

DESENVOLVIMENTO DE UM LABORATÓRIO HANDS-ON: APLICAÇÃO DA METODOLOGIA ATIVA NO TREINAMENTO DE OPERADORES EM UM SETOR DE MONTAGEM

Djones da Silva (Unisinos)
silvadjones@gmail.com

Aline Dresch (Unisinos)
aldresch@gmail.com

Tobias Leonardo Kunrath (Unisinos)
tobias.kunrath@outlook.com

Douglas Rafael Veit (Unisinos)
douglasveit@unisinos.br



Uma das formas de disseminar o conhecimento nas empresas é por meio de treinamentos, sendo este um dos fatores determinantes para o desempenho operacional. Devido a isso, utilizar metodologias de ensino pode contribuir para o desenvolvimento de melhores práticas. A partir desse contexto, esse artigo tem como objetivo apresentar o desenvolvimento de um laboratório Hands-on para Treinamento de Operadores (LHTO), que possibilite aplicar um novo método para os treinamentos em uma empresa metal-mecânica. Sendo o foco desse desenvolvimento a redução do tempo de aprendizagem dos funcionários em uma linha de montagem. A pesquisa foi desenvolvida seguindo os conceitos da Design Science Research para a criação de um artefato, encontrando a solução para o problema em estudo. Como resultado, são apresentados o novo método de treinamento e a lógica empregada para a construção do LHTO. Posteriormente, são feitas as avaliações do artefato, onde são confrontadas as curvas de aprendizagem, considerando o período em que se não aplicava o LHTO e o período de aplicação do LHTO.

Palavras-chave: treinamentos, curva de aprendizagem, metodologia ativa, hands-on

1. Introdução

Em um mundo de tantas mudanças, as empresas tentam dispor dos melhores funcionários, mas nem mesmo aquelas que estão no topo tecnológico podem prever quais habilidades serão necessárias às próximas gerações (SKURKOVA; FEJESAND; BAJOR, 2014). O treinamento é considerado um dos fatores essenciais para o desempenho operacional e tem como objetivo repassar conhecimento, capacitando profissionais para atender às expectativas das empresas. Além de proporcionar benefícios internos, os treinamentos também fortalecem a imagem das organizações, por desfrutarem de equipes qualificadas. (TORTORETTE, 2010).

Para as empresas, o conhecimento é superior a qualquer outra forma de imobilizações e riqueza, pois o aprendizado que ocorre no local de trabalho é essencial para o bom andamento das tarefas (SKURKOVA; FEJESAND; BAJOR, 2014). Uma forma de obter o conhecimento na prática, segundo Melo & Sant'Ana (2012), é através das Metodologias Ativas de Ensino e Aprendizagem (MAEA) que trazem o aprendiz para o centro da discussão, sendo ele o responsável pela construção do seu conhecimento.

Seguindo uma tendência mundial, no Brasil, as metodologias ativas são utilizadas em larga escala na formação de profissionais da área de saúde, onde a teoria é posta em prática em laboratórios propícios para o desenvolvimento de problemas reais (MELO; SANT'ANA, 2012). Essas metodologias estão, ainda, presentes em diversos cursos (Administração, Engenharias, Odontologia, Enfermagem, Medicina e cursos técnicos) nos quais a teoria não é suficiente para o desenvolvimento do profissional: os alunos são produtores do próprio conhecimento (SIMON; FRANCO, 2015).

Um tipo de metodologia ativa são as praticadas em laboratórios *Hands-on* (GRANDZOL; WYNN, 2011). Para Leite & Fernandes (2015), a aprendizagem prática realizada em laboratórios *Hands-on* é a chave para uma aprendizagem eficaz. Alguns educadores defendem que a Metodologia Ativa em laboratórios *Hands-on* enriquece a aprendizagem, reduzindo a lacuna existente entre teoria e prática, expondo o aprendiz a questões mais amplas, que são essenciais para melhorar a apreensão do conhecimento (ELBADAWI; MCWILLIAMS; TETTEH, 2010). Nesse contexto, percebe-se a importância da aplicação das Metodologias Ativas em laboratórios *Hands-on*, podendo ser replicadas em empresas que demandam um longo tempo para o treinamento dos funcionários, minimizando-o consideravelmente.

Assim, é objetivo desse estudo apresentar o desenvolvimento de um laboratório *Hands-on*, que possibilite aplicar um novo método para os treinamentos dos operadores em uma empresa metal-mecânica. O método desenvolvido tem como foco a minimização do tempo de aprendizagem dos funcionários em uma linha de montagem.

Este artigo está dividido em cinco seções além desta introdução. Em seguida serão apresentados os conceitos teóricos utilizados para desenvolver o trabalho. Na terceira seção, são apresentados os procedimentos metodológicos, bem como o método de pesquisa e o método de trabalho, detalhando os passos conduzidos pelos pesquisadores desse estudo. O desenvolvimento do artefato (método) está presente na quarta seção. A avaliação do artefato, considerações e sugestões serão apresentadas na quinta seção desta pesquisa. Na sexta, e última seção, serão apresentadas as conclusões desta pesquisa e as propostas para trabalhos futuros.

2. Referencial teórico

Ao longo desta seção, são abordados quatro tópicos centrais: Metodologia Ativa de Ensino e Aprendizagem (MAEA), laboratórios *Hands-on* e a importância dos programas de treinamentos em áreas fabris.

2.1 Metodologia ativa de ensino e aprendizagem

A Metodologia Ativa de Ensino e Aprendizagem (MAEA) é um modelo de ensino que prevê uma formação eficaz integrando teoria e prática, promovendo uma aprendizagem significativa, com autonomia e integralidade (MELO; SANT'ANA, 2012). Quando comparada com os métodos de ensino tradicionais, como a aula expositiva, os métodos ativos promovem uma aprendizagem superior do conteúdo, retendo as informações de maneira abrangente (BARBOSA; MOURA, 2014). As pessoas, ao invés de permanecerem passivas em aulas com formato de palestra, são inseridas no processo de aprendizagem, com mais autonomia e constantes desafios a serem superados (KUO; CALADO; CALARGE, 2015).

A aprendizagem ativa é caracterizada pelo forte envolvimento das pessoas na busca por conhecimento em simulações práticas e em projetos para a solução de problemas (SANTOS; ARNAUD; DUTRA, 2013). A aprendizagem ativa pode assumir muitas formas, como: simulações, aprendizagem cooperativa, atividades práticas, debates, palestras interativas e métodos de caso (GRANDZOL; WYNN, 2011).

