

Metodologias para aprendizagem de conhecimento profissional em práticas e ferramentas da produção enxuta na construção civil: parâmetros para melhoria dos processos de trabalho

Methodologies for learning of professional knowledge in practices and tools of the lean production in construction: parameters for improvement of work processes

DOI:10.34117/bjdv6n4-395

Recebimento dos originais: 29/03/2020

Aceitação para publicação: 29/04/2020

Elias Riffel

Instituição: Universidade da Região de Joinville -UNIVILLE.

Rua General Osório, 320. Guarani - Brusque / SC. 88350-480.

E-mail: elias@rieg.com.br

Claudia Trentini

Instituição: Faculdade Senac - Joinville

Rua Desembargador Guilherme Abri, 676. Joinville / SC. 89.221-600.

E-mail: consultingclau@gmail.com

RESUMO

A construção civil representa uma atividade industrial que envolve grande consumo de materiais em um ambiente dinâmico e mutável, gerando produtos únicos e exclusivos. Quando se analisa o desenvolvimento das últimas décadas, destaca-se a mudança do perfil empírico-artesanal para uma atualidade científico-industrial. A fim de consolidar este avanço, a organização do setor foi reformulada com a introdução de novas ferramentas gerenciais nas empresas e nos canteiros de obra. O Sistema Toyota de Produção (STP), a partir da década de 50, representou uma quebra de paradigma aos modelos produtivos, por meio de uma nova concepção do pensar industrial, introduzindo no meio automotivo, o conceito da manufatura enxuta, *lean production*. Em 1992, um grupo de estudiosos, apresentou ao setor da construção civil, uma nova filosofia de trabalho, apropriando-se dos conceitos da produção enxuta e denominando-se construção enxuta, *lean construction*. Este artigo tem o objetivo de analisar as metodologias para aprendizagem industrial de práticas e ferramentas da produção enxuta na construção civil, considerando um dos grandes entraves para implantação e disseminação da construção enxuta: a resistência cultural, como fator humano. A pesquisa foi realizada no período de julho/2017 a agosto/2017, por meio de levantamento bibliográfico de artigos e livros da literatura nacional e internacional. Os resultados indicam que as metodologias de aprendizagem pesquisadas foram conceituadas, aplicadas e demonstram grande contribuição no processo de apropriação dos princípios da construção enxuta.

Palavras chave: criação do conhecimento, aprendizagem industrial, produção enxuta, gestão da construção civil.

ABSTRACT

Civil construction represents an industrial activity involving large consumption of materials in a dynamic and changing environment, generating unique and exclusive products. When analyzing the development of the last decades, it stands out the change of the empirical craft profile for a current scientific-industrial. In order to consolidate this progress, the organization of the sector was reformulated with the introduction of new managerial tools in companies and in construction sites. The Toyota Production System (STP), from the 1950s onwards, represented a paradigm shift to production models, through a new conception of industrial thinking, introducing the concept of lean manufacturing into lean manufacturing. In 1992, a group of scholars presented a new work philosophy to the civil construction sector, taking advantage of the concepts of lean production and denominating lean construction, lean construction. This article aims to analyze the methodologies for industrial apprenticeship of practices and tools of lean production in civil construction, considering one of the great obstacles to the implementation and dissemination of lean construction: cultural resistance, as a human factor. The research was carried out in the period from July / 2017 to August / 2017, through a bibliographical survey of articles and books of the national and international literature. The results indicate that the studied learning methodologies were conceptualized, applied and demonstrate great contribution in the process of appropriation of the principles of lean construction.

Key-words: knowledge creation, industrial learning, lean production, construction management.

1.INTRODUÇÃO

A produção enxuta inicia a partir da década de em 1950, quando Eiji Toyoda começa uma peregrinação de três meses na fábrica da Ford, em Rouge, Detroit, nos Estados Unidos (Kurek et al., 2006; Womack, Jones e Roos,1992).Desde que a produção enxuta tornou-se o novo horizonte para a gestão da produção, configurando um novo paradigma para o setor industrial automotivo, dinamizando diferentes modelos e práticas de produção em diversos setores, empresas e países, várias pesquisas e trabalhos têm sido realizados em diferentes setores buscando a aplicação da nova metodologia de gestão da produção (SOHLER e SANTOS, 2017).

A partir de 1992, um grupo internacional de pesquisadores propuseram estudos para aplicação desse novo paradigma ao setor na construção civil, denominado Grupo Internacional da *Lean Construction* e proposto por Lauri Koskela em 1992 (Hirota e Formoso, 2003)., que de acordo com Bernardes, 2003) a *Lean Construction*, é uma filosofia de produção para a construção civil, originária dos esforços desse grupo de pesquisadores para aplicar os conceitos, princípios e práticas de gestão da produção enxuta na construção civil.

O termo pensamento enxuto (*Lean Thinking*), não se restringe a um sistema de produção, mas abrange a empresa como um todo, podendo ser aplicado a qualquer segmento da Economia, como tal, na Construção Civil (PERETTI, FARIA, SANTOS, 2013).

Para Brockman (2013) o aprendizado e a solução de problemas estão intimamente ligados, e que, o grau de entendimento é medido pela capacidade de resolução de problemas com a aplicação de novos conceitos, de forma profunda e significativa, que de acordo com Rosenblum et al., (2008) a utilização dos conceitos da construção enxuta (*lean construction*) é uma alternativa para os problemas decorrentes da baixa produtividade, que tem sido a maior dificuldade encontrada na gestão da construção civil em centros urbanos no Brasil.

