

Estudo de caso sobre o uso de dinâmicas para o ensino de ferramentas da qualidade para engenharia

Case study on the use of dynamics to teach quality tools to engineers

Renata Miliani Martinez(1); Edgard Robles Tardelli(2)

1 Universidade de Sorocaba, Sorocaba-SP, Brasil.

E-mail: renata.martinez@prof.uniso.br | ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7643-871X>

2 Universidade de Sorocaba, Sorocaba-SP, Brasil.

E-mail: edgard.tardelli@prof.uniso.br | ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7668-0298>

Revista Brasileira de Ensino Superior, Passo Fundo, vol. 4, n. 3, p. 74-90, Julho-Setembro, 2018 - ISSN 2447-3944

[Recebido: Janeiro 15, 2018; Aceito: Setembro 05, 2019]

DOI: <https://doi.org/10.18256/2447-3944.2018.v4i3.2387>

Endereço correspondente / Correspondence address

Renata Miliani Martinez

Sala dos professores Bloco F - Universidade de Sorocaba.

Rodovia Raposo Tavares km 92,5 - CEP 18023-000,

Sorocaba - SP, Brasil

Sistema de Avaliação: *Double Blind Peer Review*

Editora: Thaísa Leal da Silva

Como citar este artigo / How to cite item: [clique aqui/click here!](#)

Resumo

O ensino superior em engenharia é voltado ao desenvolvimento de jovens e adultos para atuação em ambientes empresariais que requerem habilidades sociais como o trabalho em equipe e o raciocínio lógico. Para tanto, as metodologias ativas de ensino podem facilitar a aprendizagem de conteúdos teóricos densos e promover sua conexão com a prática, principalmente para o ensino andragógico. Assim, o presente trabalho tem como objetivo aplicar uma metodologia ativa de ensino adaptada do método PBL (*Problem-Based Learning*), conhecida como jogos empresariais, durante a disciplina de processos gerenciais e gestão da qualidade para o curso de Engenharia Química. As aulas foram divididas em uma parte teórica e outra prática orientada para o desenvolvimento de um produto em uma produção simulada em sala de aula, em três lotes produtivos. Os alunos, divididos em grupos, foram responsáveis pela coleta de dados, análise e aplicação das ferramentas de gestão da qualidade em seus processos, visando a entrega de um dossiê escrito ao final da disciplina e a realização de avaliações individuais. Os resultados indicaram a viabilidade na aplicação da metodologia, verificada pelo engajamento dos alunos na participação das atividades propostas. Os alunos também indicaram que a metodologia foi interessante e auxiliou no processo de aprendizado em grupo, também confirmado pelo bom rendimento da turma nas avaliações individuais. Este trabalho contribui para a reprodutibilidade no uso dessa metodologia para disciplinas de engenharia e sustenta os benefícios na exploração de metodologias ativas de ensino.

Palavras-chave: Engenharia. Metodologias ativas de ensino. Aprendizado.

Abstract

Higher education in engineering is geared towards the development of young people and adults to work in business environments that require social skills such as teamwork and logical thinking. For this purpose, active teaching methodologies can facilitate dense theoretical contents learning and promote their connection with practice, especially for andragogic teaching. Therefore, the present work aims to apply an active teaching methodology adapted from the PBL (*Problem-Based Learning*) method, known as business games, during the discipline of management processes and quality management for the Chemical Engineering course. The classes were divided in theoretical and practice parts oriented to the development of a product in a simulated classroom production, in three productive batches. The students, divided into groups, were responsible for collecting data, analyzing and applying the quality management tools in their processes, aiming at the delivery of a written dossier at the end of the course and individual assessments. The results indicated the feasibility in the application of the methodology, verified by the engagement of the students in the participation of the proposed activities. The students also indicated that the methodology was interesting and aided in the process of group learning, also confirmed by the good performance of the class in the individual evaluations. This work contributes to the reproducibility in the use of this methodology for engineering disciplines and supports the benefits in the exploration of active teaching methodologies.

Keywords: Engineering. Active learning methodologies. Learning.

1 Introdução

Os métodos tradicionais de ensino são baseados na centralização do professor e geralmente contam com pouca participação dos alunos (ALTHOFF et al., 2009). Os conhecimentos são construídos gradativamente trazendo os conceitos teóricos e por fim apresentando a aplicação dos mesmos em situações cotidianas, no entanto pouca ênfase é dada aos motivos pelos quais aquele conhecimento está sendo adquirido.

Desta forma, os alunos passam a apresentar dificuldades na prática de atividades em etapas mais avançadas dos cursos, indicando pouca retenção dos conteúdos teóricos. Esta situação é particularmente observada em cursos de engenharia, onde o desenvolvimento de habilidades como senso crítico e resolução de problemas aplicando os conceitos teóricos obtidos na formação são essenciais e característicos da profissão (DYM et al., 2013). Bordenave e Pereira (2008) pontuaram as maiores deficiências no ensino superior e entre elas está o uso excessivo de aulas expositivas por parte do corpo docente.

Dependendo da disciplina lecionada, as aulas expositivas são essenciais para a transmissão das informações, porém é possível adicionar a elas algumas atividades mais práticas, que possam estimular a participação dos alunos. Como exemplo, pode-se destacar o uso de atividades lúdicas, que quando bem planejadas, organizadas e orientadas podem favorecer o processo de aprendizagem (MACEDO, 2005). Neste sentido, existem diversas metodologias de ensino desenvolvidas para auxiliar o processo de aprendizagem, sendo as metodologias ativas as mais indicadas. Estes tipos de metodologia centralizam os alunos e os desafiam com atividades que exigem proatividade, colaboração e responsabilidade sobre sua própria aprendizagem (LACRUZ, 2004). As principais metodologias de ensino estão listadas na tabela 1.

