atlas, 2010
8. LEE, H.L.; PADMANABHAN, V. e WHANG, S. The bullwhip effect in supply chains. *Sloan Management Review*, Spring, p.93-102, 1997.
9. LIKER, J.K.; MEIER, D. *O Modelo Toyota: manual de aplicação*. Porto Alegre: Bookman, 2007.
10. MIYAKE, D. I. *Melhorando o processo: seis sigma e sistemas de produção Lean*. In ROTONDARO, R. G. (coord.) *Seis Sigma - Estratégia Gerencial para a Melhoria de*

- Processos, Produtos e Serviços.
São Paulo: Atlas, 2008.
11. MURMAN, E. M. *Lean Enterprise Value: insights from MIT's Lean Aerospace*. New York: Palgrave Macmillan, 2002.
12. NOVAES, A. G. *Logística e Gerenciamento da Cadeia de Suprimentos*. Rio de Janeiro: Elsevier, 2007.
13. OHNO, T. *O sistema Toyota de Produção: além da produção em larga escala*. Porto Alegre: Bookman, 1997.
14. SANTOS, J.; WYSK, R.A.; TORRES J. M. *Otimizando a Produção com a Metodologia Lean*. São Paulo: Leopardo, 2009.
15. SHINGO, S. *O Sistema Toyota de Produção do Ponto de Vista da Engenharia de Produção*. Porto Alegre: Bookman, 1996.
16. SHINGO, S. *Fundamental Principles of Lean Manufacturing*. Bellingham: Enna Products Corporation, 2009.
17. SLACK, N.; CHAMBERS, S.; JOHNSTON, R.; BETTS, A. *Gerenciamento de Operações e de processos: princípios e práticas de impacto estratégico*. Porto Alegre: Bookman, 2008.
18. YIN, Robert K. *Estudo de Caso: Planejamento e Métodos*. Porto Alegre: Bookman, 2.ed. 2001.
19. WALSH, Arjen E.J. Sustainability in higher education in the context of the UN DESD: a review of learning and institutionalization processes. *Journal of Cleaner Production* 62, 8-15, 2014.
20. WOMACK, J. P.; JONES, D. T., ROOS, D. *A máquina que mudou o mundo: baseado no estudo do Massachusetts Institute of technology sobre o futuro do automóvel*. Rio de Janeiro: Elsevier, 2004
21. WOMACK, J.; JONES, D. *Soluções Enxutas: como empresas e clientes podem juntos criar valor e riqueza*. Rio de Janeiro: Elsevier, 2006.

Sources of funding: No
Conflict of interest: No
Date of first submission: 2015-02-06
Last received: 2015-04-24
Accepted: 2015-04-06
Publishing: 2015-04-30