Panaino e Paliari (2015) sugerem que para a melhoria do desempenho das construtoras é preciso melhorar a gestão das obras e o conceito da mentalidade enxuta (*lean thinking*) tem sido empregado em diversos setores da construção civil, visando a melhoria da gestão, e Koskela (1992) aplica a concepção da nova filosofia da construção enxuta através de três estágios:

- ⇒ Conjunto de ferramentas, por exemplo, Kanban e círculos da qualidade;
- ⇒ Método de manufatura como *Just in Time* (JIT);
- ⇒ Filosofia de Gerenciamento na produção enxuta como *Total Quality Control* (TQC).

Para Amaral (2004) a busca por adequação das técnicas, princípios e ferramentas da produção enxuta aos processos da construção civil, resulta em demanda por qualidade e produtividade, necessitando de maior capacitação da mão de obra no processo produtivo e a procura de novas tecnologias construtivas e inovadoras. Panaino e Paliari (2015), Romanel e Freitas (2012), Amaral et al., (2000), Picchi (1993), Koskela (1992), atestam que os serviços de baixa qualidade do setor são ocasionados justamente pela escassez de mão de obra qualificada, ocasionando retrabalho para corrigir defeitos de construção, além dos altos índices de desperdício e improdutividade nos canteiros de obra.

Este artigo tem como objetivo identificar os processos para aprendizagem de conhecimento técnico e profissional para implantação de conceitos, práticas e ferramentas da produção enxuta, na melhoria dos processos da produção nos canteiros de obra, a fim de atenuar um dos problemas na construção civil; a capacitação e o treinamento dos profissionais.

Desse modo, este artigo está dividido em 5 seções, nos quais são abordados e descritos aspectos conceituais corroborando com resultado final. A fundamentação teórica apresenta na seção 1, o processo histórico e evolutivo do ambiente da produção industrial, por meio da produção enxuta, conhecida como *Lean Manufacturing* e, na seção 2, é descrito a adaptação da produção enxuta para a construção enxuta, *Lean Construction*. A seção 3 define a educação como um processo contínuo na construção do conhecimento. Na seção 4, é argumentado a importância da criação do conhecimento para, na seção 5, apresentar os processos de aprendizagem industrial referente aos conceitos da filosofia *lean*. Os resultados são comentados por meio de mapas conceituais, analisando os benefícios identificados de cada metodologia. Na conclusão, são discutidos a validação das metodologias de aprendizagem, suas limitações e sugestões para futuros trabalhos.

2 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

A presente pesquisa tem caráter qualitativo e apresenta uma abordagem descritiva e exploratória em artigos da literatura nacional e internacional e livros de renomados autores que abordam os temas de produção enxuta e construção enxuta, tendo como palavras-chave: construção enxuta, aprendizagem industrial, ferramentas, produção enxuta, gestão da construção civil.

A pesquisa foi realizada entre os meses de julho/2017 e agosto/2017 por meio de levantamento bibliográfico, e procurado fundamentar as metodologias e processos para aprendizagem de conhecimento técnico e profissional, referente aos conceitos, práticas e ferramentas da produção enxuta, para melhoria dos fluxos de produção na construção civil.

Foram identificados na pesquisa 45 publicações entre artigos científicos e livros, sendo possível abordar as principais metodologias de aprendizagem empregadas nos processos gerenciais implantados nos canteiros de obra, às quais denominamos de variáveis de pesquisa. A representação por meio de mapas conceituais, será possível identificar os benefícios alcançados com o emprego dos processos de aprendizagem, sendo possível ser analisado e verificado os efeitos aplicados na melhoria dos fluxos de produção na construção civil.

3 REFERENCIAL TEÓRICO

3.1 A PRODUÇÃO ENXUTA

No período pós-nuclear da II Guerra Mundial, na década de 1950, em sua visita de três meses à fábrica da Ford, em Rouge, Detroit, Estados Unidos, Eiji Toyoda, escreve para sua

empresa dizendo ser possível melhorar o sistema de produção (Womack et al., 1992). A este novo início experimental de pensar a produção, nasce no Japão, o Sistema de Produção Toyota e, finalmente, a Produção Enxuta (TUHOLSKI et al., 2009; TEZEL E NIELSEN, 2013).

Womack et al., (1992) contrasta os três métodos de produção concebidos pelo homem. A produção artesanal se utiliza de trabalhadores altamente qualificados e ferramentas simples para produzir um item de cada vez e de acordo com o anseio do consumidor. A produção em massa utiliza máquinas dispendiosas e especializadas em uma única tarefa adicionando folgas como suprimentos, trabalhadores e espaço. A produção enxuta, em contraposição, evita os altos custos da produção artesanal e a rigidez da produção em massa, empregando equipes de trabalhadores multidisciplinares, maquinário flexível e automatizado para produzir grandes volumes de ampla variedade.

Womack e Jones (1998); Arslankaya e Atay (2015) relatam que executivo da Toyota, Taiichi Ohno, também um dos idealizadores do método juntamente com Eiji Toyoda, deu início às atividades agrupando trabalhadores em equipes que eram responsáveis por um conjunto de etapas de montagem. Após o funcionamento das equipes, reservavam periodicamente um horário para que os grupos pudessem sugerir um conjunto de medidas a fim de melhorar o processo; essa prática de sugestões para aperfeiçoamento coletivo e gradual, veio a se denominar Círculo de Controle da Qualidade (CCQ), Kaizen, em japonês.

Em Ishikawa (1993) Dr. Deming, dos Estados Unidos, realizou em 1950, um seminário de 8 dias para o Sindicato dos Cientistas Japoneses, onde relata sobre um ciclo de projeto que deve ser seguido por um outro ciclo que começa com a re-execução do projeto baseado na experiência obtida no ciclo anterior. Desta forma, a qualidade está continuamente sendo reprojeta e melhorada continuamente. Arslankaya e Atay (2015) definem que a produção enxuta como um sistema cujo objetivo é executar a produção com o mínimo de mão de obra, usando mínimo de área de produção, consumindo mínimo de recursos materiais, baixo nível de estoque, produzindo em menos tempo com o mínimo de defeitos e minimizando a insatisfação do cliente. Também, em tal perspectiva, Tezel e Nielsen (2013); Buyukozkan et al., (2015); Urban (2015), afirmam que a produção enxuta representa uma forma metodológica de especificar valor, alinhando a sequência das ações que criam valores, realizando-as sem interrupção e de forma cada vez mais eficaz, ou seja, é uma forma de fazer mais com cada vez menos, menos esforço humano, menos equipamento, menos espaço e tempo, aproximando-se cada vez mais em oferecer aos clientes o que eles desejam.