Tabela 1. Principais metodologias ativas de ensino
(Adaptado de PRINCE; FELDER, 2013)

Metodologia	Funcionamento
Questionário guiado	Questões ou problemas que trazem situações para contextualizar os conceitos a serem discutidos
Baseada de problemas	Problemas reais contextualizando os conceitos a serem discutidos
Baseada em projetos	Grandes projetos contextualizando os conceitos a serem discutidos
Baseada em estudos de caso	Estudos de caso contextualizando os conceitos a serem discutidos
Descobertas	Alunos descobrem os conceitos sozinhos
“Just-in-time”	Alunos completam e submetem exercícios conceituais eletronicamente e o professor ajusta os conteúdos baseado nas respostas obtidas

Para o ensino de conceitos de engenharia, o uso de técnicas como PBL (*Project-Based Learning* = Metodologia baseada em projetos ou *Problem-Based Learning* = Metodologia baseada em problemas) apresenta vantagens quando aplicado a componentes isolados dentro de programas tradicionais de ensino ou quando usado como sistema de ensino de todo o programa, sendo uma das metodologias mais utilizadas pelos professores (RIBEIRO, 2008; YADAV et al., 2011). A aplicação do método PBL para uma disciplina introdutória à engenharia mecânica em uma universidade em Israel demonstrou satisfação por parte dos alunos, que apontaram o desenvolvimento de habilidades interpessoais e a facilitação de conhecimentos multidisciplinares (FRANK et al., 2003).

No entanto, a aplicação do PBL em todo o programa oferecido para engenharia de sistemas de energia elétrica na Austrália levantou alguns questionamentos quanto à superficialidade das informações do conteúdo coberto e, em particular, se o PBL pode ser aplicado a disciplinas especializadas sem comprometer a cobertura das necessidades técnicas. Apesar das preocupações, a avaliação dos alunos indicou boa retenção dos conteúdos e desenvolvimento de habilidades úteis para os profissionais da área (HOSSEINZADEH; HESAMZADEH, 2012).

Partindo do PBL, existem variações desta metodologia, que propõem atividades simuladas e controladas visando mimetizar situações reais. Nestes casos, também são necessárias avaliações críticas, tomada de decisões rápidas e trabalho em equipe para se atingir o objetivo final. Dentre essas atividades o uso de dinâmicas e jogos empresariais é bem aceito por professores e alunos, trazendo a mescla entre diversão e aprendizagem (SAUAIA, 1995). O uso dessas ferramentas não é recente, visto que desde a década de 50 eram utilizados em cursos de graduação e pós-graduação em universidades americanas (SAUAIA, 1995).

Já no Brasil, os primeiros relatos datam da década de 80, voltado ao ensino de administração e posteriormente passaram a ser aplicadas em outras áreas do conhecimento (GRAMIGNA, 1993). Mais recentemente, Xavier e Xavier (2017) implementaram o uso de jogos para a aprendizagem de conceitos matemáticos aos alunos ingressantes nos cursos de engenharia em Minas Gerais e obtiveram melhora no desempenho das turmas submetidas à metodologia.

Além do sucesso intrínseco dessas metodologias, os alunos do ensino superior especificamente são o alvo mais indicado ao uso de novas formas de aprendizado. O ensino de adultos, conhecido como andragogia, apresenta características particulares, visto que os alunos possuem conhecimentos prévios e que muitas vezes já utilizam os conceitos abordados em sala de aula em suas profissões, porém ainda sem conhecimento teórico bem estabelecido. Este tipo de aluno exige maior interconexão de teoria e prática, para que possa compreender os conceitos e aplicá-los corretamente. E ainda, os adultos tendem a apresentar maior autonomia sobre seu próprio aprendizado, o que corrobora com os objetivos das metodologias ativas de ensino (FRANCO; SERBEIT, 2017).

Dentre as diversas possibilidades para o desenvolvimento dessas metodologias de ensino, disciplinas com conteúdo teórico denso, porém com alta aplicabilidade empresarial podem ser destacadas. As disciplinas de gerenciamento voltadas ao conhecimento das ferramentas de gestão da qualidade apresentam um grande potencial, visto que são facilmente correlacionáveis com situações empresariais cotidianas. Dentre as ferramentas de gestão da qualidade destacam-se os princípios de produção enxuta, normas da qualidade e controles de processo que visam a redução de perdas, melhoria contínua e aumento de produtividade (SLACK et al., 2009).

Para o ensino de ferramentas da gestão da qualidade especificamente, destacam-se os trabalhos de Althoff e colaboradores (2009) e Batista e colaboradores (2011) através de uma simulação de uma montadora de canetas e de uma produtora de barcos de papel, respectivamente. Ambos os grupos concluíram que o uso dessa metodologia de ensino foi benéfico à retenção do conhecimento aos alunos de engenharia de produção. No entanto, visto que a grade do curso de engenharia de produção possui diversas disciplinas voltadas ao desenvolvimento de produtos, surge a necessidade de avaliar se estas metodologias também funcionariam para outros cursos de engenharia, menos familiares a este processo de criação.

Assim, o presente trabalho tem como objetivo adaptar a metodologia de PBL para um jogo empresarial que simula o processo de produção em sala de aula visando a aplicação dos conceitos de processos gerenciais de gestão da qualidade para a engenharia química.

2 Metodologia

A metodologia apresenta caráter descritivo qualitativo (FREITAS; JABOUR, 2011), visando apresentar as características da população avaliada em relação à aplicação dos jogos empresariais como adaptação do método PBL. A população em análise se trata de uma turma de 62 alunos do décimo semestre do curso de Engenharia Química da Universidade de Sorocaba durante a disciplina de processos gerenciais de gestão da qualidade. A metodologia foi inspirada nos modelos descritos por Althoff e colaboradores (2009) e Batista e colaboradores (2011) e modificada para adequação ao conteúdo.

Trata-se de um estudo de caso, cujo protocolo de estudo está baseado em três etapas: aplicação da metodologia, análise qualitativa dos trabalhos apresentados e análise qualitativa do rendimento dos alunos.

