

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
ESCOLA DE ENGENHARIA
PROGRAMA DE MESTRADO PROFISSIONAL EM ENGENHARIA DE
PRODUÇÃO**

Henrique Retamozo Otero

**PROPOSTA DE PRÁTICAS PEDAGÓGICAS
INOVADORAS PARA O ENSINO DE ENGENHARIA DE
PRODUÇÃO**

Porto Alegre

2021

Henrique Retamozo Otero

**PROPOSTA DE PRÁTICAS PEDAGÓGICAS INOVADORAS PARA O ENSINO DE
ENGENHARIA DE PRODUÇÃO**

Dissertação submetida ao Programa de Mestrado Profissional em Engenharia de Produção da Universidade Federal do Rio Grande do Sul como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Engenharia de Produção, modalidade Profissional, na área de concentração em Sistemas de Qualidade.

Orientadora: Professora Maria Auxiliadora
Cannarozzo Tinoco

Porto Alegre

2021

Henrique Retamozo Otero

Proposta de práticas pedagógicas inovadoras para o ensino de Engenharia de produção
Engenharia de produção

Esta dissertação foi julgada adequada para a obtenção do título de Mestre em Engenharia de Produção na modalidade Profissional e aprovada em sua forma final pela Orientadora e pela Banca Examinadora designada pelo Programa de Mestrado Profissional em Engenharia de Produção da Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

Profa. Maria Auxiliadora Cannarozzo Tinoco, Dra.
Orientadora PMPEP/UFRGS

Prof. Ricardo Augusto Cassel, Dr.
Coordenador PMPEP/UFRGS

Banca Examinadora:

Professora Ângela de Moura Ferreira Danilevicz, Dra. (PMPEP/UFRGS)

Professora Camila Costa Dutra, Dra. (PMPEP/UFRGS)

Professor Lynceo Falavigna Braghirolli, Dr. (DEPS/UFSC)

AGRADECIMENTOS

Talvez não seja possível de colocar neste espaço uma lista de agradecimentos, pois todas as pessoas que conheço de alguma forma colaboraram para que fosse possível chegar ao final desta dissertação, entretanto, devo trazer alguns nomes que não poderia, em hipótese alguma, deixar de citar.

Na minha família, primeiramente, a minha querida mãe, dona Neuza Noemia Retamozo Otero, que infelizmente tive a infelicidade de perdê-la em março deste ano, pelo COVID, mas mesmo quando estava no hospital em péssimas condições me ligou para me “cobrar” sobre a dissertação e me fez prometer que, não importasse o que ocorresse, não poderia cancelar este mestrado. Então mãezinha, não sei onde estás, mas o primeiro agradecimento é dedicado a ti (saudades demais). Meu pai, Carlos Penha Otero, que de igual maneira da minha mãe, também, sempre me deu suporte, incentivou e motivou a finalizar esta dissertação. A minha esposa, Daniele, que aguentou ao meu lado, inúmeras situações complexas e não se deixou abalar e me manteve sempre forte e centrado. Agradeço ao meu irmão, cunhada e sobrinhos, que me deram suporte e relevaram algumas ausências em eventos importantes.

A minha orientadora, professora Maria Auxiliadora Cannarozzo Tinoco, por toda o auxílio prestado e a calma fornecida, além de ser uma grande orientadora e professora, mostrou-se de uma enorme sensibilidade e carácter nos momentos em que mais precisei. À Chefia do DEPROT e Direção da EE por dar a possibilidade, incentivo e espaço para o estudo. Aos técnicos do DEPROT, que em que vários momentos me deram suporte para que fosse possível assistir as aulas ou eventos importantes para minha formação. Aos professores e colegas do PMPEP/PPGEP.

Por fim, agradeço a todos que de alguma forma propiciaram o desenvolvimento desta dissertação! Deixo aqui os meus mais sinceros sentimentos de muito obrigado!

RESUMO

O ensino de graduação em Engenharia está reestruturando-se de uma forma geral, acompanhando a tecnologia e colocando o aluno como protagonista na construção do seu conhecimento, e com isto, as práticas pedagógicas inovadoras e consequentemente, a aprendizagem ativa vem ganhando espaço. Neste contexto, esta dissertação tem como principal objetivo, propor duas práticas pedagógicas inovadoras para a aprendizagem ativa no ensino de Engenharia de Produção, que contribuam para o desenvolvimento de competências, motivem e aumentem o engajamento dos alunos através da aprendizagem experiencial e aprendizagem baseada em jogos. Sendo assim, a primeira prática proposta utiliza os conceitos da aprendizagem experiencial em uma aula em laboratório na disciplina de Engenharia da Qualidade, a fim de desenvolver as competências dos alunos quanto a coleta, tratamento de dados reais e interpretação de uma tabela ANOVA (análise de variância). A prática foi testada e confirmados os benefícios para a aprendizagem junto aos responsáveis pela disciplina. Para a segunda prática, foi desenvolvido um jogo digital, com o intuito de aumentar a motivação dos alunos e o aprendizado sobre Sistemas de Gestão da Qualidade baseado na norma NBR ISO 9001:2015. Para verificar a contribuição do jogo desenvolvido, foi aplicado um questionário com os alunos, sobre as suas percepções acerca deste jogo. Os resultados deste questionário foram positivos quanto a plataforma utilizada, aprendizagem, engajamento e motivação. Sendo assim, esta dissertação apresenta contribuições sobre a aprendizagem ativa no ensino de Engenharia, através da utilização das práticas pedagógicas inovadoras.

Palavras-chaves: Práticas pedagógicas inovadoras, laboratório, aprendizagem experiencial, aprendizagem baseada em jogos, aprendizagem ativa, jogos digitais e projeto de Experimentos.

ABSTRACT

The Engineering graduation teaching is restructuring itself in a general way, keeping up with technology and putting the student as the protagonist in the construction of their knowledge, and, with that, the innovative pedagogical practices and consequently the active learning has been gaining space. In that context, this dissertation has as the main objective propose two innovative pedagogical practices for active learning in the teaching of Production Engineering that contribute to the development of competencies, motivate and increase the engagement of the students through experiential learning based on games. Therefore, the first practice utilizes the learning concepts of experiential learning in a laboratory lesson in the Engineering of Quality, in order to develop the students' competence regarding the gathering, real data treatment, and interpretation of a ANOVA sheet (variance analysis). The practice was tested and confirmed benefits to the learning along those responsible for the subject. For the second practice, a digital game was developed, with the intent of increasing the students' motivation and the learning of Quality Management Systems based on the norm NBR ISO 9001:2015. To verify the contribution to the developed game, a quiz was applied to the students, about their perception of that game. The results of this quiz were positive regarding the platform used, engagement and motivation. Thus, this dissertation presents contributions to active learning in the teaching of Engineering, through the use of innovative pedagogical practices.

Keywords: Innovative pedagogical practices, laboratory, experiential learning, game-based learning, active learning, digital games and Design of Experiments.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Classificação do método de pesquisa do estudo	16
Figura 2: Estrutura dos artigos desta dissertação	18
Figura 3: Evolução do conhecimento e propostas pedagógicas.....	24
Figura 4: Ciclo de aprendizagem Experiencial	26
Figura 5: Sequências de ações para o aprendizado em aulas de laboratórios	27
Figura 6: Etapas para desenvolver e aplicar atividade	28
Figura 7: Laboratório CIM.....	30
Figura 8: Área de apoio ao CIM.....	30
Figura 9: Deskset final montado	31
Figura 10: Etapas da prática relacionadas ao ciclo de Aprendizagem Ativa	33
Figura 11: Ciclo da metodologia da pesquisa-ação.....	49
Figura 12: Padrão ornamental do Jogo de Tabuleiro	51
Figura 13: Imagens do tabuleiro virtual para cada fase do jogo.....	55
Figura 14: Arquivo da questão surpresa fechado	57
Figura 15: Arquivo da questão surpresa aberto - Não conformidade	57
Figura 16: Figuras de certo e errado.....	58
Figura 17: Tela final da fase 3 com as respectivas informações	58
Figura 18: Tela final do jogo.....	60

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Tabela para os fatores controláveis e níveis investigados	37
Tabela 2: Fatores mantidos constantes e seus respectivos níveis	37
Tabela 3: Matriz de experimentos desenvolvida por uma das turmas.....	38
Tabela 4: Recorte da tabela ANOVA desenvolvida por uma das turmas	38
Tabela 5: Tabela nível de maturidade do jogo	59
Tabela 6: Resultado do alfa de Cronbach geral e para cada dimensão.....	61
Tabela 7: Análises descritivas das percepções dos alunos sobre o jogo	61

LISTA DE QUADROS

Quadro 1: Etapas da atividade, descrição da atividade e atribuição dos atores	33
Quadro 2: Estrutura para avaliação de percepções dos alunos sobre o jogo.....	53
Quadro 3: Regras de cada fase do jogo	56
Quadro 4: Exemplos de perguntas realizadas em cada nível	57

LISTA DE EQUAÇÕES

Equação (4.1): Equação de Alfa Cronbach	60
--	----

SUMÁRIO

RESUMO.....	5
ABSTRACT.....	6
1 INTRODUÇÃO	12
1.1 Tema e Objetivos	14
1.2 Justificativa	14
1.3 Métodos de pesquisa	16
1.4 Delimitações do Estudo	17
1.5 Estrutura da Dissertação.....	17
Referências	18
2 ARTIGO 1 – PROPOSTA DE ATIVIDADE DE APRENDIZAGEM EXPERIENCIAL NA DISCIPLINA DE ENGENHARIA DE QUALIDADE DO CURSO DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO	20
2.1 Introdução	22
2.2 Referencial teórico	23
2.2.1 Métodos de aprendizagem.....	24
2.2.2 Uso do laboratório no ensino de Engenharia.....	26
2.3 Procedimentos metodológicos	28
2.3.1 Laboratório utilizado	29
2.3.2 Atividade de laboratório proposta e roteiro.....	31
2.4 Resultados da aplicação da atividade.....	36
2.5 Conclusão.....	40
Referências	41
3 ARTIGO 2 – DESENVOLVIMENTO DE UM JOGO DIGITAL PARA APRENDIZAGEM ATIVA SOBRE SISTEMAS DE GESTÃO DA QUALIDADE BASEADO NA ISO 9001:2015	43
3.1 Introdução	45
3.2 Referencial teórico	46
3.2.1 Aprendizagem baseada em jogos	46
3.2.2 Aprendizagem baseada em jogos para Engenharia	47
3.3 Procedimentos metodológicos	49
3.4 Resultados	54
3.4.1 Jogo digital proposto: trilha da certificação ISO 9001:2015.....	54
3.4.2 Avaliação das percepções dos alunos sobre o jogo	60
3.5 Conclusões	63
Referências	64
4 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	68
4.1 Conclusões	68
4.2 Sugestões para Pesquisas Futuras	70

1 INTRODUÇÃO

De acordo com Diesel, Baldez e Martins (2017), devido à evolução tecnológica e mudanças socioeconômicas nas últimas décadas, a sociedade contemporânea vem demandando adequações em diversas áreas, entre elas, o ensino, que visa cada vez mais protagonizar o aluno na construção do seu conhecimento. Sendo assim, práticas pedagógicas inovadoras, que se adaptam a este novo cenário são fundamentais para a construção do conhecimento e engajamento dos alunos, e quando plausíveis de serem aplicadas, devem ser implementadas (GREGÓRIO *et al.*, 2020).