Na Engenharia de Produção, a aprendizagem ativa é aplicada em dinâmicas, que simulam o comportamento de sistemas produtivos, proporcionando aos estudantes experimentar temas descritos em aulas expositivas (SANTOS; ARNAUD; DUTRA, 2013). Essas dinâmicas promovem a participação em simulações, que se diferenciam da simulação computacional, por necessitar de interações pessoais entre os participantes (SANTOS; ARNAUD; DUTRA, 2013).

2.2 Laboratório Hands-on

Laboratórios *Hands-on* são ambientes propícios que replicam a realidade com procedimentos que reforçam e aprofundam a compreensão conceitual teórica de um determinado assunto (CORTER et al., 2004). Esses ambientes possibilitam envolver aprendizes em experiências planejadas com materiais que facilitam a compreensão dos problemas envolvidos (MCCOMAS, 1996). De acordo com Ma e Nickerson (2006), esses ambientes desempenham um papel importante, por oferecerem um impacto abrangente na aprendizagem. Em laboratórios *Hands-on*, o foco é o desenvolvimento do aprendiz na busca por conhecimento, em que ele é o protagonista e o educador é responsável pela parte teórica (AZEVEDO; SCAVARDA-DO-CARMO, 1999). Esse método apoia conceitos teóricos que possibilitam o desenvolvimento intelectual na criação e investigação das situações propostas (CARLSON; SULLIVAN, 1999).

Além de possibilitar a aplicação de conceitos importantes da teoria, também proporcionam experiências com equipamentos, que possibilitam obter um conhecimento profundo no processo de aprendizagem (CORTER et al., 2004). Os equipamentos necessários estão fisicamente configurados para a execução do processo de aprendizagem, fornecendo dados reais e confrontando a teoria com a prática (MA; NICKERSON, 2006). De acordo com

Goldberg e Rank (2012), quanto mais os aprendizes se familiarizam com estes ambientes, melhor preparados estarão para adquirir o máximo de conhecimento.

Elbadawi, McWilliams e Tetteh (2010), afirmam que encontrar exercícios adequados com o objetivo de aumentar o aprendizado é sempre um desafio. Segundo Makarova e Langmann (2016), exercícios *Hands-on* facilitam o aprendizado, centrando-se fortemente em situações reais e não em exemplos e teorias. Esses exercícios são utilizados em alta escala em ambientes universitários, trazendo os alunos para experiências operacionais (TRABELSI, 2014). Conforme Peltsverger e Zheng (2010), os exercícios *Hands-on* são importantes na complementação de temas teóricos. Eles ajudam a educar estudantes e o público em geral sobre a ciência multidisciplinar e as tecnologias existentes. (CARLSON; SULLIVAN, 1999).

2.3 Treinamento

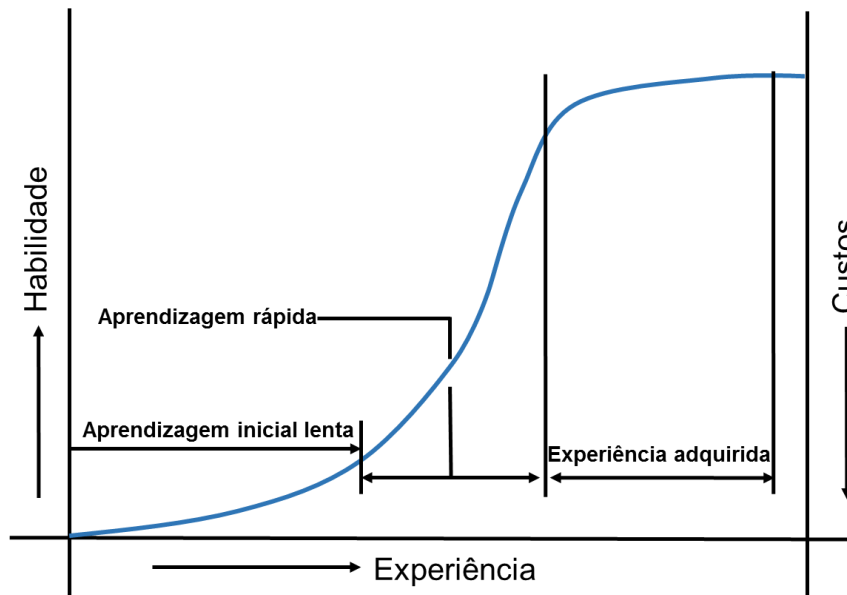
A importância do treinamento está associada a constantes mudanças no ambiente, que exigem um contínuo preparo das organizações em busca da competitividade, eficiência e estratégia produtiva (FERRAZ; VÁZQUEZ, 2016). De acordo com Skurkova, Fejesand e Bajor (2014), devido a estas constantes mudanças, as empresas buscam os melhores funcionários e reconhecem a importância de investir em treinamentos eficazes.

O treinamento desenvolve competências nas pessoas, tornando-as mais produtivas, criativas e inovadoras; desta forma, elas se tornam valiosas, contribuindo com os objetivos das organizações (SUCI; IDRUS, 2015; FERRAZ; VÁZQUEZ, 2016). O conhecimento dos trabalhadores é considerado um patrimônio humano e o sucesso das organizações depende de seu uso adequado, os outros bens são complementares (VIJAYABANU; AMUDHA, 2012). Para que haja interação eficaz entre colaboradores e bens, as empresas devem complementar a capacitação dos profissionais com cursos específicos que simulam problemas típicos da indústria (KUO; CALADO; CALARGE, 2015).

Assim, a curva de aprendizagem é uma ferramenta utilizada no monitoramento dos ciclos de produções repetitivos a que um operador é submetido (ANZANELLO; FOGLIATTO, 2007). A cada ciclo, o operador se familiariza com as ferramentas e melhora o desempenho acumulando experiência, demandando menos tempo para o cumprimento da tarefa (ANZANELLO; FOGLIATTO, 2005). Isso decorre em razão do aprimoramento na execução do trabalho e da habilidade adquirida na interação entre equipamento e trabalhador no ambiente de operação durante o aprendizado (LEITE; POSSAMAI, 2002).

A curva de aprendizagem é aplicada em duas extensões: uma se refere ao nível de saída de um indivíduo, e a outra a custos (MORRISON, 2008). Essa curva é representada graficamente, conforme Figura 1.