A aplicação da metodologia foi definida de forma que desde o primeiro dia de aula os alunos foram notificados sobre o uso da metodologia de ensino, que conta com períodos de discussão em grupo logo após a apresentação do conteúdo teórico semanalmente. Inicialmente os alunos foram divididos em grupos de 6 a 10 alunos e os mesmos foram responsáveis pela divisão de tarefas na forma de cargos de uma empresa (gerente, analista da qualidade, operador de produção e analista da garantia da qualidade).

Cada grupo escolheu um produto a ser produzido dentro da sala de aula com materiais de fácil acesso e que tivesse uma determinada especificação para que o controle de qualidade pudesse avaliar. Os turnos de produção foram definidos em 30 minutos e neste período os alunos deveriam produzir o máximo de unidades do produto possíveis. Cada grupo realizou a etapa de produção três vezes durante o semestre, totalizando três lotes de produção do mesmo produto.

A cada lote de produção os alunos discutiam em grupos visando utilizar as ferramentas da qualidade apresentadas na aula teórica para as etapas de planejamento, execução, controles de processo, checagem e padronização de produto. Todos os dados foram coletados pelos grupos e apresentados na forma de um dossiê escrito entregue ao final do semestre. O cronograma da disciplina foi definido conforme descrito na Tabela 2, respeitando a ementa da Instituição.

Tabela 2. Cronograma das aulas da disciplina

Aula	Conteúdo teórico	Conteúdo prático
Aula 1	Apresentação da disciplina e introdução aos processos gerenciais e gestão da qualidade	-
Aula 2	Fundamentos da gestão da qualidade – Abordagem estruturada para resolução de problemas de qualidade: MASP	Formação de equipes e escolha do produto
Aula 3	<i>Lean Manufacturing</i> , Sistema 5S, Kaizen Ciclo PDCA, TPM, Muda	Definição do plano de trabalho com base em PDCA, TPM e Muda
Aula 4	As sete ferramentas básicas da qualidade: folha de verificação, carta de controle, gráfico de pareto e estratificação	Primeiro lote de produção (coleta de dados iniciais, definição de especificação e capacidade produtiva)
Aula 5	As sete ferramentas básicas da qualidade: diagrama causa-efeito, histograma e diagrama de correlação	Verificar erros no processo e suas causas com diagrama de <i>Ishikawa</i>
Aula 6	Apresentação das normas de gestão da qualidade (ISO, TS, QS, BPF)	Segundo lote de produção (coleta de dados)
Aula 7	As sete novas ferramentas da qualidade: diagrama de afinidade, diagrama de relação, diagrama de árvore	Verificar erros no processo e suas causas com os diagramas de afinidade, relação e árvore.
Aula 8	As sete novas ferramentas da qualidade: diagrama de matriz, matriz de priorização, diagrama PDPC e diagrama de setas	Construir diagrama PDPC do processo de obtenção do produto e matriz GUT com os problemas verificados na aula anterior
Aula 9	TQM e metrologia	Terceiro e último lote de produção (coleta de dados)

A análise qualitativa dos trabalhos foi apresentada pelas evidências de utilização das ferramentas da qualidade pelos grupos em decorrência da entrega do dossiê escrito.

Cada grupo entregou um dossiê escrito, contemplando todas as etapas da produção simulada, os dados obtidos e a aplicação das ferramentas da qualidade.

A análise qualitativa do rendimento dos alunos foi apresentada de duas maneiras. Primeiro pela distribuição das notas obtidas nas duas avaliações individuais da disciplina e segundo, pela apresentação dos resultados subjetivos de opinião individual dos alunos sobre o uso a metodologia. Os alunos foram submetidos a um questionário não mandatário ao final de disciplina contendo a seguinte questão: “Você acredita que a metodologia de simulação de produção em sala de aula te ajudou a compreender melhor os conceitos teóricos apresentados nas aulas?”. As respostas obtidas foram quantificadas, sem caráter estatístico, para a avaliação da aceitação da metodologia por parte dos alunos.

3 Resultados e discussão

Os resultados apresentados foram retirados dos dossiês escritos entregues pelos grupos. Na etapa de divisão de grupos, tarefas e escolha do produto os alunos apresentaram bastante criatividade. Foram apresentados os exemplos dos trabalhos da montadora de canetas e confecção dos barcos, porém apenas um grupo optou por construir um barco. Os produtos escolhidos estão descritos na Tabela 3.

Tabela 3. Produtos e objetivos definidos pelos alunos

Grupos	Integrantes	Produto	Objetivo
1	7 alunos	Barco de EVA	Construir barcos com papelão e EVA capazes de flutuar na água carregando uma carga determinada por um certo período de tempo
2	6 alunos	Jogo infantil com sapos de origami	Construir um kit para jogo infantil com sapos de origami com 4 cores diferentes que saltam para um alvo em forma de tulipa de origami
3	9 alunos	Coração de origami	Construir corações de origami para envio de recados em duas colorações distintas
4	9 alunos	Pulseira de miçanga	Construir pulseiras de miçanga com cores diferentes
5	11 alunos	Mouse anti-stress	Construir um mouse feito de bexiga e uma mistura de amido de milho e água para apoio de mão em computador ou para função de relaxamento
6	9 alunos	Balões de festa junina	Construir balões de festa junina em 4 cores diferentes
7	10 alunos	Lápis ecológico	Construir kit de lápis com sementes na ponta a fim de serem plantados após o uso

Com base nos produtos escolhidos, os alunos definiram os cargos dentro da empresa e desenvolveram procedimentos operacionais padrão (POPs) para orientar