Bhamu e Sangwan (2014), na obra *Lean Manufacturing: Review and Research Issues*, alegam que a produção do século 21 é caracterizada por produtos customizados e que isto levou a complexos sistemas de controle e planejamento da produção, tornando um desafio a produção em massa de bens. Muitas organizações, principalmente do setor automotivo, procuram atender as orientações dos novos clientes no mercado competitivo global. Para superar esta situação e tornar-se mais rentável, muitas empresas mudaram para a produção enxuta. O objetivo da produção enxuta é ser altamente receptivo à demanda do cliente, reduzindo o desperdício.

3.2 A CONSTRUÇÃO ENXUTA

Nenhuma nova ideia surge do vácuo. Novas ideias emergem de um conjunto de condições em que as velhas ideias parecem não mais funcionarem (WOMACK, JONES e ROSS, 1992).

Nesse contexto Peretti, Faria e Santos (2013) enfatizam que a construção enxuta foi constituída a partir da percepção de reprodutibilidade dos conceitos desenvolvidos na indústria automobilística, através dos Sistema Toyota de Produção, idealizados por Eiji Toyoda e Taiichi Ohno, após a Segunda Grande Guerra Mundial, na década de 1950. O marco principal foi a publicação do pesquisador finlandês Lauri Koskela em 1992, no seu Relatório Técnico nº 72 “*Application of the newproduction philosophy in the construction industry*”, publicado pelo CIFE (*Center for Integrated FacilityEngineering*) ligada à Universidade de Stanford nos Estados Unidos.

Tommelein (2015), Kurek et al., (2006) e Bernardes (2003) apud Koskela (1992) observam que, no modelo tradicional, o processo de produção consiste em atividades de transformação de matérias-primas (*inputs*) em produtos (*outputs*), desconsiderando fluxos físicos entre as atividades e o controle da produção está concentrado nos subprocesso, em detrimento do processo global. Na construção enxuta, por meio da teoria T-F-V (Transformação, Fluxo e Valor), as atividades de fluxo e valor constituem uma etapa essencial na busca do aumento dos índices de desempenhos dos processos, uma vez que, sem a compreensão dos efeitos das atividades de fluxo e valor na produção, torna-se difícil tomar decisões que possam minimizar ou eliminar causas de desvios nos processos.

Koskela et al., (2014) afirmam que desde a década de 1990 a construção enxuta tem surgido como um novo conceito no gerenciamento e na prática da construção civil. Os princípios da construção enxuta visam maximizar o uso de materiais e mão de obra, evitando

o desperdício e as atividades que não agregam valor ao trabalho. Li et al., (2016); Henriques e Silva (2010); Hosseini, Nikakhtar e Ghoddousi (2012), atestam que desde a proposta de Koskela (1992) na concepção da produção enxuta em construção, a construção enxuta tem experimentado um longo período de desenvolvimento.

Polito (2015) definiu a construção enxuta por meio de 11 princípios, com grande interação e reforço mútuo entre eles: redução das parcelas que não agregam valor, aumento do valor do produto por uma consideração sistemática dos requisitos do cliente, redução da variabilidade, redução do tempo de ciclo, simplificação pela minimização do número de passos e partes, aumento da flexibilidade de saída, aumento da transparência, foco no controle de todo o processo, estabelecimento de melhoria contínua ao processo, balanceamento da melhoria dos fluxos com a melhoria das conversões, *benchmarking*.

Para assegurar o fluxo contínuo de produção, Dave et al., (2015); Zhang e Chen (2016); Kurek et al., (2006) apresentam o método de planejamento da construção denominado *Last Planner System (LPS)*, baseado em um planejamento de coordenação do fluxo produtivo com o objetivo de controlar as atividades no canteiro de obras e facilitar a comunicação entre todos os envolvidos nas diversas etapas da obra. Bernardes (2003) descreve o gerenciamento *Last Planner System* em três níveis de organização: o planejamento de curto prazo, tratado como operacional; o planejamento de médio prazo, tratado como tático e o planejamento de longo prazo, tratado como estratégico.

Dave et al., (2015); Hamdar et al., (2015) relatam que o fluxo de informações no canteiro de obras é uma questão complexa e depende de uma variedade de fatores. O fluxo de informação regular é essencial para assegurar um eficiente controle e gerenciamento da produção. O sistema de gerenciamento da construção enxuta deve levar em conta a natureza dinâmica dos projetos de construção e deve ter o objetivo de melhorar o fluxo de informações durante a construção do ciclo de vida do projeto. Alguns sistemas computacionais já foram desenvolvidos como *Enterprise Resource Planning (ERP)*, *VisiLean*, *Building Information Modeling (BIM)*, como forma de viabilizar as atividades dos trabalhadores no canteiro de obras e como suporte de informações referente ao fluxo de trabalho ao *Last Planner System*, fornecendo recursos específicos de planejamento e controle da produção.

Forbes e Ahmed (2010) observam que a implementação do conceito *lean* no setor da construção civil tem provado ser um desafio devido a singularidade de cada projeto e que na construção o proprietário define o produto final e o mesmo projeto é raramente recorrente.