Figura 1 – Curva de Aprendizagem



Fonte: Adaptado de Morrison (2008).

Conforme Morrison (2008), inicialmente a aprendizagem é lenta, com o passar do tempo, a experiência adquirida proporciona a estabilidade do sistema, aumentando a produtividade e diminuindo os custos relacionados. Além disso, existem as técnicas de treinamentos específicas, que tem como objetivo facilitar o processo de aprendizado conforme as necessidades e finalidades de cada empresa, e são classificadas quanto ao uso, quanto ao tempo e local de aplicação (MARTINS, 2011; SANTOS, 2012; SOUZA; CHAGAS; SILVA, 2011).

3. Procedimentos metodológicos

O método de pesquisa mais adequado para responder ao problema do presente estudo é a *Design Science Research* (DSR), que é um método de pesquisa orientado para o desenvolvimento de algo novo, promoção de mudanças, criação de artefatos e soluções para problemas reais (DRESCH; LACERDA; ANTUNES JR, 2015). Para a realização de pesquisas que são conduzidas pelo método da DSR, Dresch, Lacerda e Antunes JR (2015) indicam 12 passos a serem seguidos. Este método será adaptado e utilizado no método de trabalho, bem como as saídas resultantes.

Para a elaboração do método de trabalho, foram adaptados os 12 passos sugeridos por Dresch, Lacerda e Antunes JR (2015). O método de trabalho empregado ao longo deste estudo é apresentado na Figura 2.

Figura 2: Método de trabalho

	MÉTODO PROPOSTO PELOS AUTORES Dresch, Lacerda e Antunes JR (2015)	MÉTODO DE TRABALHO	SAÍDAS
1	IDENTIFICAÇÃO DO PROBLEMA	IDENTIFICAÇÃO E CONSCIENTIZAÇÃO DO PROBLEMA: - Encontrar uma solução prática para um problema; - Análise de documentos.	PROBLEMA E OBJETIVOS IDENTIFICADOS E ENTENDIDOS
2	CONSCIENTIZAÇÃO DO PROBLEMA		
3	REVISÃO SISTEMÁTICA DA LITERATURA	REVISÃO SISTEMÁTICA DA LITERATURA: - Busca por referências nas bases de buscas, segundo RSL.	JUSTIFICATIVAS, DELIMITAÇÕES E REFERENCIAL BÁSICO
4	IDENTIFICAÇÃO DOS ARTEFATOS E CONFIGURAÇÃO DAS CLASSES DE PROBLEMA	IDENTIFICAÇÃO DOS ARTEFATOS E CONFIGURAÇÃO DAS CLASSES DE PROBLEMA: - Definição dos artefatos de referência para o projeto.	ARTEFATOS EXPLICITADOS NO REFERENCIAL TEÓRICO
5	PROPOSIÇÃO DE ARTEFATOS PARA RESOLVER O PROBLEMA ESPECÍFICO	PROPOSIÇÃO E PROJETO DO ARTEFATO, ENCONTRANDO A SOLUÇÃO PARA O PROBLEMA EM ESTUDO: - Analisar, adaptar e apresentar métodos do referencial; - Avaliar métodos do projeto, materiais necessários, apresentar e coletar feedback.	MÉTODO DE ELABORAÇÃO DESCRITO E DETALHAMENTO DE CONSTRUÇÃO DO MÉTODO PROPOSTO
6	PROJETO DO ARTEFATO SELECIONADO		
7	DESENVOLVIMENTO DO ARTEFATO	DESENVOLVIMENTO DO ARTEFATO: - Protótipo do artefato.	ESTADO FUNCIONAL DO ARTEFATO
8	AVALIAÇÃO DO ARTEFATO	UTILIZAÇÃO DO ARTEFATO EM UM AMBIENTE REAL, PROPONDO MELHORIAS: - Aplicação do protótipo no ambiente real; - Análise dos resultados, durante e após utilização do artefato.	MÉTODO APLICADO NO AMBIENTE FUNCIONAL E OPORTUNIDADES DE MELHORIAS IDENTIFICADAS
9	EXPLICITACÃO DAS APRENDIZAGENS	APRESENTAÇÃO DO TRABALHO FINAL E CONCLUSÕES: - Apresentação dos resultados para os envolvidos; - Exposição dos fatos de sucesso, resultados, decisões e limitações.	CONCLUSÕES E LIMITAÇÕES DA PESQUISA
10	CONCLUSÕES		
11	GENERALIZAÇÃO PARA UMA CLASSE DE PROBLEMAS	POSSIBILIDADE DE UTILIZAÇÃO DO ARTEFATO EM OUTROS CONTEXTOS: - Divulgação do estudo, para que seja aplicado em situações similares.	POSSIBILIDADE DE UTILIZAÇÃO DO ARTEFATO EM OUTROS ESTUDOS
12	COMUNICAÇÃO DOS RESULTADOS	DIVULGAÇÃO DO ESTUDO E DO ARTEFATO: - Submissão do estudo e do artefato.	PESQUISA FINALIZADA

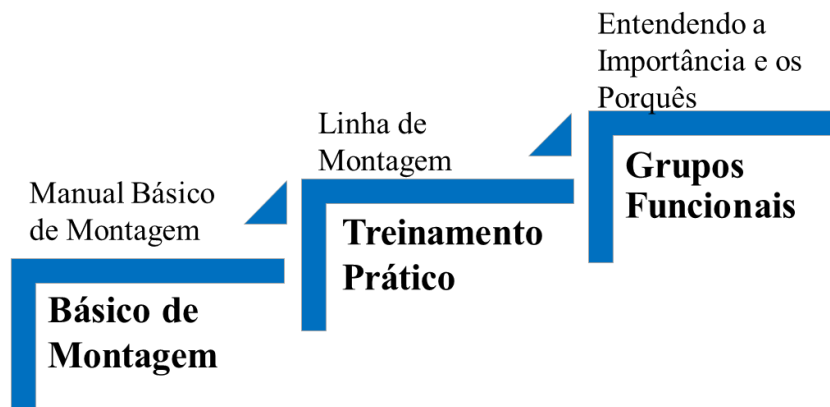
Fonte: Adaptado de Dresch, Lacerda e Antunes Jr. (2015).

O método de trabalho utilizado desdobrou, a partir dos 12 passos da DSR propostos por Dresch, Lacerda e Antunes JR (2015), a sequência de atividades realizados para a execução efetiva da pesquisa. Cada atividade foi devidamente detalhada ao longo do processo de pesquisa.