Estes novos métodos de ensino, que promovem a aprendizagem ativa, não priorizam exclusivamente a educação e o engajamento dos alunos, mas reflete também na vida profissional deles, uma vez que os possibilita vivenciar os problemas e os faz aprender fazendo, tais técnicas vêm apresentando resultados positivos na aprendizagem (MACEDO *et al.*, 2018). Mas os benefícios das práticas pedagógicas inovadoras, não estão vinculados somente ao aprender fazendo, segundo Ribeiro (2015), trata-se também de aprender aprendendo, ou seja, desenvolver não somente habilidades, conhecimentos técnicos e competências, mas aprender também a conviver uns com os outros e aprender a ser de forma geral.

Neste sentido, de acordo com Barbosa e Moura (2013), as Universidades seguem em busca de melhorias em relação a novas ferramentas de ensino capazes de auxiliar na conexão entre a teoria e a prática, e isto não é uma tarefa de fácil execução. De acordo com Turrioni (2018), a aprendizagem ativa requer também uma manutenção mental e física, o aprendizado em conviver e trabalhar em equipes com objetivo mútuo de solucionar problemas, portanto, com as práticas pedagógicas inovadoras os alunos são capazes de testar de forma prática seus modelos mentais para posteriormente melhorá-los.

Neste contexto, a resolução do Ministério de Educação (MEC) de 2019 que institui as novas Diretrizes Curriculares Nacionais (DCNs) de graduação em Engenharia (MEC, 2019), enfatiza a importância do uso de práticas pedagógicas inovadoras no ensino de Engenharia, assim como a readequação dos currículos para uma formação baseada em competências, onde práticas que envolvem trabalhos colaborativos, resoluções de problemas reais, práticas de

laboratório e atividades experiências, entre outras, auxiliam no desenvolvimento dessas competências a partir da aprendizagem ativa.

De acordo com o MEC (2019), existe uma taxa de evasão de alunos dos cursos de Engenharia no Brasil de aproximadamente 50% em média. Portanto, as novas DCNs, objetivam modernizar os cursos de Engenharia, mediante a atualização contínua dos currículos baseados em competências e o uso de práticas pedagógicas inovadoras que coloquem ao estudante como principal agente de conhecimento, a fim de promover a aprendizagem ativa, e com isso, reduzir a evasão e conseqüentemente aumentar o número de profissionais qualificados. Sendo assim, o curso de Engenharia de Produção da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS), com o apoio da CAPES (Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior) e da Comissão Fulbright está em processo de readequação de suas práticas pedagógicas e redesenhando seu currículo, incorporando os conceitos da aprendizagem ativa nas disciplinas e atividades laboratoriais, dentro do Programa de Modernização da Graduação (PMG).

Para Turrioni (2018), trazer a aprendizagem ativa para o cotidiano, mais especificamente do ensino de Engenharia, é uma tarefa complexa, pois há uma tendência muito enraizada nas instituições de ensino de Engenharia de aulas mais convencionais com caráter expositivo, onde o foco ao invés de estar no aluno está centralizado no professor. Sendo assim, a infraestrutura (pensada anteriormente para aulas expositivas), grade curricular e as próprias atividades de aulas, tornam-se empecilhos para implementar práticas inovadoras no ensino da Engenharia.

Pode-se afirmar que as aulas expositivas, ainda são muito utilizadas e apresentam bons resultados, entretanto, vem ocorrendo uma alteração, não somente tecnológica, mas também de caractere social e político, onde o aluno não se sente mais tão instigado com estas aulas, uma vez que, de acordo com Anastasiou e Alves (2004) os alunos ficam mais passivos no que diz respeito à interação com outros alunos e desmotivados nas atividades de aula. De acordo com Diesel (2017), há um desinteresse mútuo, entre alunos e professores, pois os alunos querem aulas ativas e mais práticas, entretanto, quando os professores desenvolvem estas aulas, relatam um desinteresse por parte dos alunos. Pode-se verificar que o desenvolvimento de atividades e metodologia de ensino ativa, no que diz respeito à Engenharia, é uma tarefa árdua de se implementar, sendo assim, práticas pedagógicas inovadoras que apresentam resultados

positivos, tais como a aprendizagem baseada em jogos ou aulas experienciais em laboratórios, podem ser ótimas opções para a aprendizagem ativa (TURRIONI, 2018).

1.1 TEMA E OBJETIVOS

Considerando o exposto, esta dissertação tem como objetivo, desenvolver duas propostas de práticas pedagógicas inovadoras para o ensino de Engenharia de Produção, ambas na área de conhecimento sobre qualidade. Portanto, o tema desta dissertação é sobre a aprendizagem ativa, mais especificamente práticas pedagógicas inovadoras no contexto do ensino de Engenharia de Produção, e tem como objetivos específicos:

- a) Propor uma dinâmica de aula para promover a aprendizagem experimental e cooperativa para a disciplina de Engenharia da Qualidade.
- b) Desenvolver um jogo digital para promover a aprendizagem baseada em jogos na revisão e fixação de conteúdos sobre sistemas de gestão da qualidade baseado na ISO 9001:2015.

1.2 JUSTIFICATIVA

O curso de Engenharia de Produção, da UFRGS, está redesenhando o seu currículo e adequando os seus espaços de aprendizagem, incluindo práticas pedagógicas inovadoras para promover a aprendizagem ativa, a fim de aumentar o engajamento dos alunos e desenvolver competências nos alunos (DEMORE *et al.*, 2021). Além disto, de acordo com Brachmann *et al.* (2020) através de uma pesquisa sobre aprendizagem ativa realizada com os alunos do curso de Engenharia de Produção da UFRGS, obteve-se a média de 2,80, em uma escala de 1 a 5, em relação as práticas pedagógicas inovadoras efetivamente aplicadas no curso de Engenharia de Produção, entretanto, obteve-se a média de 3,98 quanto as possíveis contribuição que estas práticas podem trazer à aprendizagem, portanto, os alunos acreditam que a inclusão destas práticas podem aumentar a sua motivação e engajamento. Desta forma, propostas de práticas pedagógicas inovadoras, tais como, aprendizagem experiencial e aprendizagem baseada em jogos, são fomentadas pelo Departamento de Engenharia de Produção e Transportes (DEPROT).

O DEPROT possui um laboratório de Manufatura Integrada por Computador (CIM), onde existe o recurso humano e tecnológico para implementações das práticas laboratoriais, entretanto, este laboratório é subutilizado no que diz respeito as práticas pedagógicas inovadoras, sendo que possui capacidade para atender diversas disciplinas do curso. Para Husanu e Ertekin (2012), os laboratórios são de grande importância, pois permitem desenvolver competências e habilidades que não seriam possíveis de desenvolver em outros ambientes. Além disto, por ser tratar de um espaço com potencial para a aprendizagem experiencial e onde podem ser implementadas práticas pedagógicas inovadoras, baseadas na aprendizagem por problemas e cooperativa, são de importância para o atual cenário de reestruturação curricular do curso.

Por fim, devido à pandemia da COVID-19 e o distanciamento social, o jogo de tabuleiro que aborda o assunto de sistemas de Gestão da Qualidade baseado na norma da NBR ISO 9001:2015, não pode ser aplicado. Com isto, surgiu a demanda de desenvolvimento de maneira digital deste jogo, com a abordagem no mesmo assunto. De acordo com Ruiz e Giacaglia (2017), a aprendizagem baseada em jogos é uma forte tendência, mais especificamente para jogos digitais. Somado a isto, os jogos digitais contribuem para o poder de decisão e da estratégia, aumentam o engajamento dos alunos, e incluem o lúdico na construção do conhecimento e por fim, utilizam os aparatos tecnológicos do atual cotidiano dos alunos (CARVALHO, 2010; FARDO, 2013).

Desta forma, esta dissertação justifica-se por promover a aprendizagem ativa para o ensino de Engenharia de Produção, o que atualmente está alinhado com as diretrizes do DEPROT, abordando as práticas pedagógicas inovadoras visando aumentar o engajamento, a motivação, a competência e a habilidade dos alunos. Utilizar o laboratório para o estudo de Projetos de Experimentos na disciplina de Engenharia da Qualidade, através da aprendizagem experiencial e por fim, desenvolver um jogo digital para que os alunos possam aprimorar suas competências acerca da norma ISO 9001:2015 de maneira lúdica e remota, através da aprendizagem baseada em jogos.

1.3 MÉTODOS DE PESQUISA

Do ponto de vista da natureza, ou seja, da concepção da pesquisa, trata-se de uma pesquisa aplicada, por trazer implicações práticas focadas na resolução de problemas em ambientes específicos, com uma abordagem qualitativa-quantitativa por utilizar uma análise da aplicação de uma atividade, pois realizou-se um questionário para avaliar a percepção dos alunos em relação à contribuição de um jogo e para a análise deste questionário, foi necessário utilizar métodos estatísticos para interpretação dos dados. Entretanto, os resultados da prática desenvolvida para o laboratório foram interpretados pelos atores de maneira subjetiva (SILVA e MENEZES, 2001). Em relação aos seus objetivos, de acordo com Gil (2017) trata-se de pesquisa descritiva, por ter como finalidade detalhar os resultados gerados por duas práticas pedagógicas para a aprendizagem ativa no ensino de Engenharia de Produção. Por fim, em relação ao procedimento técnico adotado, trata-se de pesquisa-ação. Sendo assim, em relação aos dois artigos capitulados, respectivamente nas sessões 2 e 3 desta dissertação, tratam-se de artigos com pesquisa de natureza aplicada, com abordagem qualitativa-quantitativa, e objetivo descritivo, por fim, procedimentos técnicos de pesquisa-ação. A Figura 1 a seguir, exemplifica o método de pesquisa adotado nesta dissertação.