Perumal, Sulaiman e Leong (2013); Hannus, Kazi e Zarli (2010) definem a indústria da construção como uma indústria baseada no projeto, na qual a informação geralmente reside em sistemas diferentes que não são sempre avaliados pelos trabalhadores do canteiro ou até mesmo perceptível por um ou outro, o que se torna um grande obstáculo para alcançar a eficiência.

Nesse sentido Caldas et al., (2005) sugerem que num desenvolvimento dinâmico e fragmentado, a integração e troca de informações entre vários sistemas e fontes informacionais é crucial para o gerenciamento eficiente da informação.

Dessa forma Navon e Sack (2007) destacam que a construção enxuta engloba o ciclo de vida completo dos projetos da construção, abrangendo as definições do projeto, a cadeia de suprimentos e também deve ser analisado a fabricação, logística e implantação da obra no canteiro, formando assim uma visão coerente do fluxo de informações do projeto, integrando e interpretando o monitoramento de dados reunidos de várias fontes.

3.3 CRIAÇÃO DO CONHECIMENTO

Para Aziz e Hafez (2013) e Guo (2010) a tecnologia e o gerenciamento da construção são dois fatores centrais que influenciam o desenvolvimento da indústria da construção, entretanto, passados mais de quarenta anos, embora muitas novas tecnologias tenham sido aplicadas nos projetos de construção, a eficiência da indústria permanece baixa.

Hosseini, Nikakhtar e Ghoddousi (2012), Koskela (1992) argumentam que a construção civil, em função das idiossincrasias como exclusividade em função de produtos *one-of-a-kind*, dificuldade de informações, produção em canteiro de obras, intervenção e organização temporária, necessita uma interpretação específica de indústria com princípios gerais para uma nova filosofia de produção. As barreiras culturais, os estilos organizacional e gerencial são pilares cruciais para o processo de melhoria contínua, à qual implica uma entrega maior de valor ao cliente e aumento de vantagem competitiva (Jamil e Fathi, 2016 ; Abdullah et al., 2009; Koskela, 1998). Jorgensen et al., (2007) observam que atividades *lean* são mais um hábito do que uma tarefa específica e que o pensar e agir *lean* deve tornar-se uma parte inerente das atividades diárias dos trabalhadores. Ingelsson e Martensson (2014) concluem que para o sucesso na implantação *lean*, o foco na mudança cultural é muito importante, que de acordo com Nonaka e Takeuchi (2008); Stewart (2002); Shami, Lotfi, Coleman & Dostál (2015) em uma economia onde a única certeza é a incerteza, a fonte certa de vantagem competitiva duradoura é o conhecimento. Quando os mercados transformam-se, as tecnologias proliferam,

os competidores multiplicam-se e os produtos tornam-se obsoletos quase do dia para noite, as empresas bem-sucedidas são as que criam consistentemente novos conhecimentos, disseminam-no amplamente pela organização e incorporam rapidamente em novas tecnologias e produtos. Essas atividades definem a empresa “criadora de conhecimento”, cujo negócio principal é a inovação constante. Combinação de fatores tecnológicos, experiências, vivências, pautados no uso intensivo de conhecimento para facilitar tomada de decisão, e para obtenção de melhores resultados nos negócios.

Para Zhang e Chen (2016) a implementação da construção enxuta depende largamente da criação do conhecimento e aprendizagem organizacional, que por sua vez, promovido por técnicas *lean*, que segundo Lyles (2014) a equipe da construção enxuta em essência, é uma organização e aprendizagem e um dos núcleos mais importantes e que, a aprendizagem é um processo dinâmico de promoção e criação do conhecimento, transferindo-o onde seja necessário. Ainda em Javernick (2014) conhecimento é um ativo essencial na indústria da construção devido ao papel significativo na direção da inovação e criação de valor.

Nonaka e Takeuchi (2000); Pathirage (1997) classificam o conhecimento em duas categorias: conhecimento explícito, que é codificado e armazenado na linguagem formal e compartilhado na forma de dados, figuras e especificações, manuais, etc., ou seja, pode ser facilmente transferido entre os membros da organização. Entretanto, o conhecimento tácito é difícil de ser transferido e codificado, pois ele é subjetivo e está enraizado nas ações individuais, atitudes, valores e emoções.

Dessa forma Bentlage, Lüthi e Thierstein (2013) sugerem que o processo de criação de conhecimento requer uma interação dinâmica entre as formas tácita e explícita do conhecimento e a interação entre as pessoas, tanto nas organizações e entre estas, que segundo Pellegrino e Naughton (2016) a transformação da aprendizagem individual em aprendizagem organizacional ocorre quando um membro de uma organização gera ou adquire conhecimento e compartilha-o com os outros, dando a esse conhecimento um significado comum.

3.4 PROCESSOS DE APRENDIZAGEM

Em Amaral (2004) a busca por melhores produtos e processos construtivos, implica em demanda por qualidade e produtividade e resulta na necessidade de maior capacitação da mão de obra envolvida no processo produtivo, possibilitando incorporar novas tecnologias construtivas e inovadoras com o uso das modernas ferramentas de gestão da construção enxuta. Conforme Romanel (2009), a qualificação da mão de obra é importante para aumentar

a produtividade, entretanto, um dos grandes entraves na capacitação dos operários é a baixa escolaridade, além da transmissão informal de conhecimento, relação entre operários, pouca atratividade e alta abstração dos conhecimentos.

Mavin, Lee e Robson (2010) destacam que as empresas que estão interessadas em melhorar sua produtividade, eficiência e rentabilidade, exigirá visão para além da formação obrigatória das pessoas, mas nas diversas atividades de aprendizagem e desenvolvimento que permitam aos funcionários maximizar o seu potencial e fornecer o recurso valioso do conhecimento para a organização.