4. Desenvolvimento do artefato

Essa seção apresenta o projeto e desenvolvimento do Laboratório *Hands-on* para Treinamento de Operadores (LHTO) do setor de montagem da Empresa X, bem como o método a ser empregado para o treinamento de um operador. O método de treinamento aplicado no setor de montagem sem a presença de um local apropriado para adquirir o conhecimento é apresentado na Figura 2.

Figura 3 – Antigo método de treinamento para operadores do setor de montagem

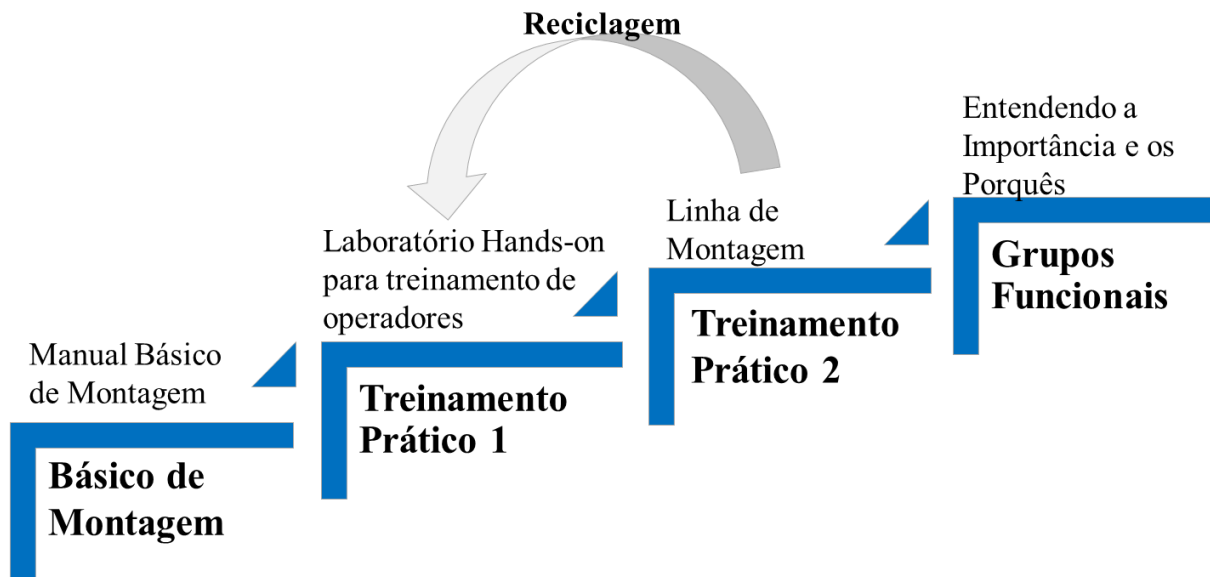


Fonte: Elaborado pelos autores (2017).

Para o treinamento de um funcionário novo sem um local apropriado, são necessárias três etapas: básico de montagem; treinamento prático realizado direto nas linhas de montagem; e grupos funcionais. O LHTO é uma das etapas do método de treinamento, que tem como finalidade, treinar operadores inexperientes recém-chegados ao setor de montagem da Empresa X, e os experientes que ocuparão uma nova operação no processo.

No processo de treinamento atual, a etapa no LHTO é inexistente, sendo realizado direto na linha de montagem. O operador se sente pressionado, necessitando um longo período de aprendizagem, pois não tem um ambiente adequado para o treinamento prático. Isso acaba por impactar negativamente a aprendizagem e a eficiência dos indicadores de produção. O novo método de treinamento para funcionários do setor de montagem com todas as etapas está representado na Figura 4.

Figura 4 – Novo método de treinamento para funcionários do setor de montagem

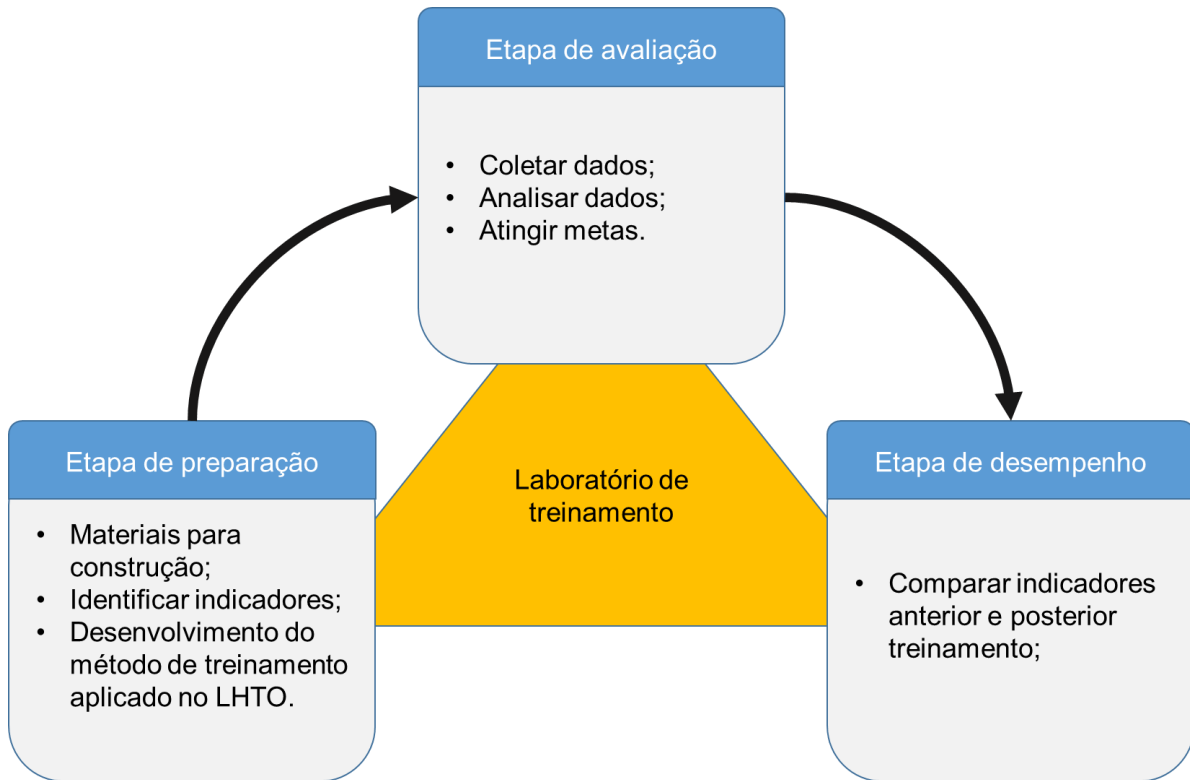


Fonte: Elaborado pelos autores (2017)