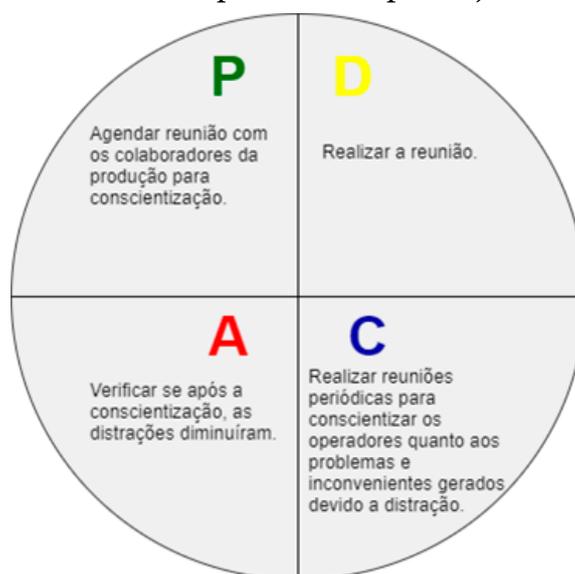
os operadores de produção. O POP mais detalhado foi referente ao grupo 2 devido à complexidade de execução do origami, enquanto o POP mais simples foi o do grupo 7, desenvolvido para a produção dos lápis ecológicos (Tabela 4). Os alunos relataram a dificuldade dos gerentes em descrever as ações para os operadores de produção, tal qual ocorre em um ambiente corporativo. Também foram necessárias as confecções de folhas de verificação, personalizadas por cada grupo para atender aos requisitos da qualidade descritos para cada produto.

Tabela 4. POP para construção de lápis ecológico (Grupo 7)

Etapa	Procedimento
1	Abrir as cápsulas vazias
2	Apontar a ponta de traz do lápis, para que a cápsula se encaixe melhor
3	Utilizar a parte menor da cápsula aberta para quantificar as sementes que serão transferidas para a parte maior da cápsula
4	Fixar a parte maior da cápsula contendo as sementes ao lápis
5	Embalar o lápis juntamente com a instrução de uso na embalagem
6	Lacrar a embalagem com auxílio de um grampeador
7	Passar para o controle de qualidade para as análises de: padrão da impressão das instruções, tamanho dos lápis, tamanho da embalagem, posicionamento da cápsula no lápis

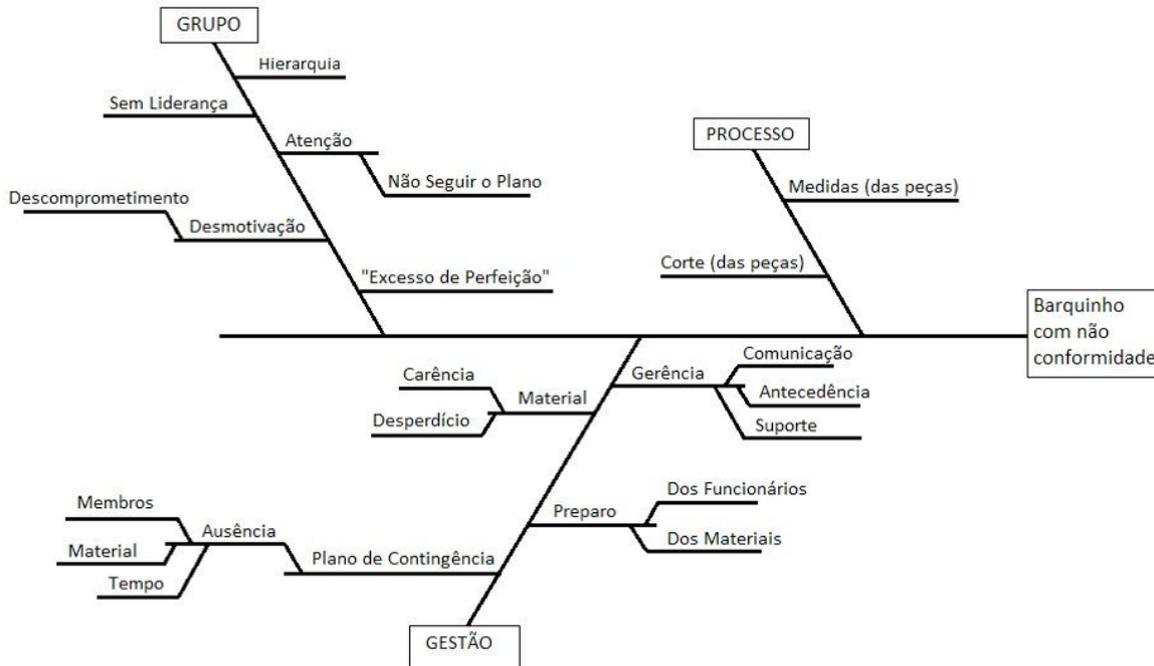
Posteriormente, os alunos descreveram o planejamento de suas ações através da ferramenta ciclo PDCA. Todos os grupos utilizaram a ferramenta com facilidade e em muitos momentos durante o semestre a fim de verificar os erros e padronizar os processos. Como exemplo, o grupo 4 desenvolveu um ciclo PDCA para a adequação de distrações que ocorriam durante o processo (Figura 1).

Figura 1. Exemplo de Ciclo PDCA do grupo 4 a fim de sanar os problemas de distrações que ocorreram durante o processo de produção das pulseiras de miçangas



Após o primeiro lote, os alunos elaboraram diagramas de Ishikawa para definir as possíveis fontes de erros em seus processos produtivos. Os grupos não apresentaram dificuldade em utilizar essa ferramenta e alguns grupos foram bastante detalhistas em suas descrições de problemas, como exemplo o grupo 1, que descreveu os problemas apontados na produção dos barcos de EVA (Figura 2).

Figura 2. Diagrama de Ishikawa contendo as fontes de erros na produção dos barcos de EVA (Grupo 1)



Outra ferramenta da qualidade para encontrar as causas de problemas explorada pelos alunos foi o diagrama de árvore, conforme exemplo do grupo 3 (Figura 3) e o diagrama de relações, conforme exemplo do grupo 5 (Figura 4).