Segundo a Secretaria de Educação Continuada, Alfabetização, Diversidade e Inclusão (SECADI), 2013, os dados do Censo IBGE/2010, indicam que a taxa de analfabetismo absoluto acima de 15 anos é de 7,1% para brancos e de 16,9% para negros. O analfabetismo funcional (menos de quatro anos de estudo) é de 32,2 % para a população negra e atinge 18,4% da população branca. O Sistema S, SENAI, SENAC, SENAR, SEST/SENAT, SEBRAE e outros, representa um conjunto de entidades corporativas voltadas para o treinamento profissional, assistência social, consultoria, pesquisa e assistência técnica. O sistema possui características organizacionais similares, e educação profissional e tecnológica atingindo uma parcela expressiva da população nas suas ações educacionais.

Diante de tais perspectivas, é apresentado três métodos de aprendizagem do conhecimento para disseminação de ferramentas *lean* na construção civil, conforme resumo do quadro 1, com diferentes abordagens de aplicação à mudanças culturais e organizacionais, por meio da capacitação dos profissionais.

Quadro 1 - Métodos de Aprendizagem.

Método de aprendizagem	Parâmetros <i>lean</i>	Autor (es)
Aprendizagem na Ação (<i>Action Learning</i>).	Segurança no trabalho, gerenciamento do tempo, programação e supervisão de obras.	Hirota, E. H.; Powell J. A.; Davey C. L.; Powell, J.E.; Formoso, C. T.
Curso de Treinamento (<i>Training Course</i>).	Update com a incorporação de práticas <i>lean</i> , BIM, oportunidades de melhoramento.	Brioso, X.
Aprendizagem por Jogos e Simulações	Melhoria dos padrões profissionais, trabalho em grupo, aprimoramento em produtos e serviços, maior aptidão aos avanços da tecnologia, conhecimento à economia de custos.	Romanel, F. B.; Freitas, M. do C. D.

3.4.1 Método1: Aprendizagem na Ação (*Action Learning*).

a) Escopo do método.

Segundo Pedler (1997), Powell (1999) e Hirota et al., (2000), Hirota e Formoso (2003), trata-se de uma forma de abordar problemas por meio do desenvolvimento pessoal, mudança e aprendizagem organizacional. O método é desenvolvido através de um pequeno grupo de pessoas (5 a 7) que se reúnem periodicamente (quinzenalmente ou mensalmente com duração de 2 a 3 horas), num esforço coletivo para resolver problemas e refletir sobre ações, falhas, medos e sucessos, auxiliados por um mediador (*set adviser*). A função do mediador é promover a integração dos membros do grupo e conduzir o grupo a um ambiente de abertura, confiança e honestidade para falar de seus problemas relacionados a sua atividade profissional.

b) Estudo de caso.

O projeto foi desenvolvido pela Universidade de Salford, na Inglaterra e o grupo de estudo era composto por sete gerentes de diferentes divisões de uma empresa construtora de médio porte. Um das primeiras iniciativas do grupo foi o desenvolvimento de um programa de capacitação formado por 45 pessoas, entre diretoria até operários de canteiro, com o objetivo de disseminação da cultura de melhoria contínua e inovações. Em um período de 9 meses, mais de 100 ideias relativas à segurança no trabalho, gerenciamento do tempo, programação e supervisão de obras foram geradas e implementadas. A figura 2 mostra uma abordagem das contribuições nos processos de trabalho.

Figura 2 - Método 1: Aprendizagem na Ação



3.4.2 Método 2: Curso de Treinamento (Training Course).

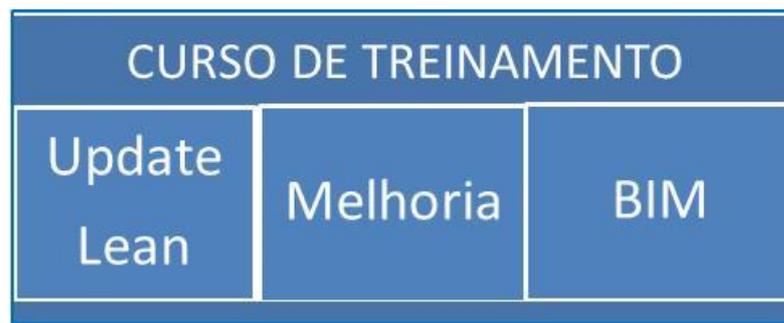
a) Escopo do método.

Brioso (2015) descreve que em 2012, a Escola de Ciência e Engenharia da Pontifícia Universidade Católica do Peru projetou um curso de Treinamento e Gerenciamento de Projeto e Construção Lean. A duração de 42 horas do curso foi dividida em 14 sessões de 3 horas com 36 estudantes. A atividade foi repetida 6 vezes e um total de 202 alunos receberam treinamento. O curso incluía leituras, *workshops*, simulações, períodos de discussão e jogos de simulação para ser desenvolvido durante as aulas e a proposta das atividades era melhorar o entendimento dos princípios da construção enxuta.

b) Estudo de caso.

Durante o período de treinamento, foram realizados 4 seminários de workshops, 2 simulações de jogos, 1 sessão de projeto e 1 sessão de leitura. Os estudantes trabalhavam em grupos analisando vários conceitos *lean*, considerando os princípios de melhoramento dos fluxos de processos desenvolvidos por Koskela (1992). De acordo com os alunos, a efetividade do método atingiu mais de 83%, demonstrando ao sucesso da atividade, *update* com a incorporação de práticas *lean*, aplicações BIM, oportunidades de melhoramento identificado pelo feedback dos participantes em seus locais de trabalho. A figura 3 representa as aplicações referente ao segundo método de aprendizagem.