Com o novo método de treinamento, um operador inexperiente, ao chegar no setor de montagem, realiza quatro etapas de treinamento durante seu vínculo com a Empresa X: (i) o manual básico é um treinamento teórico, que descreve os produtos fabricados com seus componentes, suas características e suas finalidades funcionais. Também descreve a importância das ferramentas utilizadas na montagem e a importância de seguir as rotinas estabelecidas no processo; (ii) o treinamento prático 1 é realizado no LHTO (a etapa em desenvolvimento neste trabalho), que tem a finalidade de proporcionar um ambiente propício para a aprendizagem ativa e eficiente em busca da diminuição do tempo de aprendizagem; (iii) o treinamento prático 2 é realizado na linha de montagem, onde o operador ganha experiência e eficiência na operação; (iv) os grupos funcionais é um treinamento em que são formadas turmas de até vinte pessoas, com a finalidade de conscientizar sobre a funcionalidade, a importância da correta montagem e o que pode ocasionar um componente defeituoso ao produto, caracterizando os “Porquês”. Os operadores experientes que assumirão uma nova operação, para a qual ainda não estão treinados, devem passar pelo LHTO, caracterizando reciclagem e seguem o fluxo do método de treinamento.

A Figura 5 apresenta a lógica geral empregada para desenvolvimento do LHTO.

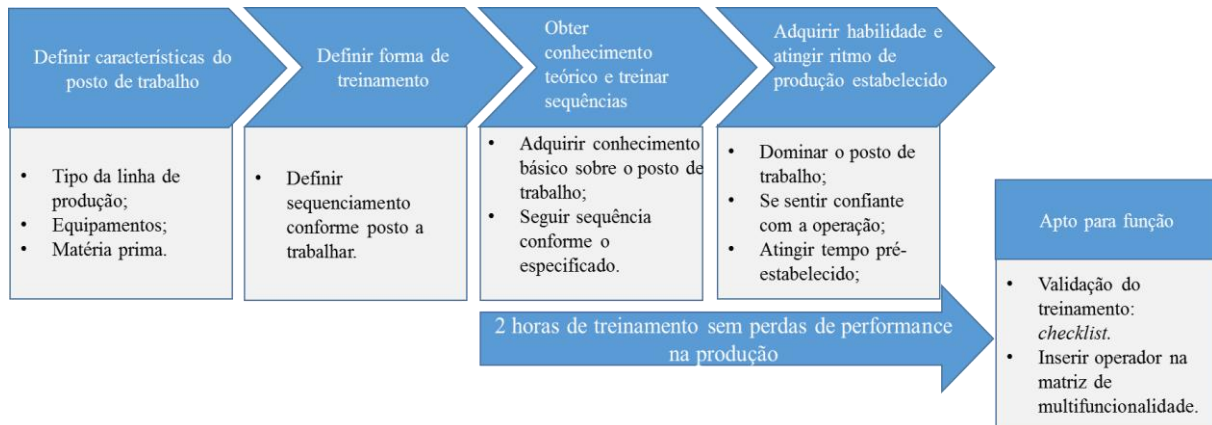
Figura 5 – Lógica geral para desenvolvimento do LHTO



Fonte: Elaborado pelos autores (2017).

Na etapa de preparação, os materiais de construção do LHTO são configurados de modo que possibilitem a simulação de uma operação do processo de montagem, considerando as características internas. Ainda nessa etapa, ocorre a identificação dos indicadores no método atual de treinamento dos operadores das linhas de montagem. Em seguida, para realizar o treinamento no LHTO, foi elaborado um método com passos importantes para a busca da aprendizagem ativa. O método utilizado durante o treinamento está apresentado na Figura 6.

Figura 6 – Método de Treinamento



Fonte: Elaborado pelos autores (2017).

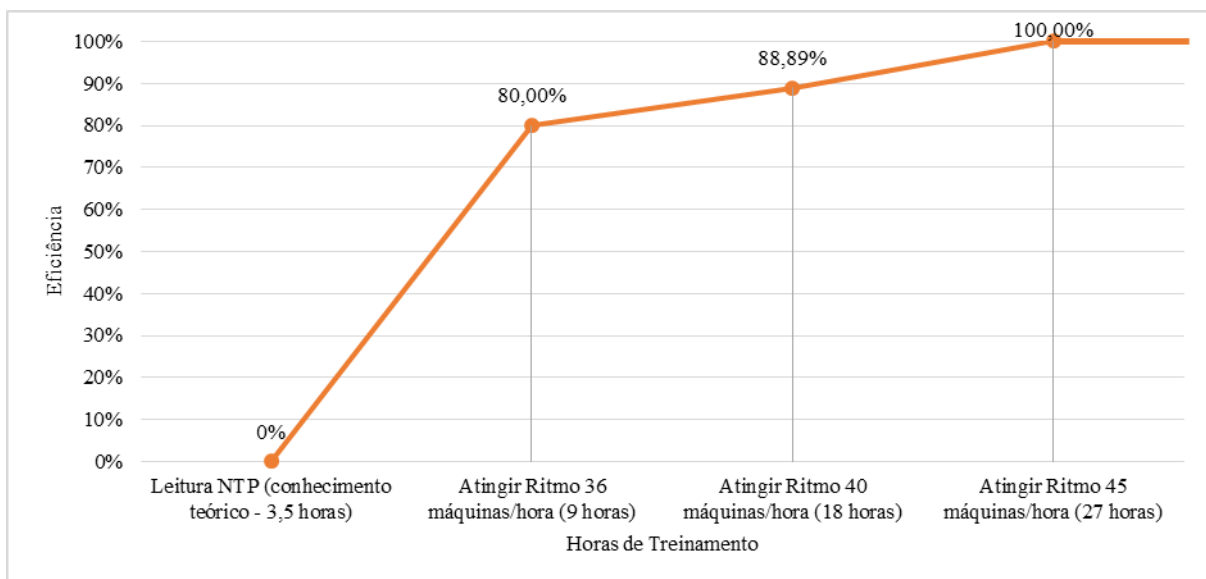
Na etapa de avaliação, são consideradas as técnicas e formulários necessários para coletar e analisar os dados durante o treinamento no LHTO. Sendo essa etapa fundamental para a avaliação do artefato. Destaca-se que na etapa de desempenho, são confrontados os dados coletados durante o treinamento com o método antigo e o novo método desenvolvido neste estudo. O objetivo dessa etapa, é verificar a eficiência do treinamento com o emprego do LHTO em relação ao método antigo, expondo a importância de um ambiente propício para o treinamento.