Figura 3. Diagrama de árvore para as causas de problemas encontrados na produção dos corações de origami (Grupo 3)

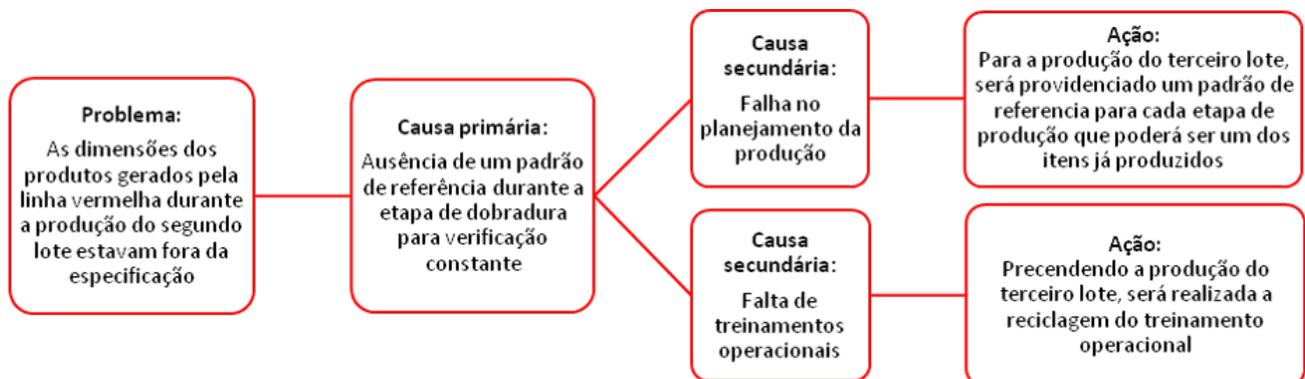
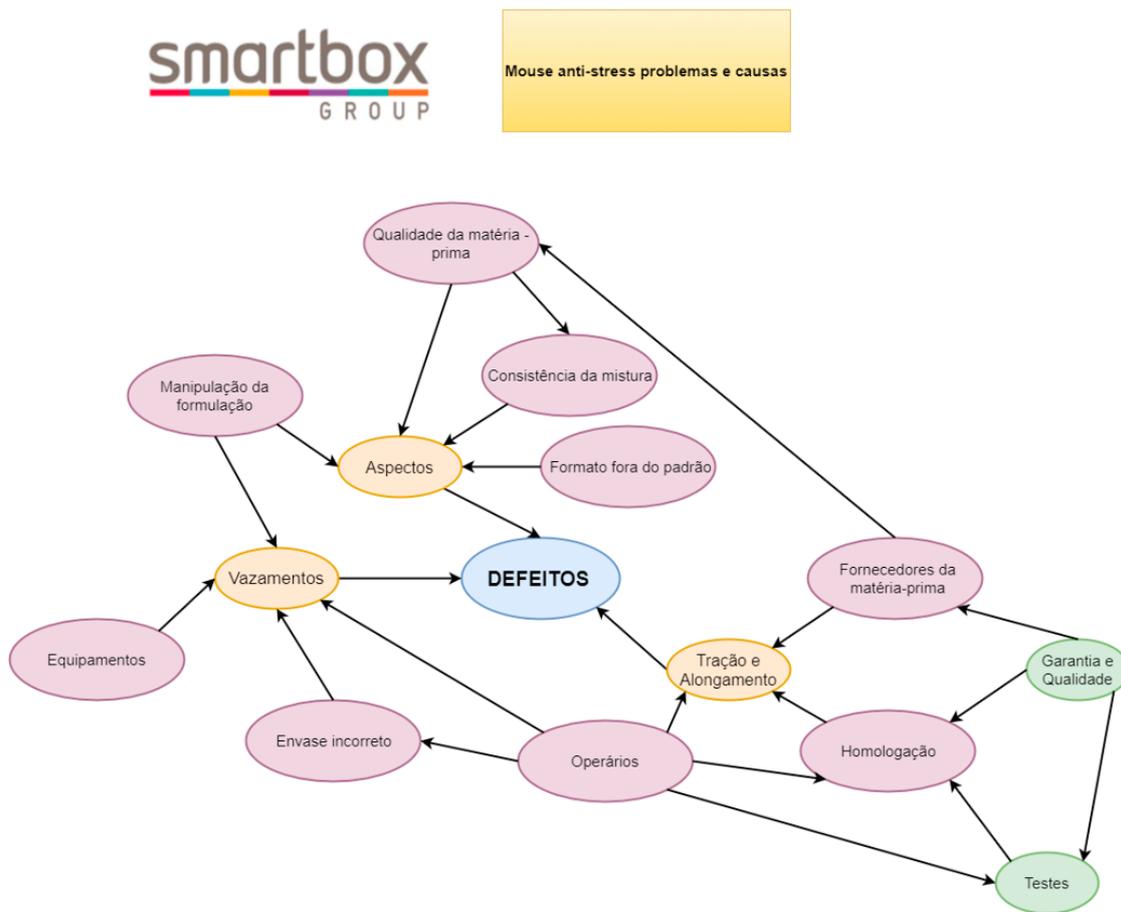
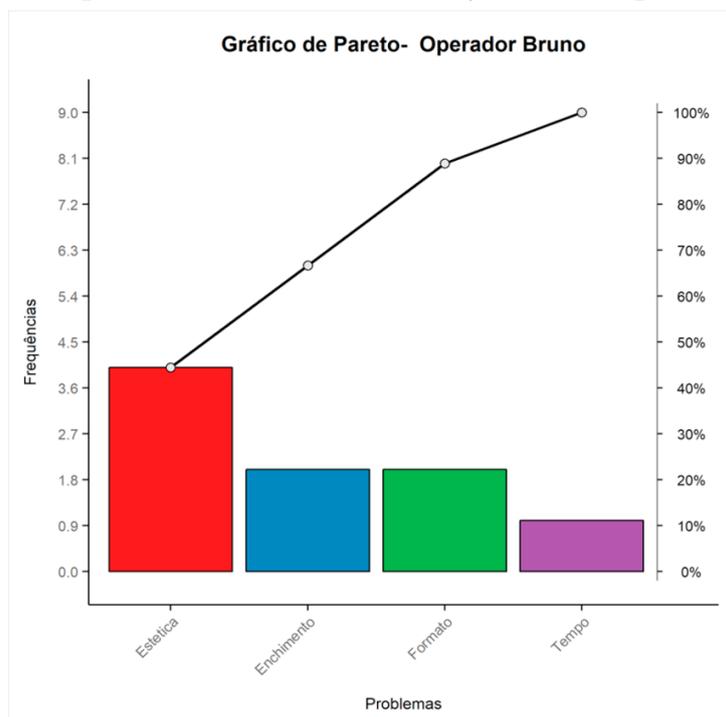