Figura 3 - Método2: Curso de Treinamento (Training Course)



3.4.3 Método 3: Aprendizagem por Jogos e Simulações.

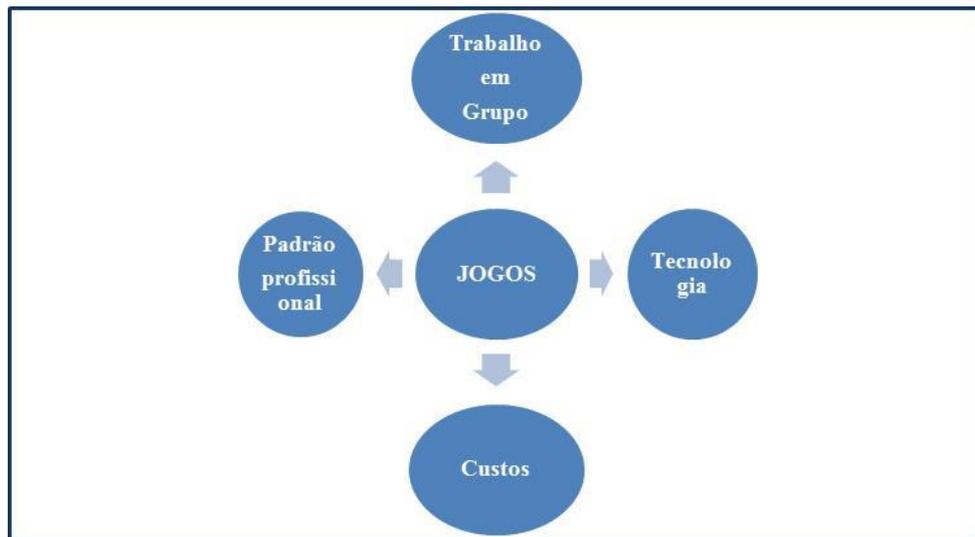
a) Escopo do método.

Romanel e Freitas (2012) no jogo “Desafiando a Produção”, utilizam o elemento lúdico por meio de um tabuleiro, cartas e dado, ambientado em um canteiro de obras, com a simulação de situações reais do local de trabalho e interação com perguntas e respostas, focando a relação entre os jogadores. As cartas ‘Desafio’ trazem questões sobre situações vivenciadas na construção civil, as cartas ‘?’ mostram os princípios da construção enxuta e exemplos ilustrativos e as cartas ‘!’ apontam situações de procedimentos corretos e errados para a construção enxuta.

b) Estudo de caso.

O conteúdo e o formato do experimento obtiveram anuência de professores e especialistas, aplicando 3 rodadas do jogo: com profissionais da indústria da construção e colegas, mestrandos de engenharia civil e alunos do curso de ensino médio profissionalizante de Construção Civil do Centro Estadual de Educação Profissional de Curitiba, na aula de Máquinas e Equipamentos, para uma turma de 25 alunos do curso técnico. As aplicações permitiram constatar melhoria dos padrões profissionais por meio da ampliação do conhecimento; contribuição para o trabalho em grupo; condições de aprimoramento em produtos e serviços; oferecer maior aptidão aos avanços da tecnologia; conhecimentos relacionados à economia de custos.

Figura 4 - Método 3: Aprendizagem por Jogos e Simulações



4 RESULTADOS

Considerando o levantamento bibliográfico de 52 publicações, entre livros, artigos nacionais e internacionais, constatou-se a aplicação de três variáveis de pesquisa, representado as três metodologias para aprendizagem de conhecimento profissional, focado em conceitos, práticas e ferramentas da produção enxuta, para melhoria dos processos de produção na construção civil. Os mapas conceituais foram empregados como ferramenta para organizar os resultados e produzir uma representação visual das metodologias de aprendizagem e suas convergências com os conceitos da filosofia da construção enxuta.

O método de aprendizagem na ação, conforme apresentado na Figura 2, demonstra que a prática gerencial de reuniões semanais, implantou em um grupo técnico de 45 colaboradores da empresa, um processo de melhoria contínua face aos problemas e dificuldades encontrados na execução das atividades pela construtora, onde mais de 100 ideias relativas à segurança no trabalho, gerenciamento do tempo, programação e supervisão de obras foram geradas e implementadas.

O método de treinamento conforme demonstrado na Figura 3, é aplicado no meio acadêmico, no qual a atividade é aplicada 6 vezes, num total de 202 alunos atendidos, conciliando estudo de conceitos teóricos com períodos de discussão em workshops e simulações através de jogos com o objetivo de melhorar o entendimento dos princípios da construção enxuta. De acordo com o respaldo dos alunos, a efetividade do método atingiu mais de 83%, demonstrando o sucesso da atividade, também foi verificado a implantação de alguns aperfeiçoamentos, como *update* na incorporação de práticas *lean*, aplicações BIM,

oportunidades de melhoramento identificado pelo *feedback* dos participantes em seus locais de trabalho.

O método aprendizagem por jogos e simulações, conforme Figura 4, demonstra que o jogo é composto de tabuleiro e cartas, idealizado por professores e especialistas, constituiu a construção do conhecimento por meio de um processo lúdico, onde o jogo foi aplicado em 3 rodadas experimentais com profissionais da indústria da construção e colegas, mestrandos de engenharia civil e alunos do curso de ensino médio profissionalizante de construção civil do Centro Estadual de Educação Profissional de Curitiba, na aula de Máquinas e Equipamentos, para uma turma de 25 alunos do curso técnico. As aplicações permitiram constatar melhoria dos padrões profissionais por meio da ampliação do conhecimento; contribuição para o trabalho em grupo; condições de aprimoramento em produtos e serviços; oferecer maior aptidão aos avanços da tecnologia; conhecimentos relacionados à economia de custos.