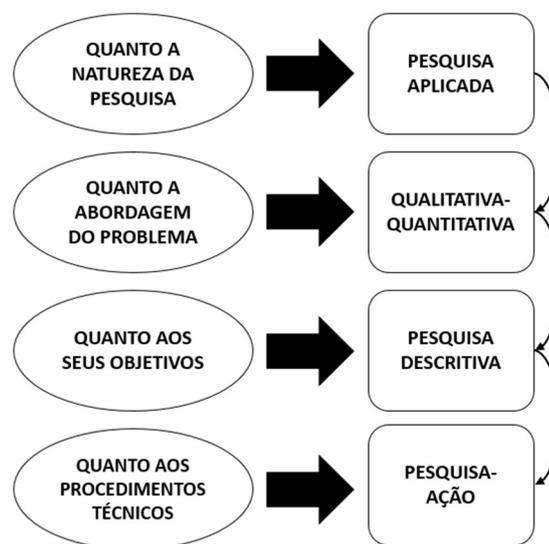


Figura 1: Classificação do método de pesquisa do estudo

1.4 DELIMITAÇÕES DO ESTUDO

O estudo desta dissertação, apresenta delimitações como quaisquer outros estudos de mesma natureza. Sendo assim, nesta sessão são apresentadas as restrições acerca desta dissertação. São geradas duas propostas de práticas pedagógicas inovadoras a partir de modelos piloto, com a análise realizada para primeira prática com três turmas, e para a segunda prática em uma turma. Sendo assim, a amostra não possui dados suficientes para concluir com elevado grau de confiança quanto aos seus verdadeiros benefícios, no entanto, pode-se verificar indícios destes benefícios na aprendizagem.

As atividades propostas, foram desenvolvidas considerando o interesse quanto à área de conhecimento de Engenharia de Produção, especificamente Engenharia da Qualidade e Gestão da Qualidade, portanto, códigos de programação ou elementos eletromecânicos não são considerados como fatores primordiais deste estudo. A ênfase das análises sobre as práticas propostas não está nos códigos, mas sim no processo de aprendizagem dos alunos.

Os dados econômicos, sociais ou políticos para implementação destas atividades não são considerados relevantes nesta dissertação. Por fim, as propostas desta dissertação não se trata de ferramentas finais em relação a metodologia de ensino inovadora, e sim, práticas pedagógicas piloto.

1.5 ESTRUTURA DA DISSERTAÇÃO

Esta dissertação é dividida em quatro capítulos, sendo dois deles no modelo de artigos científicos capitulados. O primeiro capítulo, traz a introdução, justificativa, tema e objetivo, o método e a estrutura da dissertação. O segundo e terceiro capítulos, apresentam os artigos científicos contendo as propostas de práticas pedagógicas inovadoras, sendo assim, o primeiro aborda a aprendizagem ativa através da utilização de uma aula laboratorial, e o segundo artigo, utiliza a aprendizagem baseada em jogos, especificamente para smartphones, a afim de motivar e engajar os alunos acerca da norma NBR ISO:9001:2015. A Figura 2 a seguir traz a informação sobre ambos os artigos e sua estrutura para esta dissertação. Por fim, no quarto capítulo constam as considerações finais desta dissertação e sugestões para trabalhos futuros.

	TÍTULO	OBJETIVO	MÉTODO DE PESQUISA	RESULTADOS
ARTIGO 1	PROPOSTAS DE ATIVIDADE DE APRENDIZAGEM EXPERIENCIAL NA DISCIPLINA DE ENGENHARIA DE QUALIDADE DO CURSO DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO	APLICAÇÃO DE UMA PRÁTICA PEDAGÓGICA INOVADORA COM CONCEITOS DA APRENDIZAGEM EXPERIENCIAL, VISANDO AS COMPETÊNCIAS E AUMENTO DO ENGAJAMENTO DOS ALUNOS	<ul style="list-style-type: none"> • APLICADA • QUALI-QUANTI • DESCRITIVA • PESQUISA-AÇÃO 	<ul style="list-style-type: none"> • ROTEIRO PARA UMA PROPOSTA PEDAGÓGICA PARA LABORATÓRIO • A VISÃO GERAL ACERCA DA ATIVIDADE PROPOSTA QUANTO A APRENDIZAGEM EXPERIENCIAL
ARTIGO 2	DESENVOLVIMENTO E APLICAÇÃO DE UM JOGO DIGITAL PARA SMARTPHONES COM FOCO NA ISO 9001	APLICAÇÃO DE UM JOGO DIGITAL, ABORDANDO CONCEITOS DA APRENDIZAGEM BASEADAS EM JOGOS, VISANDO AS COMPETÊNCIAS E AUMENTO DO ENGAJAMENTO E MOTIVAÇÃO DOS ALUNOS	<ul style="list-style-type: none"> • APLICADA • QUALI-QUANTI • DESCRITIVA • PESQUISA-AÇÃO 	<ul style="list-style-type: none"> • ANÁLISE QUANTO O DESENVOLVIMENTO DO JOGO • RESULTADOS DA PERCEPÇÃO DOS ALUNOS SOBRE O JOGO DESENVOLVIDO

Figura 2: Estrutura dos artigos desta dissertação

REFERÊNCIAS

ANASTASIOU, L. G. C; ALVES, L. P. (Orgs). Estratégias de ensinagem. In:Processos de ensinagem na Universidade. Pressupostos para estratégias de trabalho em aula. 3. ed. Joinville: Univille, 2004. p. 67-100.

BARBOSA F, E.; MOURA, D. G. Metodologias ativas de aprendizagem na Educação Profissional e Tecnológica. Boletim Técnico do Senac, v. 39, n. 2, p. 48-67, 19 ago. 201. <https://doi.org/10.26849/bts.v39i2.349>

BRACHMANN, L.A; CORDEIRO, P.R; TINOCO, M.A.C; TEN CATEN, C.S. práticas pedagógicas ativas no ensino de engenharia de produção: perspectiva dos alunos. relatos de experiências em Engenharia de Produção – abepro. capítulo ii. 2020.

CARVALHO, C. V. Is game-based learning suitable for engineering education? Proc. of the Global Engineering Education Conf.,(pp.1-8).Marrakech, Morocco. 2012. doi: 10.1109/EDUCON.2012.6201140

DEMORE, C.P; TINOCO, M.A.C; BERTONI, V.B; MARCON, A; SOUZA, J.S. Diagnóstico do desenvolvimento de competências do perfil do egresso de Engenharia de Produção. xvi encontro nacional de coordenadores de curso de Engenharia de. project: programa brasil-estados unidos de modernização da educação superior na graduação. 2021

DIESEL, A., BALDEZ, A. L. S., & MARTINS, S. N. Os princípios das metodologias ativas de ensino: uma abordagem teórica. Re-vista Thema, 14(1), 268-288. 2017 <http://dx.doi.org/10.15536/thema.14.2017.268-288.404>

FARDO, L.; The gamification of learning and instruction: game-based methods and strategies for training and educativo- Resenha - Conjectura: Filos. Educ., Caxias do Sul, v. 18, n. 1, p. 201-206, jan./abr. 2013

GIL, A. C. Como classificar as pesquisas. Como elaborar projetos de pesquisa, v. 4, p. 44-45, 2002.

GREGÓRIO, E. S; PAULA, A. S; DIODORO, A. H; MACHADO R. H. C; SANTOS, A. A; Análise do cenário de Metodologias Ativas na Engenharia de Produção: estudo dos métodos com potencial de replicação apresentados em eventos nacionais. ENEGEP 2020. Encontro Nacional de Engenharia de Produção, Foz do Iguaçu, Paraná, Brasil, 20 a 23 de outubro de 2020.

HUSANU, I.N.C; ERTEKIN, Y; Embedding laboratory activities in "applied mechanics" course. American Society for Engineering Education. DOI: 10.18260/1-2—19446. 2012

KOLB, D. Experiential learning. Englewood Cliffs, New Jersey: Prentice Hall, 1984

MACEDO K. D. S ;ACOSTA, B. S; SILVA E.T; SOUZA N. S; BECK C.L.C SILVA K.K.D; metodologias ativas de aprendizagem: caminhos possíveis para inovação no ensino em saúde. relato de experiência • esc. anna nery 22 (3) • 2018. doi.org/10.1590/2177-9465-ean-2017-0435

RIBEIRO, Luis Roberto de Camargo. A aprendizagem baseada em problemas (PBL): uma implementação na educação em Engenharia. 2005. 236 p. Tese (Programa de Pós-Graduação em Educação - Universidade Federal de São Carlos, São Carlos / SP, 2005.

RUIZ, M. A L; Giacaglia, G. E. O.; Uma análise dos jogos de tabuleiro no ensino da Engenharia de Produção – CICTED - Taubaté, SP, Brazil – V.1; Project: Educational Games in Higher Education. 2017.

SILVA, E.L., MENEZES, E.M., 2001. Metodologia de pesquisa e elaboração de dissertação. Laboratório de Ensino a Distância da UFSC, Florianópolis.

TURRIONI, A. .M. S. Aprendizagem em ativa em um curso de Engenharia de Produção: Percepções dos docentes e discentes e mudança de currículo. 2017, Tese (Doutorado em Educação) Pontifícia Universidade Católica Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2017

2 ARTIGO 1 – PROPOSTA DE ATIVIDADE DE APRENDIZAGEM EXPERIENCIAL NA DISCIPLINA DE ENGENHARIA DE QUALIDADE DO CURSO DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO

Publicado no livro Relatos de Experiências em Engenharia de Produção - ABEPRO. 2020.