Figura 4. Diagrama de relações contendo as causas de problemas relatados na produção do mouse anti-stress (Grupo 5)



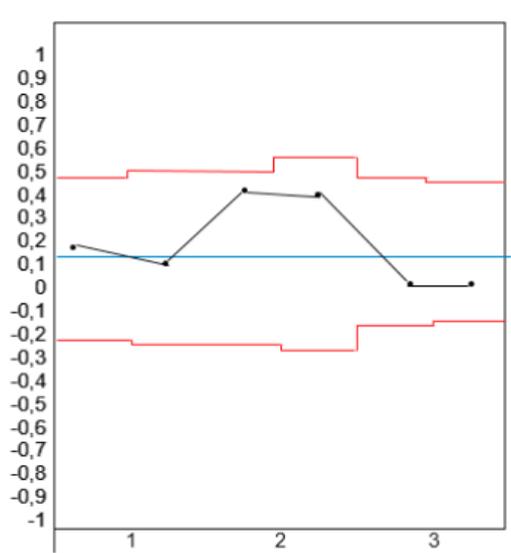
Os defeitos foram quantificados no decorrer dos três lotes de produção a fim de fazer uma análise quantitativa do processo. Para isso, a ferramenta do gráfico de Pareto foi a mais utilizada pelos alunos, que apresentaram bastante facilidade em entender o conceito e aplicá-lo. Como exemplo, a análise realizada pelo grupo 6 para a avaliação dos defeitos que ocorreram nos balões de festa junina (Figura 5). Este grupo optou por analisar os defeitos individuais de cada operador de produção, para que pudessem tomar ações específicas.

Figura 5. Gráfico de Pareto contendo as maiores fontes de erro de um dos operadores de produção de balões de festa junina (Grupo 6)



Uma das ferramentas de controle estatístico com maior dificuldade para entendimento e aplicação pelos alunos foram as cartas de controle. No entanto, o grupo 5, selecionou corretamente as cartas tipo “u” para avaliar se o processo de produção do mouse anti-stress estava ocorrendo em controle estatístico. Eles consideraram as não conformidades ocorridas em todos os lotes de produção para a avaliação e chegaram à conclusão que as flutuações estavam dentro do controle estatístico e que os erros eram inerentes à matéria prima (amido) utilizado (Figura 6).

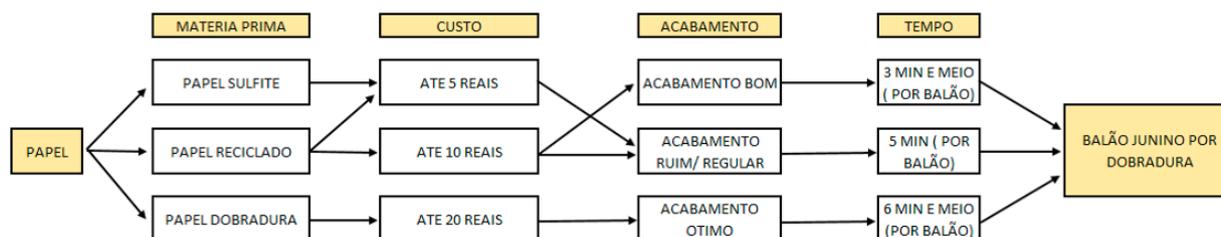
Figura 6. Carta de controle tipo “u” para a avaliação das não conformidades ocorridas na produção do mouse anti-stress (Grupo 5)



O grupo 6, de forma interessante, variou o material de composição dos balões de festa junina, como uma tentativa de melhorar o índice de produtos aprovados. Eles chegaram à conclusão de que um maior custo também levava a melhor qualidade do produto final, porém com maior tempo de processo. Este resultado foi apresentado na forma de um diagrama PDPC para que o gerente pudesse escolher quais seriam as estratégias a serem tomadas (Figura 7). Vale ainda ressaltar que esta foi a ferramenta da qualidade com maior dificuldade de compreensão dos alunos. Muitos dossiês apresentaram a ferramenta de forma inadequada e este é um ponto que deve ser priorizado nas próximas turmas para perfeito entendimento.

O uso de formas de avaliação diagnósticas apresenta o benefício de observar as necessidades específicas de cada turma e com isso atuar pontualmente para sanar dúvidas, fortalecer conceitos ou alterar a metodologia de ensino (LEE et al., 2008). A verificação de dificuldades em se utilizar esse diagrama e as cartas de controle indicou maior necessidade de aprimoramento e explicação mais detalhada destes conceitos em aulas subsequentes.

Figura 7. Diagrama PDPC obtido para demonstrar as possibilidades na produção dos balões de festa junina (Grupo 6)



Por fim, diversos grupos selecionaram a ferramenta de diagrama GUT para definir quais dos problemas apresentariam maior impacto em seu processo produtivo. O grupo 7 indicou que o layout da produção era o fator com maior impacto no processo de produção dos lápis ecológicos e sugeriram o uso da ferramenta Kaizen para alterar a disposição das mesas e cadeiras. Com essa ação, eles obtiveram uma grande melhora na capacidade produtiva (Figura 8).