5. Avaliação do artefato

Nesta seção, com a utilização do artefato em forma de protótipo, são apresentadas as avaliações e as análises dos resultados obtidos. Serão avaliadas, analisadas e confrontadas as curvas de aprendizagem de operadores do setor de montagem da Empresa X, de dois momentos: durante o período em que não se aplicava o treinamento no LHTO; e durante a aplicação do treinamento no LHTO. Para realizar essa avaliação, foram consideradas duas linhas de montagem que são aptas para utilizarem o LHTO como apoio.

No mês de janeiro de 2016, foi realizado o treinamento de um operador na linha de montagem 1, não sendo produzidos 197 produtos do modelo P neste período. O Gráfico 1 apresenta a curva de aprendizagem deste período de treinamento.

Gráfico 1 – Curva de aprendizagem de um operador da linha de montagem 1.

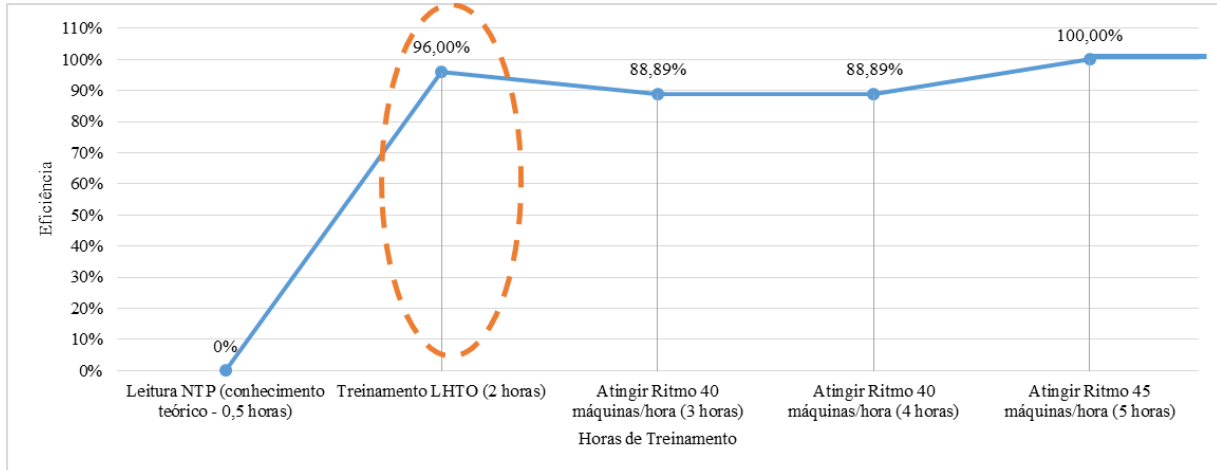


Fonte: Elaborado pelos autores de acordo com os dados disponibilizados pela Empresa X (2016).

Ao analisar o Gráfico 1, pode-se verificar que com a realização do treinamento do operador direto na linha de montagem 1 são demandadas 27 horas para que se atinja a estabilidade do processo. O processo inicia com a leitura da Norma Técnica de Processo (NTP), sendo necessárias 3,5 horas; no primeiro dia de treinamento, o operador atingiu 80% do ritmo necessário, no segundo dia 88,89% e a estabilidade do processo com 100% foi alcançada somente no terceiro dia.

No Gráfico 2, é apresentada a curva de aprendizagem do primeiro operador treinado no LHTO. Esse operador foi capacitado para trabalhar na linha de montagem 1, com o modelo de produto "P".

Gráfico 2 – Curva de aprendizagem do Operador1 da linha de montagem 1, treinado no LHTO.

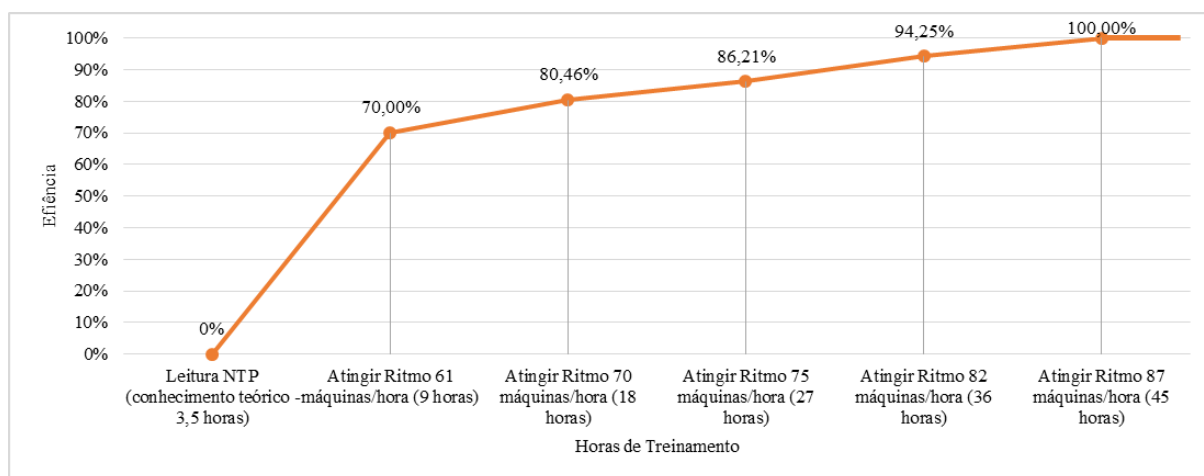


Fonte: Elaborado pelos autores de acordo com os dados disponibilizados pela Empresa X (2016).