DOI:10.14488/encep.9786588212004.115-123

RESUMO

A graduação está deparando-se com uma nova realidade em relação à aprendizagem, fazendo-se necessário incorporar novas abordagens pedagógicas baseadas em metodologias de aprendizagem ativa nas salas de aula. O mercado solicita de forma urgente profissionais ativos e ágeis, capazes de sanar problemas rapidamente e ativamente. Os laboratórios, na área da Engenharia, são elementos fundamentais no desenvolvimento de determinadas competências destes futuros profissionais. O curso de Engenharia de Produção está em processo de modernização, incorporando novas práticas pedagógicas ativas na graduação. Neste contexto, o presente artigo visa desenvolver uma proposta de uma aula no laboratório para a disciplina de Engenharia de Qualidade do curso de Engenharia de Produção da UFRGS (Universidade Federal do Rio Grande do Sul), visando a utilização de metodologias de aprendizagem ativa, baseada em problemas, aprendizagem cooperativa e experiencial. Para a aplicação das aprendizagens supracitados, foi realizado o desenvolvimento de um Projeto de Experimentos utilizando o Laboratório CIM (*Computer integrated manufacturing*), tendo como o objetivo central a montagem do produto final no menor tempo possível. Para sustentar a resposta indicada pelos alunos foi desenvolvida a tabela ANOVA (análise de variância), os alunos também observaram os fenômenos decorrentes na aula no laboratório. Além disso, pode-se vivenciar as dificuldades do tratamento de dados reais, o trabalho em grupo e a criatividade durante as aulas em laboratório.

Palavras-chave: Laboratório, Engenharia de Produção, Aprendizagem experiencial e Projeto de Experimentos

ABSTRACT

The graduation is facing a new reality in relation to learning, making it necessary to incorporate new pedagogical approaches based on active learning methodologies in classrooms. The market urgently requests active and agile professionals, capable of quickly and actively resolving problems. Laboratories, in the field of Engineering, are fundamental elements in the development of certain skills of these future professionals. The Production Engineering course is in the process of modernization, incorporating new active pedagogical practices in the graduation. In this context, this article aims to present a proposal for a laboratory class for the Quality Engineering discipline of the Production Engineering course at UFRGS (Federal University of Rio Grande do Sul), aiming at the use of active learning methodologies, based in problems, cooperative and experiential learning. For the application of the aforementioned learnings, an Experimental Project was developed using the CIM Laboratory (Computer integrated manufacturing), with the main objective of assembling the final product in the shortest possible time. To support the answer indicated by the students, the ANOVA table (analysis of variance) was developed, the students also observed the phenomena arising in class in the laboratory. In addition, one can experience the difficulties of processing real data, group work and creativity during laboratory classes.

Keywords: Laboratory, Production Engineering, Experiential Learning and Experimental Design

2.1 INTRODUÇÃO

A necessidade de modelos didáticos vinculados com a área prática, faz com que a utilização de laboratórios no processo de aprendizagem dos alunos seja de relevante, principalmente durante o período de graduação, nas disciplinas básicas e nas específicas da Engenharia de Produção (ABEPRO, 2008). De acordo com Dettmer (2001), a graduação propicia aos estudantes de Engenharia, de forma geral, apenas experiências práticas através de estágios de fim de curso, trabalho de fim de curso ou participação em empresas juniores. A necessidade de aprimoramento profissional, nas áreas da Engenharia, faz com que o aluno necessite não somente de conhecimento teórico, mas também prático; aprender Engenharia não se resume apenas à utilização de livros técnicos (BREMENKAMP, MENEZES, 2011).

Para Husanu e Ertekin (2012), as áreas da Engenharia necessitam adaptar-se à evolução tecnológica encontrada no mercado de trabalho e também contribuir para que aluno adquira durante a sua formação, práticas significativas e relevantes. Para os autores supracitados, os laboratórios são os locais onde os alunos podem desenvolver o pensamento crítico, promover a criatividade e habilidades necessárias, um local onde a teoria encontra o real cenário. Para Charyton, Jagacinski e Merrill (2008) a criatividade, resolução de problema e inovação são fundamentais para o ensino de Engenharia, a criatividade representa a espinha dorsal da Engenharia e deve ser desenvolvida durante a graduação. De acordo com Pekelman e Mello (2004), a utilização de laboratórios com o intuito pedagógico é uma ferramenta fundamental no ensino, pois, permite, possibilita e aprimora a capacidade de tornar real o teórico, de tornar viável o problema e adaptar-se às mais diversas condições que se apresentarão no exercício da profissão do engenheiro.

A educação em Engenharia, assim como vem ocorrendo em outras grandes áreas de conhecimento, precisa incorporar novos métodos de ensino, com uma forte presença de práticas pedagógicas inovadoras, que aumentam o engajamento dos alunos nas disciplinas (KORMAN, 2015). Atualmente, esta tendência está modificando o processo de ensino, pois são usadas ferramentas tecnológicas e computacionais para auxiliar no desenvolvimento de jogos digitais, ou através de outros instrumentos para desenvolver jogos convencionais, tais como jogos de tabuleiros e jogos de mesa em geral (ALVEZ, BOECHAT, BREDÁ, 2017). Neste sentido, Korman (2015) destaca que o ensino de Engenharia pode incorporar novas práticas

pedagógicas, tal como aprendizagem experiencial nas atividades em laboratório e assim promover a aprendizagem ativa, o que pode torna-se uma eficiente ferramenta para ensino mais prático na Engenharia de Produção. Nesse contexto, o curso de graduação em Engenharia de Produção da Escola de Engenharia da UFRGS passou a dispor em 2014 de um laboratório que utiliza o conceito de Manufatura Integrada por Computador que reproduz uma planta produtiva, onde os alunos podem observar e participar ativamente dos fenômenos durante as práticas. Mesmo com a existência deste laboratório, o conceito de práticas ativas não estava tão presente nas atividades desenvolvidas.

Neste sentido, o objetivo central deste artigo é propor e aplicar uma atividade usando práticas pedagógicas inovadoras em um laboratório, utilizando os conceitos de Projetos de Experimentos da disciplina da Engenharia da Qualidade do curso de graduação em Engenharia de Produção. A atividade proposta foi testada no laboratório CIM com três turmas e abordou além da aprendizagem experiencial, aprendizagem cooperativa e baseada em problemas.

A estrutura deste artigo é organizada da seguinte forma. Primeiramente, a sessão 2 apresenta a revisão da literatura a respeito de práticas pedagógicas inovadoras e uso de laboratórios no ensino de Engenharia, seguida pelo método contendo as etapas da pesquisa na sessão 3. Após, na sessão 4 são apresentados os resultados pedagógicos e técnicos obtidos e por fim, na sessão 5 é apresentada a conclusão e sugestões para trabalhos futuros.

2.2 REFERENCIAL TEÓRICO

Existe uma defasagem entre o ensino e o conhecimento, os modelos didáticos crescem em uma escala linear, enquanto nos últimos 30 anos o conhecimento disponível evolui de maneira exponencial, conseqüentemente, esta defasagem gera um *GAP* entre o ensino e conhecimento, assim afirma Beholt (2005). A Figura 3 a seguir ilustra a presença deste *GAP* gerado entre o conhecimento e as propostas de aprendizagem.

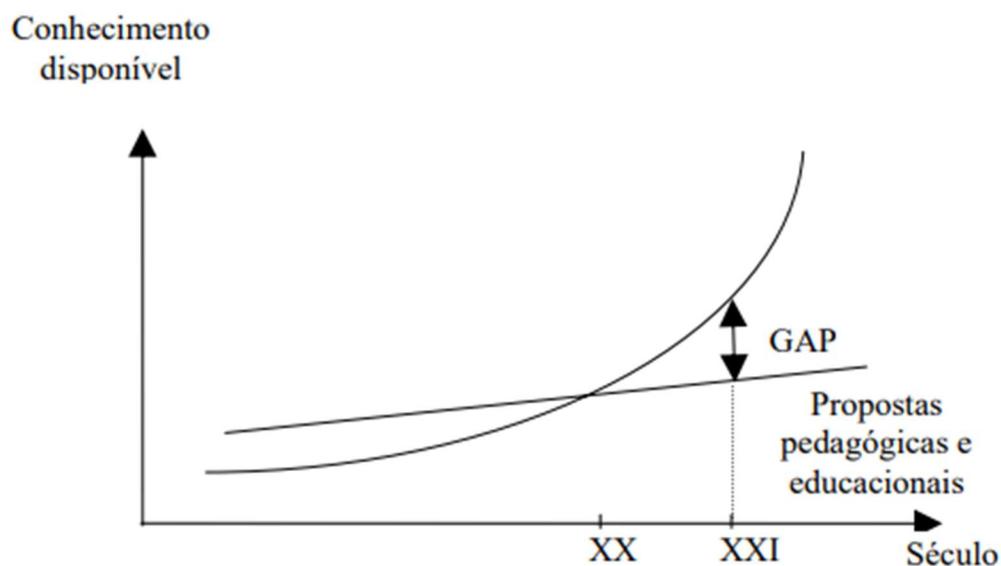


Figura 3: Evolução do conhecimento e propostas pedagógicas.

Fonte: Beholt (2005)

Os métodos de aprendizagem tradicionais que adotam as aulas expositivas são de fundamentais para formação do conhecimento, no entanto, está ocorrendo uma transformação de caráter tecnológico, com aprendizagem ativa, e com acesso a informação de maneira quase instantânea. Para tentar reduzir esta disparidade entre sociedade e a academia é fundamental a inserção da tecnologia e das práticas pedagógicas inovadoras nas disciplinas de graduação (DE PAULA; VALENTE, 2016). Neste artigo a revisão é dividida em dois tópicos, métodos de aprendizagem e uso do laboratório no ensino de Engenharia.

2.2.1 Métodos de aprendizagem

No presente artigo são abordados e revisados os princípios da aprendizagem ativa, cooperativa, baseada em problemas e a experiencial. A aprendizagem experiencial, que representa maior conexão com as aulas em laboratório e a proposta do presente artigo.

Aprendizagem ativa (do inglês, *active learning*): de acordo com Prince (2004), trata-se de um método instrucional, que inclui o aluno nos processos de aprendizagem. Pode-se afirmar que se trata de um método em que o aluno faz parte e atua consideravelmente durante a proposta

de aula, interage, resolve problemas e o faz pensar. O aluno é o protagonista e o professor é o mediador do conhecimento.

Aprendizagem cooperativa (do inglês, *cooperative learning*): é definida por Bello (2018) como um trabalho a ser realizado em grupos, onde todos os envolvidos atuam de forma positiva durante a solução dos problemas e no desenvolvimento das tarefas. O grupo normalmente é heterogêneo, formado por atores que desempenham as suas funções com um mesmo objetivo, entretanto, podem ser avaliados em grupo ou individualmente.