5 CONCLUSÃO

A construção e a consolidação do conhecimento tem proporcionado às empresas uma vantagem competitiva, em função do capital intelectual dos seus colaboradores, considerando a apropriação de parâmetros construtivos na sua linha de produção. Comparando as diferentes formatações dos processos de aprendizagem e suas contribuições, podemos concluir que as metodologias apresentadas corroboraram com os objetivos do artigo em identificar formatos de educação profissional, aos conceitos da produção enxuta para a construção civil, como forma de melhoria dos processos industriais. Apesar de diferentes abordagens, os métodos apresentados estão contextualizados no ambiente produtivo da construção civil e resultam em ações efetivas para mitigar um dos maiores problemas da indústria, representado pela falta de capacitação e de treinamento dos trabalhadores, além de promover a criação do conhecimento e consolidar a filosofia *lean*.

Apesar de aplicações efetivas, os métodos se constituíram como pontuais, incipientes e evasivos, por não apresentarem o emprego direto dos conceitos *lean* nos processos de fabricação, o que ainda demanda em diversas iniciativas na criação da aprendizagem e formalização do conhecimento profissional, uma vez que a consolidação da aprendizagem é um processo pessoal e de longo prazo. Há a necessidade de toda a sociedade, e não apenas o meio acadêmico, de promoverem a inserção da mão de obra produtiva para melhoria dos processos, em um esforço coletivo para implantação das ferramentas *lean* na construção civil. Uma nova filosofia se implanta quando barreiras culturais são eliminadas e as mudanças no

sentido *top-down* começam a ocorrer. Sob esta ótica, a equipe técnica formada por engenheiros e gestores de produção, são indivíduos chaves para a disseminação do conhecimento.

REFERÊNCIAS

ABDULLAH, S.; RAZAK, A.; BAKAR, A.; HASSAN, A.; SARRAZIN, I. Towards producing best practice em the malaysian construction industry: The barriers in implementing the lean construction approach. Building, In: International Conference of construction industry, vol.1, n.15, p.104-116, 2009.

AMARAL, T. G.; PRADO, R. L., KURTZ, C. E.; RODRIGUES, M. B. O treinamento da construção civil como valorização do seu trabalho produtivo. Encontro Nacional de Estudantes de Engenharia de Produção. São Paulo, 2000.

AMARAL, T. G. Metodologia de qualificação para trabalhadores da construção civil com base dos conhecimentos gerenciais da construção enxuta. Tese de Doutorado em Engenharia Civil. Florianópolis, 2004.

ARSLANKAYA, Seher, ATAY, Hatice. Maintenance management and lean manufacturing practices in a firm which produces dairy products. Journal of social and behavioral sciences, vol. 207, p.214-224, 2015.

AZIZ, R. F.; HAFEZ, S. M. Applying lean thinking in construction and performance improvement. Alexandria Engineering Journal, Vol.52, n. 4, p. 679-695, 2013.

BERNARDES, Maurício Moreira e Silva. Planejamento e controle da produção para empresas de construção civil. Rio de Janeiro: LTC - Livros Técnicos e Científicos Editora, 2003.

BENTLAGE, Michael; LÜTHI, Stefan; THIERSTEIN, Alain. Knowledge creation in German agglomerations and accessibility – An approach involving non-physical connectivity. Cities - International Journal of urban policy and planning, vol. 30, p. 47-58, 2013

BHAMU, J.; SANGWAN, K. S. Lean manufacturing: literature review and research issues. International Journal of operations & production management, vol. 34, n. 7, p. 876-940, 2014.

BRIOSO, Xavier. Teaching Lean Construction: Pontifical Catholic University of Peru Training Course in Lean Project & Construction Management. Journal of engineering, vol. 123, p. 85-93, 2015.

BROCKMAN, Jay B. Introdução à engenharia: modelagem e solução de problemas. Rio de Janeiro/RJ: LTC, 2013.

GUO, H. Rethinking construction project management using the VP-based manufacturing management model. The Hong Kong Polytechnic University, Hong Kong, vol. 29, n.3, p. 233-245,

2010.<http://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/01446193.2010.545994?scroll=top&needAccess=true>

HIROTA, E. H.; FORMOSO, C. T. O processo de aprendizagem na transferência dos conceitos e princípios da produção enxuta para a construção. NORIE / UFRGS - Porto Alegre / RS, 2003.

HIROTA, E. H.; FORMOSO, Carlos T.. O processo de aprendizagem na transferência dos conceitos e princípios da produção enxuta para a construção. In: ENTAC, 8º, Salvador, 2000. Artigo técnico. Salvador, BA. 2000. v.1 p.572-579 il.

HIROTA, E. H.; POWELL, J. A.; DAVEY C. L.; POWELL, J. E.; FORMOSO, C. T. Vencendo barreiras para a aplicação dos princípios da construção enxuta. Seminário Ci. Exatas e/ Tecnologia.Londrina, vol. 21, n.4, p. 17-25, 2000.

HOSSEINI, S. A. A.; NIKAKTAR, A.; GHODDOUSI, P. Flow production of construction process through implementing lean construction principles and simulation.International Journal of Engeneering and Technology. vol. 4, n. 4, p.475-479, 2012.

ISHIKAWA, Kaoru.Controle de qualidade total à maneira japonesa. Rio de Janeiro, Ed.Campus, 1993.

JAMIL, A. H. A.; FATHI, M. S. The integration of lean construction and sustainable construction: a stakeholder perspective in analyzing sustainable lean construction strategies in Malaysia. Journal of computer science, vol. 100, p. 634-643, 2016.

JAVERNICK-WILL, A. N.; SCOTT, W. R. Who needs to know what ? Institutional Knowledge and Global Projects, American Society of Civil Engineers, vol. 136, n. 5, p. 546-557, 2014.

JORGENSEN, F.; MARTHIESSEN, R.; NIELSEN, J.; JOHANSEN, J. Lean maturity, lean sustainability. In J. Olhager& F. Persson. Advances in Production Management Systems, vol. 246, p. 371-378, 2007.