No Gráfico 2, a eficiência do treinamento realizado no LHTO está destacada com um círculo oval laranja tracejado. O Operador 1, ao treinar no LHTO (ambiente mais propício), necessita apenas 0,5 horas para leitura da NTP e para adquirir o conhecimento teórico necessário. A eficiência obtida no LHTO pelo Operador 1 é superior ao praticado na linha, 96%, por este ser um ambiente livre da necessidade de atingir as metas de produção (um ambiente propício sem as pressões oriundas de uma linha de montagem), superando as expectativas de no mínimo 80% para aprovação do treinamento. Ao iniciar na linha de montagem, o Operador 1 mantém uma eficiência de 88,89% por 2 horas seguidas, atingindo a estabilidade do processo com 100% em 3 horas, totalizando 5 horas de treinamento. No total não foram produzidos somente 10 produtos do modelo P. O Operador 1, apesar de ter 3 anos de empresa, foi considerado novato na montagem, por ter sido remanejado de outro setor da Empresa X.

No mês de janeiro de 2016, foi realizado o treinamento de um operador na linha de montagem 2, deixando de ser produzidos 250 produtos do modelo F. O Gráfico 3 apresenta a curva de aprendizagem do período de treinamento.

Gráfico 3 – Curva de aprendizagem de um operador da linha de montagem 2.

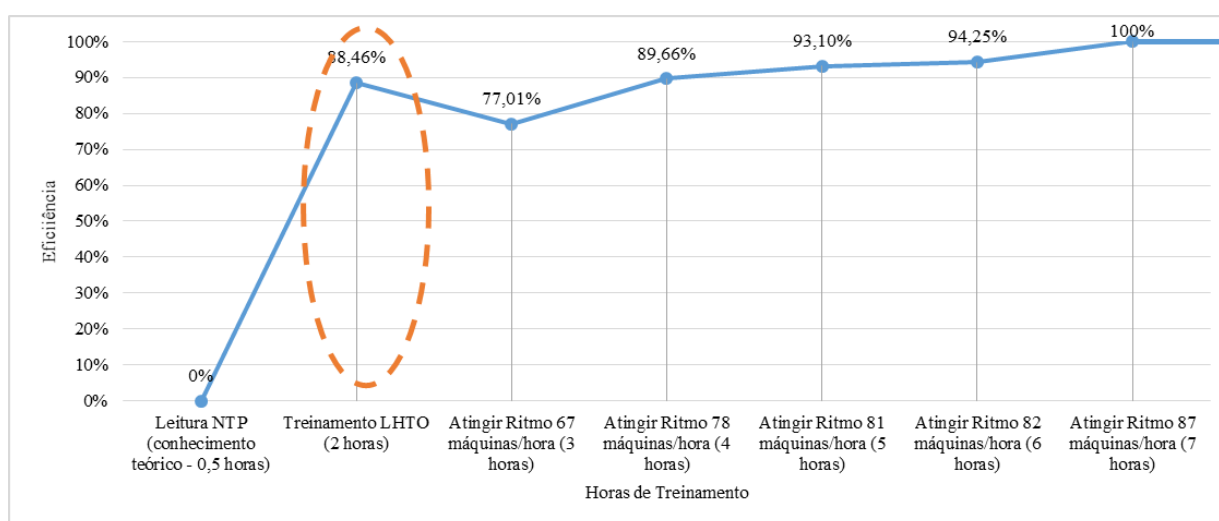


Fonte: Elaborado pelos autores de acordo com os dados disponibilizados pela Empresa X (2016).

Durante o treinamento realizado no mês de janeiro na linha de montagem 2, o operador em treinamento necessitou de 45 horas, cerca de cinco turnos, até que atingisse a estabilidade do processo em 100%. Quando comparados os treinamentos realizados no mês de janeiro, entre as linhas de montagem 1 e 2, é visível que o ambiente implica na aprendizagem, pois a linha 1 tem ritmo de produção menor que a linha 2. A linha 1 possui um ritmo de produção que alterna entre 22 e 45 máquinas/hora dependendo do produto a ser produzido. A linha 2, por sua vez, alterna entre 70 e 87 máquinas/hora, praticamente o dobro, sendo necessárias 18 horas a mais para estabelecer a eficiência de 100% do processo, com treinamentos diretos sem a utilização do LHTO.

O Operador 2 foi o primeiro a ser treinado no LHTO para linha de montagem 2 com o modelo do produto F. No Gráfico 4, é apresentada a curva de aprendizagem do Operador 2.

Gráfico 4 – Curva de aprendizagem do Operador 2 da linha de montagem 2, treinado no LHTO.



Fonte: Elaborado pelos autores de acordo com os dados disponibilizados pela Empresa X (2016).

O Operador 2 treinado no LHTO obteve uma eficiência de 89,13% durante as 2 horas de treinamento com o modelo do produto F. Depois disso, foi encaminhado para linha de

montagem 2, onde necessitou 5 horas para estabelecer o processo com 100% de eficiência – sendo necessário praticamente um turno (7 horas) de trabalho, 15,55% do tempo estabelecido, durante o treinamento realizado em janeiro direto na linha de montagem 2. Durante a realização do treinamento para o Operador 2 foram perdidos somente 61 produtos do modelo F.

6. Conclusões

Após a análise deste estudo, é possível verificar que o objetivo foi alcançado. Por meio da avaliação do artefato, verificou-se a minimização significativa do tempo de aprendizagem dos funcionários quando o mesmo utilizou o método de treinamento propiciado no laboratório *Hands-on* (LHTO).

O artefato desenvolvido apresenta algumas limitações por ser um protótipo. Apesar de ser um ótimo ambiente de aprendizagem, não pode replicar a realidade de mais uma operação por treinamento ao mesmo tempo, restringindo o número de operadores a um. Além disso, nem todas as operações podem ser replicadas, em função de equipamentos como prensas e cabines de testes de combustão dos produtos fabricados nas linhas de montagem. Devido a isso, as oportunidades identificadas neste trabalho podem ser utilizadas para o desenvolvimento do LHTO permanente do setor de montagem da Empresa X, tendo em vista que o artefato desenvolvido foi um protótipo que obteve resultados satisfatórios, mostrando-se útil para a diminuição do tempo necessário para a aprendizagem requerida pelos operadores da montagem. O método aqui apresentado pode ser utilizado ou adaptado para contextos que necessitem de um artefato semelhante ao apresentado, sendo uma oportunidade para trabalhos futuros.