Aprendizagem baseada em problemas (do inglês, *problem based learning*): inicia-se de forma oposta ao modelo de aula formal, o aluno primeiramente se depara com o problema, e com isso ocorre a motivação devido à problemática. Tem a característica de normalmente ser uma prática ativa ou cooperativa, mas não é necessariamente uma regra. Envolve o estudo dirigido para o grupo ou indivíduo (PRINCE; 2004).

Aprendizagem experiencial (do inglês, *experiential learning*): foi desenvolvida por David A. Kolb em 1984, o mesmo baseou-se nos estudos anteriores de alguns autores de grande importância para a didática, tais como John Dewey, Kurt Lewin e Jean Piaget (ERSELCAN, 2015). O modelo de Kolb possui quatro estágios, onde Pimentel (2007) os explicita da seguinte maneira, *i) experiência concreta*: refere-se ao contato direto com situações e processos que levam a problemas e dilemas a serem resolvidos; *ii) observação reflexiva*: trata-se do momento em que o aluno retorna e pensa no que realizou, nas dificuldades encontradas, as experiências vividas e possibilidades de escolha na identificação de elementos; agrupamentos entre os fatos perceptíveis da experiência; determinação de características, dificuldades e possibilidades de escolhas; partilha de opiniões sobre um determinado assunto; *iii) conceituação abstrata*: esta etapa caracteriza-se pela parte cognitiva do que foi realizado, é necessário pensar de forma mais lógica e realizar a comparação com a realidade antes vivenciada; *iv) experiência ativa*: pode ser definida como o estágio de aplicação, pois trata-se da aplicação da reflexão, explicados e generalizados, o momento de colocar a teoria em prática. Na Figura 4 são exemplificados os quatro estágios cíclicos e suas interações.

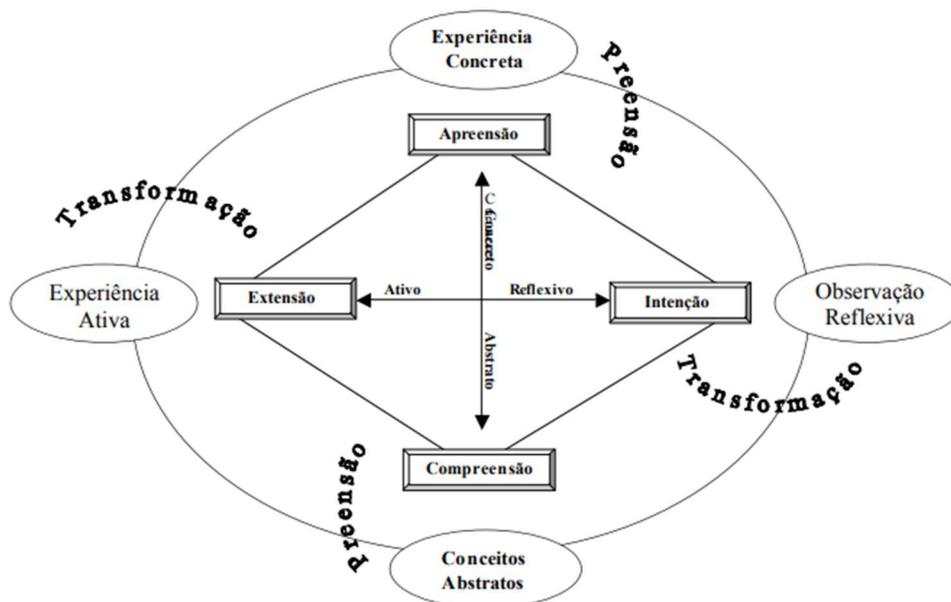


Figura 4: Ciclo de aprendizagem Experiencial

Fonte: Pimentel (2007)

2.2.2 Uso do laboratório no ensino de Engenharia

Kolb (1984) cita que a aprendizagem experiencial é o modelo de aprender que visa o contexto e não somente o resultado. A atividade experiencial, trata-se da experiência do aluno durante os estágios do ciclo de aprendizagem. As aulas de laboratório constituem uma das formas de desenvolver aprendizagem experiencial, além de utilizar outras práticas ativas como aprendizagem cooperativa e baseada em problemas.

Aulas em ambientes laboratoriais são fundamentais no processo de ensino e aprendizagem da Engenharia. Especificamente no curso de Engenharia de Produção, de acordo com a Associação Brasileira de Engenharia de Produção (ABEPRO, 2008), os laboratórios de caráter básicos e profissionalizantes são extremamente necessários, tendo em vista que dão suporte às atividades pedagógicas. A ABEPRO (2008), também propõe que os cursos de Engenharia de Produção forneçam um roteiro para orientar o aluno no desenvolvimento da aula prática, contendo título, objetivo, atividades, competências e habilidades que serão desenvolvidas no laboratório. Ainda, indica que seja realizada uma montagem pragmática visando os fenômenos de interesse. Neste contexto, a Figura 5 representa o exposto acima.

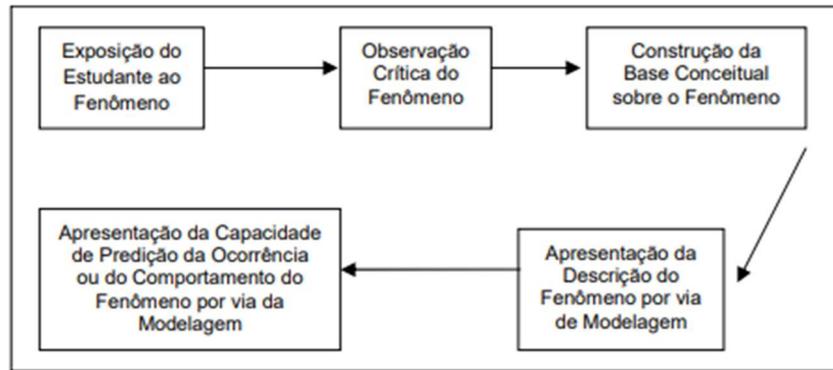


Figura 5: Sequências de ações para o aprendizado em aulas de laboratórios

Fonte: ABEPRO (2008)

De acordo Fiesel e Rose (2005), a Engenharia representa o fazer, representa uma prática. Os mesmos autores afirmam que mesmo a Engenharia sendo concebida visando o modelo prático de ensino passou por uma fase em que os laboratórios foram deixados em segundo plano, sejam por motivos financeiros, espaço físico ou filosóficos. Os autores também afirmam que está ocorrendo uma alteração devido aos novos métodos pedagógicos ativos que estão sendo adotados, onde o aluno é o protagonista no processo de aprendizagem.

De acordo com Bazzo e Pereira (2006), o laboratório não serve apenas para afastar-se da teorização ou apenas como artifícios didáticos, deve ser interpretado como um ótimo momento para aplicar a teoria e verificar alguns fenômenos citados na teoria. O mesmo autor cita que as aulas experienciais em laboratório devem ter como objetivos gerais, i) desenvolver a capacidade criativa; ii) ensinar a tirar conclusões a partir de resultados experimentais; iii) familiarizar com uso de instrumentos iv) desenvolver a sensibilidade na avaliação dos parâmetros da Engenharia; v) contribuir para familiarizar o aluno com manuais e normas técnicas; vi) contribuir para o desenvolvimento na aplicação dos princípios básicos teóricos para a solução de problemas; vii) permitir melhor fixação dos conhecimentos abordados nas aulas teóricas; viii) desenvolver o espírito de trabalho em grupo; ix) desenvolver o espírito crítico na interpretação e avaliação dos resultados experimentais e, x) desenvolver habilidades para execução de relatório e para a apresentação de resultados através de gráficos, tabelas e equações.

Pode-se também afirmar que o laboratório não é somente responsável pela parte didática, mas também desenvolvimento criativo, social e profissional. Para AYAN (2001),

utilizando-se dez estratégias é possível propiciar o aumento da criatividade, se relacionar com as pessoas, sair do casulo, ser contagiado por brincadeiras e bom humor, expandir a mente através da leitura, dedicar-se às artes, ficar atento na tecnologia, dinamizar o pensamento com relação aos desafios, libertar o altercosciente e entrar em contato com sua alma criativa. Para o mesmo autor, aplicando-se estas estratégias, o ambiente do laboratório pode fornecer o conhecimento técnico de forma aprazível.

2.3 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

O método de pesquisa adotado neste estudo é de pesquisa-ação, pois de acordo com Fleury, Reis e Oliveira (2017) este método é amplamente aplicado na ação planejada de caráter educacional, e como o presente artigo tem como objetivo propor e aplicar uma atividade usando práticas ativas, a pesquisa-ação foi a mais indicada para ser utilizada. Para desenvolver a atividade no laboratório foram realizadas as quatro etapas apresentadas na Figura 6

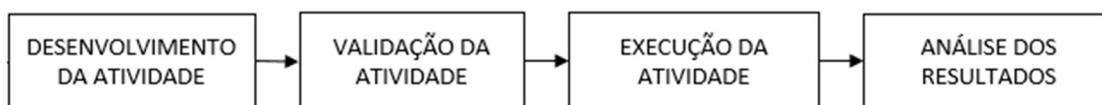


Figura 6: Etapas para desenvolver e aplicar atividade

A proposição da atividade foi realizada pelo autor, que atua como técnico do laboratório CIM, a partir dos objetivos da aula sobre Projetos de Experimentos da disciplina de Engenharia da Qualidade do terceiro semestre do curso, das competências a desenvolver nos alunos e, da utilização do laboratório CIM como infraestrutura para a aprendizagem ativa. Foram considerados para a aprendizagem ativa, o uso da aprendizagem experiencial, cooperativa e baseada em problemas. A atividade foi concebida visando desenvolver as competências relacionadas a capacidade de desenvolver uma matriz de experimentos, uma tabela ANOVA e interpreta-la, utilizando os dados reais obtidos durante a atividade no laboratório. Para isto, se fez necessário a participação ativa dos alunos na coleta de dados e definição de todos fatores. Ainda, espera-se que os alunos interajam com os atores e ampliem a percepção dos fenômenos encontrados no laboratório.