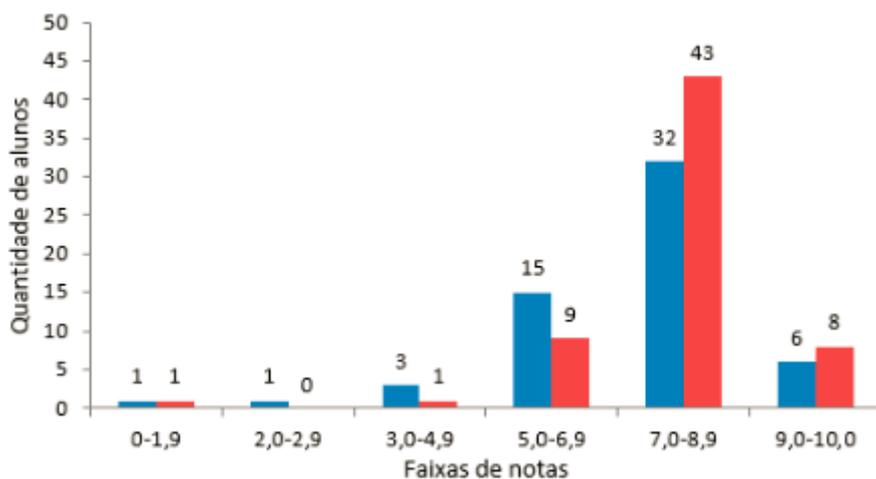
Figura 8. Matriz GUT para definição da priorização dos erros e seus impactos sobre a produção dos lápis ecológicos (Grupo 7)

Problemas	Gravidade	Urgência	Tendência	Média Crítica (GUT)	PONTUAÇÃO (GUT)
<i>Ex.: Capacitação da equipe de vendas</i>	<i>Extremamente grave</i>	<i>Imediatamente</i>	<i>Piora muito</i>	5	124,991
Falta de treinamento	Muito grave	Imediatamente	Aumenta	4	79,992
Materia prima lapis	Grave	Longo prazo	Permanece	3	17,991
Material capsula	Grave	Longo prazo	Permanece	3	17,990
Embalagem	Pouco grave	Longo prazo	Reduz-se ligeiramente	2	3,989
Layout de produção	Muito grave	Imediatamente	Piora muito	5	99,988

A avaliação do rendimento dos alunos apresentou resultado satisfatório, visto que a média da turma foi de 7,4 para a primeira avaliação e 7,6 para a segunda avaliação. A distribuição de notas está disponível na Figura 9. A média da Instituição é 6,0. Este resultado demonstra o rendimento individual dos alunos e é um dado importante para esta pesquisa. As metodologias ativas visam o trabalho em equipe e por muitas vezes, as equipes são compostas por alunos mais dedicados que outros, levando a heterogeneidade de aprendizado dentro dos grupos. Mesmo neste trabalho, onde foi utilizada a metodologia de produção simulada em times, o rendimento individual dos alunos foi superior à média da Instituição, indicando que houve aprendizagem individual usando um trabalho em equipe.

Esta informação indica potencial melhora no rendimento dos alunos utilizando metodologias ativas de ensino, como os jogos empresariais. Por ser um estudo de caso único, sem grupo controle, não é possível fazer uma avaliação quantitativa e estatística das informações para confirmar esses achados. No entanto, outros trabalhos qualitativos de estudo de caso corroboram com o potencial uso da metodologia, indicando reprodutibilidade no uso destas metodologias como um dos pilares para a excelência científica de trabalhos científicos definidos por Yin (2005) (ALTHOFF et al., 2009; BATISTA et al., 2011; XAVIER; XAVIER, 2017).

Figura 9. Rendimento das notas das avaliações (0 a 10 pontos). Primeira avaliação (azul); Segunda avaliação (vermelho)



Por fim, quando questionados sobre sua opinião quanto ao auxílio na compreensão dos conceitos teóricos, 100% dos alunos que responderam ao questionário descreveram que o uso da metodologia foi positivo ao aprendizado. Muitos alunos já trabalhavam na área de qualidade e utilizavam algumas das ferramentas apresentadas na disciplina. Estes alunos relataram que durante a disciplina conseguiram entender o motivo pelo qual utilizam essas ferramentas e que conheceram novas ferramentas que pretendiam utilizar em seus empregos. Essas informações também são valiosas no desenvolvimento de novas metodologias de ensino, pois a preocupação com a motivação no aprendizado é

justamente um dos pilares das metodologias de ensino indutivas, descritas por Prince e Felder (2013), no qual as metodologias ativas estão inseridas.

4 Considerações finais

A proposta de utilizar a metodologia de jogos empresariais como adaptação da metodologia de PBL no ensino de ferramentas de controle e gestão da qualidade para a engenharia química se mostrou viável e promissora para a compreensão, consolidação e aplicação dos conhecimentos obtidos. A metodologia foi facilmente empregada e promoveu estreitamento das interações professor/alunos e entre os próprios alunos. A motivação no aprendizado foi observada pelo empoderamento dos alunos ao serem responsáveis pelo próprio ensino.

Com os resultados obtidos foi possível observar que os alunos apresentaram facilidade na utilização das ferramentas da qualidade quando submetidos a uma situação prática de produção simulada, principalmente para uso de ferramentas de controle de qualidade de produtos. Todos os grupos relataram que alguns conceitos não ficaram claros durante a exposição da teoria, porém durante a execução das atividades simuladas e no desenvolvimento do dossiê escrito, eles foram capazes de entender a aplicabilidade das ferramentas. Portanto, a conexão entre teoria e prática foi estabelecida com sucesso, comprovada pelo desempenho acima da média da Instituição por parte dos alunos.