Referências

- ANZANELLO, M. J.; FOGLIATTO, F. S. Alocação de modelos de produtos a equipes de trabalhadores baseada em modelos de curvas de aprendizagem. **Revista Produção**, v. 15, n. 2, p. 221–234, 2005.
- ANZANELLO, M. J.; FOGLIATTO, F. S. Curvas de aprendizado: estado da arte e perspectivas de pesquisa. **Gestão & Produção**, v. 14, n. 1, p. 109–123, 2007.
- AZEVEDO, M.; SCAVARDA-DO-CARMO, L. C. Sequential and Concurrent Teaching : Structuring Hands-On Methodology. **IEEE TRANSACTIONS ON EDUCATION**, v. 42, n. 2, p. 103–108, 1999.
- BARBOSA, E. F.; MOURA, D. G. DE. Metodologias Ativas De Aprendizagem No Ensino De Engenharia. **Proceedings of International Conference on Engineering and Technology Education**, p. 1–7, 2014.
- CARLSON, L. E.; SULLIVAN, J. F. Hands-on Engineering : Learning by Doing in the Integrated Teaching and Learning Program. **International Journal of Engineering Education**, v. 15, n. 1, p. 20–31, 1999.
- CORTER, J. E. et al. Remote Versus Hands-On Labs : A Comparative Study. **34th ASEE/IEEE Frontiers in Education Conference**, p. 17–21, 2004.
- DRESCH, A.; LACERDA, D. P.; ANTUNES JR, J. A. V. **Design science research: método de pesquisa para o avanço da ciência e tecnologia**. Bookman ed. Porto Alegre: [s.n.].
- ELBADAWI, I.; MCWILLIAMS, D. L.; TETTEH, E. G. Enhancing Lean Manufacturing Learning Experience Through Hands-On Simulation. **Simulation & Gaming**, v. 41, n. 4, p. 537–552, 2010.
- FERRAZ, F. A. D.; VÁZQUEZ, D. G. Measurement tool to assess the relationship between corporate social responsibility , training practices and business performance. **Journal of Cleaner Production**, v. 129, 2016.
- GOLDBERG, D. J. R.; RANK, D. B. A Hands-On , Active Learning Approach to Increasing Manufacturing Knowledge in Engineering Students A Hands-On , Active Learning Approach to Increasing Manufacturing Knowledge in Engineering Students. 2012.
- GRANDZOL, C.; WYNN, P. Retention , Motivation , and Enjoyment : An Exploratory Evaluation of the Effectiveness of Hands-On Learning. **Journal of the Academy of Business Education**, p. 137–156, 2011.
- KUO, C. C.; CALADO, R. D.; CALARGE, F. A. A utilização de metodologias ativas de aprendizagem em treinamentos de nivelamento de produção lean - estudo de caso em uma empresa multinacional no ramo de autopeças. **Gestão e Saúde**, v. 6, p. 1040–1055, 2015.
- LEITE, M. O.; POSSAMAI, O. A UTILIZAÇÃO DAS CURVAS DE APRENDIZAGEM NO PLANEJAMENTO DA CONSTRUÇÃO CIVIL. 2002.
- LEITE, S.; FERNANDES, S. Grandes Grupos : Relato de Experiência Large Group Problem-Based Teaching Strategy : Case Study. **REVISTA BRASILEIRA DE EDUCAÇÃO MÉDICA**, v. 39, n. 4, p. 607–613, 2015.
- MA, J.; NICKERSON, J. V. Hands-on, simulated, and remote laboratories. **ACM Computing Surveys**, v. 38, n. 3, p. 7–es, 2006.
- MAKAROVA, Y.; LANGMANN, R. Prototype of the Modern Hands-on Smart Lab for Automation Engineering. **2016 13th International Conference on Remote Engineering and Virtual Instrumentation (REV)**, n. February, p. 248–253, 2016.
- MARTINS, B. E. Impacto do treinamento no trabalho. 2011.
- MCCOMAS, W. F. The Nature of the Laboratory Experience: A Guide for Describing, Classifying, and Enhancing Hands-On Activities. **CSTA Journal**, v. 6, n. December, p. 9, 1996.
- MELO, B. DE C.; SANT'ANA, G. A prática da Metodologia Ativa: compreensão dos discentes enquanto autores do processo ensino-aprendizagem. **Com. Ciências Saude**, v. 23, n. 4, p. 327–339, 2012.
- MORRISON, J. B. Putting the learning curve in context. **Journal of Business Research**, v. 61, p. 1182–1190, 2008.
- PELTSVERGER, S.; ZHENG, G. Hands-on Privacy Labs. **Proceedings - 10th IEEE International Conference on Computer and Information Technology, CIT-2010, 7th IEEE International Conference on Embedded Software and Systems, ICESS-2010, ScalCom-2010**, p. 985–990, 2010.
- SANTOS, L. C.; ARNAUD, L. DE M.; DUTRA, J. B. Aplicação De Uma Dinâmica Para O Ensino-Aprendizagem Da Matriz Produto-Processo. **Encontro Nacional de Engenharia de Produção**, 2013.
- SANTOS, L. F. DOS. TREINAMENTO: um estudo de caso no departamento financeiro da Prefeitura Municipal de Paracatu - MG. 2012.
- SIMON, F. C.; FRANCO, L. F. DE R. ESTUDO DAS METODOLOGIAS ATIVAS NO ENSINO SUPERIOR : REVISÃO SISTEMÁTICA. **B. Téc. Senac**, v. 41, p. 24–35, 2015.
- SKURKOVA, K. L.; FEJESAND, C.; BAJOR, P. The Benefits of Hands-on Learning in Small and Medium Enterprises – an Interactive Way to Enhance Human Capital Potential. **Proceedings of the European Conference on Intellectual Capital**, p. 226–232, 2014.
- SOUZA, A. V. DE; CHAGAS, F. A.; SILVA, C. E. Jogos de empresas como ferramenta de treinamento e

desenvolvimento. **Revista Brasileira de Administração Científica**, v. 2, n. 2, p. 5–23, 2011.

SUCI, R. P.; IDRUS, M. S. I. The Influence of Employee Training and Discipline Work against Employee Performance PT . Merpati Nusantara Airlines (Persero). **Review of European Studies**, v. 7, n. 11, p. 7–14, 2015.

TORTORETTE, M. **A importância da aplicação de treinamento nas organizações _ Portal Carreira & Sucesso**, 2010.

TRABELSI, Z. Enhancing the comprehension of network sniffing attack in information security education using a hands-on lab approach. **Proceedings of the 15th Annual Conference on Information technology education - SIGITE '14**, p. 39–44, 2014.

VIJAYABANU, C.; AMUDHA, R. A STUDY ON EFFICACY OF EMPLOYEE TRAINING: REVIEW OF LITERATURE. **Business: Theory and Practice**, v. 13, n. 3, p. 275–282, 2012.