Na segunda etapa, a atividade foi validada junto às professoras regentes da disciplina. Foram validados os objetivos da atividade, etapas de aplicação e resultados esperados. Os feedbacks das professoras foram incorporados à atividade. Esta validação deu-se por meio de

entrevista individual com as duas professoras responsáveis pela disciplina de Engenharia da Qualidade, nas três turmas oferecidas para o curso de graduação. Devido ao tempo para coletar todos os dados ser de aproximadamente 2h, realizar a coleta de todos os tempos de montagem durante o horário da disciplina torna-se inviável, sendo assim, com auxílio das professoras realizou-se antecipadamente uma análise quanto aos fatores que podem influenciar o tempo de montagem, para que o laboratorista possa realizar a coleta destes dados antecipadamente e fornecer no final da atividade aos alunos. Os alunos só recebem a informação que os tempos de montagem já foram coletados na última etapa da prática.

A atividade foi aplicada em três turmas separadamente na disciplina de Engenharia da Qualidade no laboratório CIM, a análise dos resultados ocorreu em sala de aula e a atividade é realizada nos horários da própria disciplina. Teve duração de aproximadamente duas horas e trinta minutos. Por fim, a análise quanto aos objetivos teóricos e práticos foi realizado pelas professoras da disciplina, bem como, uma análise subjetiva do engajamento dos alunos no decorrer da atividade em relação aos métodos de aprendizagens abordados no presente artigo.

2.3.1 Laboratório utilizado

O laboratório CIM da UFRGS teve sua inauguração em 2014, com a chegada dos equipamentos que compõem sua planta produtiva e, após ajustes na infraestrutura da sala para o recebimento destes módulos e treinamento do pessoal autorizado na manipulação dos equipamentos (técnico e professor), iniciaram-se algumas atividades básicas pertinentes à sua utilização em atividades didáticas. A seguir na Figura 7 é apresentado o laboratório CIM com os respectivos nomes das estações, e na Figura 8 a sala de aula e ambiente de apoio ao laboratório.



Figura 7: Laboratório CIM



Figura 8: Área de apoio ao CIM

A parte de *hardware* e *software* foi desenvolvida por uma ramificação da empresa FESTO, designada FESTO-DIDACTIC. Este laboratório foi adquirido modularmente, e possui as estações de trabalho e supervisorio (sistema de controle que contém as informações referentes a controle de produção, estoque, fornecedores e clientes) com a programação pré-definida pela mesma empresa.

A planta produtiva do CIM atualmente é composta por quatro estações de trabalho, sendo o **AS/RS** (*Automated Storage Retrieval Storage*) responsável pelo estoque de forma automatizada com 50 slots de armazenamento, nestes slots permanecem as peças necessárias para a montagem dos *desksets*. A segunda estação é a da **Qualidade**, tem a função de realizar o teste dimensional do diâmetro central do *baseplat*, e após este teste, classifica a peça como aprovada ou reprovada. A terceira estação é a **Montagem**, dotada com o robô RV-2SDB e controlador CR1DA-771-S15, esta estação é responsável pela a efetiva montagem de todos os modelos de *desksets*. Por fim, tem-se a estação de **Transporte**, onde ocorre a interligação física entre as estações através de uma esteira. Possui quatro pontos de controle com sistemas pneumáticos e RFID (*Radio-Frequency Identification*), podendo receber até 7 transportadores (equipamento responsável por carregar as peças sobre a esteira).

Este laboratório, também possui uma área de apoio ao CIM dotada com nove computadores, podendo ser usado como sala de aula em algumas disciplinas pertinentes ao curso. Neste mesmo ambiente está instalado nos computadores um simulador desenvolvido pela empresa FESTO, foi adquirido concomitante com o *hardware* do Laboratório. Este simulador

realiza a reprodução fidedigna de maneira virtual do modelo físico da planta produtiva do laboratório.

2.3.2 Atividade de laboratório proposta e roteiro

Seguindo as orientações da ABEPRO (2008), primeiramente é apresentado aos alunos os objetivos, habilidades e competências a serem desenvolvidas nesta atividade. Sendo assim, tem-se, i) objetivo: avaliar os fatores controláveis do processo de produção do *deskset* para reduzir o tempo de montagem satisfazendo os parâmetros de qualidade; ii) competências: ser capaz de desenvolver uma matriz de experimentos, definir a variável de resposta, identificar os fatores controláveis, identificar os valores mantidos constantes, listar os fatores de ruídos e montar e analisar uma tabela ANOVA e por fim, iii) habilidades: deparar-se com o problema, observar e avaliar o fenômeno, discussão em grupo e lidar com dificuldades na elaboração de estudo com dados reais.

De acordo com o ciclo de aprendizagem experiencial desenvolvido por Kolb (1984), os alunos deparam-se inicialmente com o problema, sendo assim, devem realizar a montagem do *Deskset*, apresentado a seguir na Figura 9, no menor tempo possível utilizando os recursos do laboratório CIM, havendo apenas restrições em não comprometer a qualidade do produto final ou danificar a estrutura dos equipamentos envolvidos no processo de montagem. Portanto, esta etapa representa a **Experiência Completa** da aprendizagem experiencial, que de acordo com Pimentel (2007) é o primeiro contato que o aluno possui com o problema ou tarefa proposta. Nesta etapa, os alunos também observam a montagem realizada pelo CIM.



Figura 9: Deskset final montado

Seguindo a aprendizagem experiencial, para a etapa de **Observação Reflexiva**, os alunos devem utilizar a teoria de Projetos de Experimentos visto em aulas anteriores, afim de relacionar este assunto com os elementos que podem influenciar no tempo de montagem realizado pelo CIM. Sendo assim, o objetivo é verificar em quais níveis (baixo ou alto) devem ser fixados os fatores controláveis no processo de montagem do *deskset* para que ocorra a montagem no menor tempo possível. Esta etapa, tem como foco central a reflexão da etapa anterior, a Experiência Completa, consiste no aluno utilizar o conhecimento prévio adquirido afim de sanar o problema (ERSELCAN, 2015).

Na terceira etapa, a **Conceituação Abstrata**, de acordo Miyashita *et al.* (2015) representa uma síntese a partir da troca de opiniões, estabelecendo-se uma linha comum de ideias compartilhadas, quanto as definições de todas as variáveis presentes no processo de montagem, que podem ou não interferir no objetivo da atividade. Para esta etapa, os alunos voltam a observar a montagem realizada pelo CIM e a questionar o laboratorista e professor sobre os elementos que podem ou não contribuir para o tempo de montagem do *deskset*. Nesta etapa, o intuito é extrapolar a visão inicial das etapas anteriores.

Por fim, tem-se a **Experiência Ativa**, este é o momento de colocar a teoria em prática. De acordo Miyashita *et al.* (2015), caracteriza-se por uma aplicação prática dos conhecimentos refletidos, explicados e generalizados, traz destaque a colaboração e ao trabalho em equipe. Em suma, nesta etapa realiza-se as medidas do tempo de montagem do *deskset* para os fatores investigados a fim de avaliar a influência destes no tempo de montagem. Durante a aula no laboratório os alunos vivenciam as dificuldades na elaboração de uma matriz de experimentos com dados reais, as dificuldades no processo da coleta de dados e, posteriormente poderão contestar os resultados encontrados.

Para auxiliar os alunos, professor e laboratorista na aplicação da atividade, foi desenvolvido um roteiro onde apresenta as atribuições de cada ator envolvido. A seguir na Figura 10 é apresentada as etapas deste roteiro relacionadas ao ciclo da Aprendizagem Experiencial, consta também os tempos destinados para cada etapa desta prática.



Figura 10: Etapas da prática relacionadas ao ciclo de Aprendizagem Ativa

Em relação à aprendizagem, os alunos devem ser estimulados durante a graduação com projetos em níveis crescentes de complexidade e na solução dos problemas que se deparam (CASTANHEIRA *et al.*, 2012). Neste contexto, o roteiro apresentado no Quadro 1, foi concebido considerando um aumento no grau de complexidade em cada etapa necessária para o desenvolvimento da matriz de experimentos e posterior tabela ANOVA.

Quadro 1: Etapas da atividade, descrição da atividade e atribuição dos atores

Etapa	Descrição da etapa	Alunos	Laboratorista/Professor
1. Apresentação	Apresenta-se o problema: “Em quais níveis os fatores de controle devem ser mantidos para otimizar o tempo de montagem sem prejudicar a qualidade equipamentos?”	Discutem em grupos o problema apresentado e como poderá ser solucionado utilizando as ferramentas vistas na disciplina.	Realiza a apresentação do laboratório, principalmente as regras gerais e individuais de segurança. Apresenta-se o objetivo, competências e habilidades a serem desenvolvidas pelos alunos durante a atividade.
2. Definição do objetivo	Consiste em realizar a montagem de um deskset, apresentado na figura 3, no menor tempo possível variando os parâmetros do processo.	Observam o processo de montagem quantas vezes a turma julgar necessário, desenvolvem uma análise crítica do processo de montagem	Realiza o setup e realiza a montagem do CIM para que os alunos analisem todo o processo.

3. Variáveis de resposta	São as características de qualidade, escolhidas pelo cliente, que estão sob avaliação. A Variável de resposta necessariamente deve ser quantitativa. Elencam-se as variáveis de resposta, respectivos alvos e especificações.	Tendo conhecimento do problema e do processo de montagem, os alunos definem, em consenso do grupo, qual será a variável de resposta e qual unidade deverá ser utilizada.	O instrutor, fica à disposição dos alunos para verificar o processo de decisão da variável de resposta, e dar suporte técnico e teórico às eventuais dúvidas.
4. Parâmetros do processo	São todas as variáveis que podem ser alteradas e que podem ter algum efeito sobre as variáveis de resposta.	Questionam o professor e laboratorista sobre quais são as variáveis do processo e quais podem ser controladas, bem como, quais delas podem influenciar a variável de resposta.	Realiza mais uma montagem para que os alunos possam avaliar novamente o processo a fim de definir os parâmetros. Responde aos questionamentos em relação aos parâmetros que podem influenciar a variável de saída.
5. Fatores controláveis.	Constituem um subconjunto dos parâmetros de processo. São os fatores escolhidos para serem investigados, definidos em nível alto e baixo.	Definem quais serão as variáveis a serem investigadas, tendo domínio de quais delas podem influenciar o processo.	Auxilia os alunos no processo de definição das variáveis de resposta, e responde aos questionamentos quanto ao processo de fabricação.
6. Fatores mantidos constantes	Fatores mantidos constantes durante toda a execução do experimento (não são investigados), para não aumentarem o número de ensaios e não inflacionarem o termo de erro.	Definem as variáveis que serão mantidas constantes no processo.	Aguarda os questionamentos dos alunos quanto aos processos que podem ser mantidos constantes.