O bom desempenho também indicou correlação entre o aprendizado em equipe e individual, visto que as avaliações foram individuais, enquanto a metodologia de produção simulada foi aplicada em grupos. A metodologia também foi importante para apontar especificamente quais tópicos teóricos não ficaram claros aos alunos, devido ao uso inadequado das ferramentas da qualidade no dossiê escrito. Assim, a metodologia pode auxiliar o professor para avaliações diagnósticas durante a disciplina, previamente à aplicação da avaliação somativa.

Além das avaliações mandatórias, os alunos manifestaram que a metodologia foi capaz de ampliar a consolidação das informações obtidas na disciplina, corroborando com os estudos anteriores sobre o uso de jogos empresariais para os cursos de engenharia. No entanto, investigações mais estruturadas, envolvendo grupo controle e maior número de alunos são necessárias para avaliar a eficácia da metodologia sob análise estatística. A adaptação de metodologias ativas ainda não foi amplamente explorada e deve ser discutida no âmbito educacional para o estabelecimento de limites e estratégias para o ensino de adultos.

A modernização do ensino promove reflexões profundas sobre a prática docente. Ainda não foi discutida a preferência de metodologias ativas frente ao ensino tradicional simplesmente por serem inovadoras ou se essas metodologias realmente

influenciam positivamente o aprendizado a longo prazo. A adaptação de metodologias às necessidades específicas do ensino andragógico pode auxiliar os docentes em seus desafios diários para promover o aprendizado significativo e a formação de profissionais.

Agradecimentos

Os autores agradecem a Universidade de Sorocaba pela oportunidade de desenvolver esta dinâmica em sala de aula.

Referências

- ALTHOFF, T.; COLZANI, T. A.; SEIBEL, S. A dinâmica da montadora de canetas – uma simulação baseada em jogos de empresas no ensino da engenharia de produção. *XXIX Encontro Nacional de Engenharia de Produção, A Engenharia de Produção e o Desenvolvimento Sustentável: Integrando Tecnologia e Gestão*. Salvador, BA, Brasil, 2009.
- BATISTA, C. S.; OLIVEIRA, F. L.; NASCIMENTO, E. V. Proposta de um jogo didático de gestão da produção. *XXXI Encontro Nacional de Engenharia de Produção, Inovação Tecnológica e Propriedade Intelectual: Desafios da Engenharia de Produção na Consolidação do Brasil no Cenário Econômico Mundial* Belo Horizonte, MG, Brasil, 2011.
- BORDENAVE, J. D.; PEREIRA, A. M. *Estratégias de Ensino-Aprendizagem*. 29. ed. Petrópolis, RJ: Vozes, 2008.
- DYM, C. L.; AGOGINO, A. M.; ERIS, O.; FREY, D. D.; LEIFER, L. J. Engineering Design Thinking, Teaching, and Learning. *Journal of Engineering Education*, v. 94, n. 1, p. 103- 120, 2013.
- FRANCO, D. S.; SEIBERT, A. Z. A importância da empresa júnior para uma aprendizagem andragógica. *Revista Brasileira de Ensino Superior*, Passo Fundo, v. 3, n. 4, p. 59-78, Out.-Dez., 2017.
- FRANK, M.; LAVY, I.; ELATA, D. Implementing the Project-Based Learning Approach in an Academic Engineering Course. *International Journal of Technology and Design Education*, v. 13, p. 273–288, 2003.
- FREITAS, W. R. S.; JABOUR, C. J. C. Utilizando estudo de caso(s) como estratégia de pesquisa qualitativa: boas práticas e sugestões. *Estudo & Debate*, Lajeado, v. 18, n. 2, p. 07-22, 2011.
- GRAMIGNA, M. R. M. *Jogos de Empresa*. São Paulo, Makron Books, 1993.
- HOSSEINZADEH, N.; HESAMZADEH, M. R. Application of Project-Based Learning (PBL) to the Teaching of Electrical Power Systems Engineering. *IEEE Transactions on education*, v. 55, n. 4, 2012.
- LACRUZ, J. A. *Jogos de empresas: considerações teóricas*. Caderno de pesquisa em administração. São Paulo, V 11, n 4, 2004.
- LEE, S.; HARRISON, M. C.; PELL, G.; ROBINSON, C. L. Predicting performance of first year engineering students and the importance of assessment tools therein. *Engineering Education*, v. 3, n. 1, p. 44-51, 2008.
- MACEDO, L.; PETTY, A. L. S.; PASSOS, N. C. *Os jogos e o lúdico na aprendizagem escolar*. Porto Alegre: Artmed, 2005.
- PRINCE, M. J.; FELDER, R. M. Inductive Teaching and Learning Methods: Definitions, Comparisons, and Research Bases. *Journal of Engineering Education*, v. 95, n. 2, 2013.
- RIBEIRO, L. R. C. Aprendizagem baseada em problemas (PBL) na educação em engenharia. *Revista de Ensino de Engenharia*, v. 27, n. 2, p. 23-32, 2008.

SAUAIA, A. C. A. *Satisfação e Aprendizagem em Jogos de Empresas: Contribuições para a Educação Gerencial*. São Paulo, FEA-USP, Tese de Doutorado, 1995.

SLACK, N.; STUART, C.; ROBERT J. *Administração da produção*. 3. ed. São Paulo: Atlas, 2009.

XAVIER, A. F. A.; XAVIER, P. O. C. Laboratório de cálculo: aprendizagem baseada em jogos nas disciplinas de exatas. *Revista Brasileira de Ensino Superior*, Passo Fundo, v. 3, n. 4, p. 7-22, Out.-Dez., 2017.

YADAV, A.; SUBEDI, D.; LUNDEBERG, M. A.; BUNTING, C. F. Problem-based Learning: Influence on Students' Learning in an Electrical Engineering Course. *American Society for Engineering Education*, v. 100, n. 2, p. 253 - 280, 2011.

YIN. R. K. *Estudo de caso: planejamento e métodos*. 3 ed. Porto Alegre: Bookman, 2005.