KOSKELA, L. Application of the new production philosophy to construction.Salford: Center for Integrated Facility Engineering. CIFE TechnicalReport, n. 72, 1992.

KOSKELA, L. LeanConstruction.VII Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído. Florianópolis. Anais, vol. 1, p. 3-10, 1998.

KOSKELA, L. HOWELLT, G.; BALLARDT, G.; TOMMELEIN, I.The foundations of lean construction.Chapter, 14, p. 211-226, 2014.

KUREK, Juliana; PANDOLFO, Adalberto; BRANDLI, Luciana L; PANDOLFO, Luciana M. Aplicação dos princípios lean ao setor de edificações: **Construção enxuta uma abordagem prática.** Passo Fundo: Ed.Universitária, 2006.<http://editora.upf.br/site/livro.php?cod=429>

LYLES, M. A. Organizational learning, knowledge creation, problem formulation and innovation in messy problems. *European Management Journal*, vol. 32, n. 1, p. 132-136, 2014.

MACEDO, Lino de. Aprender com jogos e situações-problema. Porto Alegre: Ed. ARTEMED, 2000. <https://www.livrariacultura.com.br/p/livros/educacao/pedagogia/aprender-com-jogos-e-situacoes-problema-386154>

MAVIN, Sharon; LEE, Lesley; ROBSON, Fiona. The evaluation of learning and development in the workplace: A review of the literature. Disponível em: https://www.northumbria.ac.uk/static/5007/hrpdf/hefce/hefce_litreview.pdf, 2010.

NONAKA, I., TAKEUCHI, H. The Knowledge-Creating Company. Oxford University Press, New York. 1995. Disponível em: <http://www.amazon.com/The-Knowledge-Creating-Company-Companies-Innovation/dp/0195092694> . Acesso em 24 de julho de 2017.

NONAKA, Ikujiro. TAKEUCHI, Hirotaka. *Gestão do Conhecimento*. 319 p. Porto Alegre: Bookman, 2008.

PANAINO, Brunna B. de F.; PALIARI, José Carlos. Método de treinamento e capacitação de equipe da construção civil baseado na mentalidade enxuta. Universidade Federal de São Carlos. SIBRAGEC ELAGEC 2015.

PATHIRAGE, C. P.; AMARATUNGA, D. G.; HAIGH, R. P. Tacit knowledge and organizational performance: construction industry perspective. *Jornal of Knowledge Management*, vol. 11, n. 1, p. 115-126, 1997.

PERETTI, L. C.; FARIA, Ana C. de; SANTOS, Isabel C. dos. Aplicação dos princípios da Construção Enxuta em construtoras verticais: estudos de casos múltiplos na região metropolitana de São Paulo. XXXVII Encontro da ANPAD, Rio de Janeiro/RJ, 2013.

SECADI. Plano Nacional de Implementação das Diretrizes Curriculares Nacionais para Educação das Relações Étnico-raciais e para o Ensino de História e Cultura Afro-brasileira e Africana. Ministério da Educação Continuada, Alfabetização, Diversidade e Inclusão. Brasília: MEC, 2013.

POLITO, Giulliano. Gerenciamento de obras: boas práticas para a melhoria da qualidade e da produtividade. São Paulo: Ed. Pini, 2015.

ROMANEL, F. B.; FREITAS, M. do C. D. A construção enxuta para operários da construção civil: ensinando com jogos. XIV Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído, Juiz de Fora / MG, 2012.

ROMANEL, F. B.; FREITAS, M. do C. D. Jogo “Desafiando a Produção”: ensinando a construção enxuta na construção civil. Universidade Federal do Paraná, Curitiba / PR, 2011.

ROSENBLUM, A.; AZEVEDO, V. da S. de; JUNIOR, C. A. B.; TAVARES, M. E. da N. Avaliação da Mentalidade Enxuta (*lean Thinking*) na construção civil – Uma visão estratégica de implantação. SEGeT - Simpósio de Excelência em Gestão e Tecnologia. Rio de Janeiro, 2008.

SOHLER, F. A. S.; SANTOS, S. B. dos. Gerenciamento de Obras, qualidade e desempenho da construção. Rio de Janeiro: Ed.CiênciaModerna, 2017.

STEWART, Thomas A. A Riqueza do conhecimento. O capital Intelectual e a organização do século XXI.Rio de Janeiro: Campus. 2002.

TEZEL, A.; NIELSEN, Y. Lean construction conformance among construction contractors in Turkey. Journal of Management in Engineering, vol. 29, n. 3, p. 236-250, 2013.

TOMMELEIN, I. D. Journey toward lean construction: pursuing a paradigm shift in the AEC Industry. Journal of Construction Engineering and Management, vol. 141, n. 6, p. 1-12, 2015.

TUHOLSKI, S. J.; GURSEL, A. P.; TOMMELEIN, I. D.; BOMBA, G. Lean comparison using process charts of complex seismic retrofit projects. Journal of Management in Engineering and Management, vol. 135, n. 4, p. 330-339, 2009.

URBAN, W. The lean management maturity self-assessment tool based on organizational culture diagnosis.Bialystok University of Technology, Bialystok, Poland.20th International Scientific Conference Economics and Management, Journal of social and behavioral science, vol. 213, p. 728-733, 2015.

WOMACK, J. P.; JONES, D. T.; ROOS, D.A máquina que mudou o mundo. Rio de Janeiro, Ed. Campus, 1992.

WOMACK, J. P.; JONES, D. T.A mentalidade enxuta nas empresas: elimine o desperdício e crie riqueza. Rio de Janeiro, Ed. Campus, 1998.

ZHANG, L.; CHEN, X. Role of lean tools in supporting knowledge creation and performance in lean construction.International Conference on Sustainable Design.Engineering and Construction. Procedia Engineering, vol. 145, p. 1267-1274, 2016.