7. Fatores de ruído	São aqueles fatores que não podem ser controlados durante a execução do experimento, logo, são responsáveis pelo ruído ou erro experimental.	Devem definir quais as variáveis não são possíveis de serem controladas e podem inflacionar o erro.	Auxilia e sana alguma dúvida pertinente ao laboratório.
8. Padronização	Todos os tipos de fatores que podem alterar a variável de saída senão padronizados, sendo assim, podem refletir no tempo de montagem se não padronizados.	Tendo o conhecimento do processo e variáveis, os alunos devem definir como será realizado o processo de medição a fim de padronizar e reduzir o erro do experimento e realizar a medição com os <i>smartphones</i>	Em conjunto com a turma, auxilia na definição da padronização, principalmente no processo de medição. Indica a utilização do <i>smartphone</i> como cronômetro.
9. Medição	Realização da medição dos tempos de montagem do <i>deskset</i> , considerando os fatores controláveis estabelecidos anteriormente.	Com a utilização de seus <i>Smartphones</i> , os alunos cronometram o tempo de montagem dos <i>desksets</i> para os fatores investigados.	Solicita a montagem ao CIM e anota em quadro juntamente com os alunos o tempo de montagem para cada fator investigado.
10. Tabela ANOVA	Desenvolvimento e interpretação de uma tabela ANOVA considerando todos os níveis investigados durante a prática no laboratório.	Com posse dos dados coletados, os alunos descolocam-se à sala de aula original da disciplina e realizam o desenvolvimento da tabela ANOVA e interpretação da tabela.	Auxilia os alunos na interpretação dos dados, considerando os resultados encontrados.

Os alunos participaram ativamente da aula como protagonistas, realizando perguntas, críticas e identificando todos os parâmetros. O laboratorista, juntamente com o professor fornecem o apoio técnico e teórico necessários para a elaboração da matriz de experimentos. No Quadro 1 acima, pode-se destacar que o laboratorista e o professor atuam como

facilitadores, apenas fornecendo informações quando os alunos as solicitam. O laboratorista representa o especialista sobre o processo de montagem do produto, uma vez que é o responsável técnico do laboratório e pode sanar as demandas geradas pelos alunos no quesito técnico.

2.4 RESULTADOS DA APLICAÇÃO DA ATIVIDADE

Esta seção apresenta inicialmente os resultados pedagógicos, relacionados com aprendizagem experiencial, observados pelas professoras e o laboratorista no decorrer desta prática. Posteriormente, são apresentados os resultados encontrados pelos alunos no desenvolvimento desta prática, contendo a variável de resposta, parâmetros de processo, fatores de controle, ruído e constante, matriz de experimentos e a tabela ANOVA. Por fim, é apresentada a relação entre os dados encontrados com o objetivo, competência e habilidades visadas com a aplicação desta prática.

A prática proposta em laboratório abordou as técnicas de aprendizagem experiencial desenvolvidas por Kolb (1984), e de forma geral foram evidenciadas, uma vez que os alunos observam o fenômeno no laboratório, coletam e tratam os dados reais e vivenciam os problemas presentes no desenvolvimento da matriz de experimentos. Em relação ao ciclo da aprendizagem experiencial, pode-se verificar durante a prática de laboratório que, *Experiência Completa*: os alunos iniciam a atividade deparando-se diretamente com o problema, e tendo que achar uma solução para este; *Observação Reflexiva*: observou-se que os alunos participaram ativamente, pois questionaram o professor e laboratorista, trazendo informações já vivenciadas para solucionar o problema proposto; *Conceituação Abstrata*: a turma deve trabalhar em conjunto, discutindo e estabelecendo os parâmetros para fundamentar uma correta análise, a turma inteira deve trabalhar de forma a resolver o problema. Os alunos trouxeram informações e questionamentos importantes para solucionar o problema desta prática; por fim, *Experiência Ativa*: nesta etapa, após refletir, generalizar e analisar os dados, os alunos cronometraram o tempo de montagem do *deskset*, considerando os fatores e níveis estabelecidos anteriormente a serem investigados, e após, desenvolveram uma tabela ANOVA onde puderam interpretar os resultados encontrados para concluir quanto aos níveis destes fatores.

Considerando a aprendizagem ativa, pode-se verificar que os alunos devem questionar o professor ou laboratorista quanto aos processos de montagem para poder resolver o problema proposto, não havendo esta pró atividade por parte dos alunos não é possível desenvolver a prática. Os alunos atuaram como o protagonista na formação do seu conhecimento durante a atividade. A utilização dos *smartphones* para cronometrar foi de agregador, pois foram incentivados a utilizar a tecnologia presente em seus cotidianos.

A seguir são apresentados os resultados definidos, encontrados e analisados pelos alunos durante a atividade. Para a *variável de resposta*: tempo, do tipo menor é melhor; *parâmetros do processo*: X1) velocidade relativa do robô; X2) posição do estoque; X3) velocidade relativa do AS/RS; X4) número de transportadores; X5) posição da esteira do ponto de controle; X6) temperatura da sala; X7) layout do CIM; X8) tempo de máquina (tempo entre solicitação e efetiva montagem); *fatores controláveis*: a

Tabela 1 foi desenvolvida com os parâmetros de processo que podem afetar efetivamente a variável de resposta. São investigados dois níveis, alto e baixo, devido a disciplina ter seu conteúdo na graduação limitada em dois níveis.

Tabela 1: Tabela para os fatores controláveis e níveis investigados

Fatores controláveis	Nível BAIXO	Nível ALTO
X1:Velocidade Relativa do robô	70%	100%
X3:Velocidade relativa do AS/RS	70%	100%
X4:Número de transportadores	4	6

Fatores mantidos constantes: a Tabela 2 apresenta a definição dos fatores mantidos constantes.

Tabela 2: Fatores mantidos constantes e seus respectivos níveis

Fatores mantidos constantes	Níveis fixados
X2: Posição do estoque	27 e 28 (duas peças)
X5: Posição da esteira	Ponto de controle 1, 3 e 4
X6: Temperatura da sala	23 graus

Fatores de ruído: posição da esteira, velocidade de esteira (constante), posição dos transportadores no tempo, tempo entre solicitação e aceite de produção, posição nas estações. Após realizar todas as definições, os alunos realizam a coleta dos dados para montagem da matriz de experimentos.

Para que a prática seja possível de ser realizada durante o período da aula, devido ao longo tempo para coletar todos os dados, o laboratorista, juntamente com as professoras da disciplina já possuem estes dados, entretanto os alunos não recebem esta informação, somente no momento da coleta. Os alunos, realizam em laboratório a coleta de três níveis investigados, afim de vivenciar a dificuldade em realizar a coleta destes dados, os restantes destes tempos de montagem lhe são fornecidos. Com posse dos tempos de montagem do produto final, os alunos desenvolvem a matriz de experimentos apresentados na Tabela 3 com o tempo em segundos.

Tabela 3: Matriz de experimentos desenvolvida por uma das turmas.

		Velocidade do AS/RS [A(i)]		Velocidade do AS/RS [A(i)]	
		70%	100%	70%	100%
		Velocidade do robô [B(j)]	70%	249	231
281	252			244	229
262	234			202	197
100%	240		240	220	192
	265		236	214	206
	230		234	202	198
		4		6	
Número de transportadores [C(k)]					

A Tabela 4 , apresenta um recorte da tabela ANOVA, para um $\alpha = 5\%$, ou seja 95% de confiança nos resultados encontrados, desenvolvida por uma das três turmas (mesma turma das tabelas anteriores). Pode-se verificar que apenas os fatores B e C, respectivamente, velocidade do robô e número de transportadores, apresentaram significância entres os níveis. Nenhuma interação entre os fatores apresentou significância estatística.

Tabela 4: Recorte da tabela ANOVA desenvolvida por uma das turmas

Fatores controláveis investigados	F - Calculado	F- Tabelado	Significância entre os níveis
Velocidade AS/RS [A]	4,087	4,494	NÃO
Velocidade Robô [B]	5,275	4,494	SIM

Número Transportadores[C]	28,327	4,494	SIM
---------------------------	--------	-------	-----

Considerando o problema apresentado no início do roteiro, pode-se concluir que a definição dos fatores controláveis são, fator A - Velocidade do AS/RS: como não houve diferença significativa entre os níveis 70% e 100%, no fator de saída tempo de montagem, adota-se o valor de 70%, assim evita-se que os motores do AS/RS trabalhem com a máxima velocidade, reduzindo as chances de quebra, custo e posterior manutenção; fator B - velocidade do robô: devido a diferença significativa entre os níveis 70% e 100% investigados, no fator de saída tempo de montagem, adota-se a velocidade em 100%; fator C - número de transportadores: como houve diferença significativa entre os níveis investigados com 4 e 6 transportadores, no fator de saída tempo de montagem, adota-se 6 transportadores, pois representa redução no tempo de montagem.

Os resultados encontrados na Tabela 4 trouxeram benefícios quanto as **competências e habilidades** dos alunos, pois foi possível verificar através dos dados coletados que o fator velocidade do AS/RS não apresentou diferença significativa entre os níveis investigados, portanto, não há como validar estatisticamente que se deva adotar a velocidade em 100%. Portanto, considerando que os alunos participaram de todo o desenvolvimento da matriz de experimentos, pode-se justificar com maior clareza quanto adotar 70% da velocidade do AS/RS. Sendo assim, aulas que não utilizam os dados reais e a visão geral do laboratório, podem não apresentar tanta clareza neste quesito, uma vez que os alunos puderam avaliar, vivenciar e participar dos resultados (FIESEL, ROSE; 2015)

Para os fatores velocidade do robô e número de transportadores, foi possível verificar evidências estatísticas que comprovam que é vantajoso manter ambos em níveis alto, sendo assim, 100% da velocidade do robô e com 6 transportadores, uma vez que ambos apresentaram diferenças significativa entre os níveis investigados. Portanto, considerando o **objetivo** pedagógico almejado nesta prática, em suma foi alcançado, pois os alunos desenvolveram uma matriz de experimentos e posterior tabela ANOVA para sustentar a resposta acerca dos níveis alto e baixo definidos e assim, realizar a montagem do *deskset* no menor tempo, sem danificar a estrutura do CIM ou comprometer a estação AS/RS desnecessariamente.

2.5 CONCLUSÃO

O objetivo central deste artigo foi elaborar uma prática para laboratório visando a aprendizagem ativa, a fim de colocar o aluno como foco central na construção de seu conhecimento, aumentar o engajamento, melhorar as suas habilidades no tratamento de dados reais e as competências em análises estatísticas em relação a Projetos de Experimentos, para isto foi utilizada as técnicas da aprendizagem experiencial. Foi desenvolvida uma prática pedagógica inovadora utilizando o laboratório CIM, já existente no DEPROT, onde os alunos foram capazes de vivenciar as dificuldades em desenvolver uma matriz de experimentos e posterior tabela ANOVA. Somado a isto, depararam-se com as dificuldades na padronização e definições das variáveis presente neste laboratório. Como resultado, obteve-se uma prática com as quatro etapas propostas por Kolb (1984) para a aprendizagem experiencial e um roteiro com as atribuições de todos os atores envolvidos.

De acordo com as professoras responsáveis pela disciplina, a atividade da aula laboratorial foi enriquecedora para o conhecimento e engajamento dos alunos de graduação. As turmas mostraram-se participativas e disciplinadas, principalmente nos quesitos de segurança pré-estabelecidos, não ocorrendo falhas neste âmbito, e foi dada extrema atenção para que não ocorressem nenhum tipo de acidente. Os alunos tiveram a experiências no processo de elaboração e coletada de dados para o correto desenvolvimento de uma matriz de experimentos. Além disto, foram evidenciadas durante a prática no laboratório o bom humor e o desenvolvimento da criatividade. As turmas trabalharam em conjunto e de forma ativa, ou seja, foram os protagonistas no processo de aprendizagem. O desenvolvimento da matriz de experimentos e a identificação dos parâmetros que a compõem foram realizados corretamente pelos alunos, possibilitando a resolução adequada da tabela ANOVA e uma verificação em função da significância estatística entre os níveis.

Em relação a trabalhos futuros, sugere-se a aplicação de um questionário com os alunos afim de qualificar esta prática e quantificar a sua contribuição. Para incorporar também o aspecto competitivo, esta prática pode ser realizada em grupos e verificar qual destes grupos consegue definir os parâmetros para realizar a montagem em menor tempo. Em relação a fixação do conteúdo, solicitar aos alunos que se realize o registro da atividade e documentar as etapas no desenvolvimento da tabela ANOVA.

REFERÊNCIAS

ABEPRO. Laboratórios recomendados para o curso de Engenharia de Produção. Documento elaborado pela Comissão de Graduação da Abepro e referendado no GT de Graduação do Enegep 2008. Disponível em: <http://www.abepro.org.br/arquivos/websites/1/Labs.pdf>; acesso em: 09/01/2020

ALVES, G. D. D; BOECHAT, F. O; BREDA, W.L. Desenvolvimento de um jogo de tabuleiro para auxílio ao ensino superior em Engenharia de Produção. Em: XXXVII Encontro nacional de Engenharia de Produção. 2017. DOI: 10.14488/enegep2017_tn_wic_247_427_33277

AYAN, JORDAN – AHA 10 maneiras de libertar seu espírito criativo e encontrar grandes idéias – São Paulo, Negócio Editora – 2001

BAZZO, W. AND PEREIRA, L. (2006). Introdução à Engenharia. Florianópolis, SC: Ed. da UFSC.

BEHOL, R.V. A didática no ensino de Engenharia . XXXIII – congresso Brasileiro de Ensino em Engenharia, Campinas Grande. 2005

BELLO M.M.S; CAPELLINI V.L.M.F; RIBEIRO J.A.G; A. Aprendizagem cooperativa no cenário educacional acadêmico brasileiro. estudos sobre Educação. Presidente Prudente-SP, v. 29, n. 1, p.239-256, Jan./Abr., 2018. ISSN: 2236-0441.

BOECHAT, F.O; ALVES, G.D.D ; BREDA, W. L.;. Desenvolvimento de um jogo de tabuleiro para auxílio ao ensino superior em Engenharia de produção. Anais do XXXVII encontro nacional de Engenharia de produção, Joinville, out. 2017

BREMENKAMP, L.H.; MENEZES, A. G.C. Requisitos de usabilidade em interfaces para ambientes de aprendizagem em Engenharia de produção: um estudo de caso. Anais do XXXIX Congresso Brasileiro de Educação em Engenharia , Blumenau, out. 2011

CASTANHEIRA A.M.P; MASSON T.J; MIRANDA L.F; MUNHOZ A.H. Metodologia de ensino: aprendizagem baseada em projetos (pbl). XL congresso brasileiro de Educação em Engenharia, Belém 2012.

CHARYTON, C., JAGACINSKI, R. J., & MERRILL, J. A.. CEDA: A research instrument for creative engineering design assessment. Psychology of Aesthetics, Creativity, and the Arts, 2(3),147–154.2008.<https://doi.org/10.1037/1931-3896.2.3.147>

DETTMER, A, L. Concebendo um laboratório de Engenharia de Produção utilizando um jogo de empresas. 2001, tese (Doutorado em Engenharia de Produção). Universidade Federal De Santa Catarina. Santa Catarina, 2001.

ERSELCAN F; Relevance of Education to Real Life and of Real Life to Education – Experiential Learning for International Business. Global Conference on Contemporary Issues in Education, GLOBE-EDU 2014, 12-14 July 2014, Las Vegas, USA

FEISEL L.D; ROSA A.J; The Role of the Laboratory in Undergraduate Engineering Education. Journal of Engineering Education 2005

HUSANU I.N.C; ERTEKIN Y;; Embedding laboratory activities in "applied mechanics" course. American Society for Engineering Education, 2012

KOLB, D. Experiential learning. Englewood Cliffs, New Jersey: Prentice Hall, 1984

KORMAN, R.F. Os efeitos da reforma curricular na sala de aula em um curso de Engenharia. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) - Escola de Engenharia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Rio Grande do Sul.

MIYASHITA R; MEDEIROS C.A; BATISTA L.A; ALMEIDA M. C; TERRA T. Uma abordagem inovadora para educação interdisciplinar - tecnologia da informação, Engenharia, Gestão e esportes: uma aprendizagem experimental através de jogo educativo. Resvista Polemica.2015 DOI: 10.12957/polêm!ca.2012.3094

PAULA, B.H; VALENTE, J. A. Jogos digitais e educação: uma possibilidade de mudança da abordagem pedagógica no ensino formal. Revista Iberoamericana de Educação, Estados ibero-americanos, v. 70,n.1,p.9-28,jan.2016.

PEKELMAN A ; MELLO JR, A.G.;. A importância dos laboratórios no ensino de Engenharia mecânica. Anais do XXXII congresso da Abenge 2004, Brasília

PIMENTEL A. A. Teoria da aprendizagem experiencial como alicerce de estudos sobre desenvolvimento profissional. Estudos de Psicologia 2007, 12(2), 159-168

PRINCE M. Does Active Learning Work? A Review of the Research. Journal of Engineering Education 2004 Assessing General Creativity and Creative Engineering Design in First Year Engineering Students

3 ARTIGO 2 – DESENVOLVIMENTO DE UM JOGO DIGITAL PARA APRENDIZAGEM ATIVA SOBRE SISTEMAS DE GESTÃO DA QUALIDADE BASEADO NA ISO 9001:2015

RESUMO

A utilização das práticas pedagógicas inovadoras que promovam a aprendizagem ativa tendem a estar cada vez mais presentes na realidade do ensino de graduação, sendo que a aprendizagem baseada em jogos constitui uma das práticas inovadoras empregadas nesse contexto. Os jogos digitais desenvolvidos para smartphones são alternativas inovadoras para as aulas presenciais e remotas, por propiciar aos alunos a utilização da tecnologia, concomitantemente com o lado lúdico dos jogos, e assim, fazendo-os aprender de maneira divertida. Sendo assim, este artigo tem como objetivo principal desenvolver um jogo digital para prover a aprendizagem baseada em jogos na revisão e fixação do conteúdo de sistemas de gestão da qualidade conforme a ISO 9001:2015. Para isto, foi desenvolvido um jogo digital para smartphones na plataforma *App inventor*. O jogo possui quatro fases com perguntas de verdadeiro ou falso e mais perguntas bônus, estas perguntas bônus trazem o lado lúdico dos jogos. O jogo foi testado com uma turma do curso de Engenharia de Produção da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS) e após concluir o jogo, os alunos participaram de um questionário para avaliar o jogo em relação à motivação e atitudes, conhecimento e aprendizado, design do jogo e plataforma. Os três atributos apresentaram resultados promissores, no entanto destaca-se como a maior média deste questionário o atributo da motivação e atitude. Sendo assim, o jogo proposto neste artigo, mesmo tratando-se de uma versão piloto, possui potencial como uma prática pedagógica inovadora para o ensino de Engenharia na área de Gestão da Qualidade.

Palavras-chaves: Jogos digitais, Aprendizagem baseada em jogos, Aprendizagem ativa, Engenharia de Produção.

ABSTRACT

The use of innovative pedagogical practices that promote active learning tend to be increasingly present in the reality of the graduation education, and game-based learning is one of the innovative practices employed in this context. Digital games, developed for smartphones, are innovative alternatives for classroom and remote classes, as they provide students with the use of technology, concomitantly with the playful side of games, and thus, making them learn in a fun way. Therefore, this article aims to develop a digital game to provide game-based learning about the content of quality management systems according to ISO 9001:2015. For this, a digital game for smartphones was developed on the App inventor platform. The game has four stages with true or false questions and more bonus questions, these bonus questions bring the playful side of the games. The game was tested with a group from the production engineering course at the Federal University of Rio Grande do Sul (UFRGS) and after completing the game, the students participated in a questionnaire to evaluate the game in relation to motivation and attitudes, knowledge and learning, game design and platform. The three attributes showed promising results, however, the attribute of motivation and attitude stands out as the highest average of this questionnaire. Thus, the game proposed in this article, even though it is a pilot version, has potential as an innovative pedagogical practice for teaching engineering in the area of quality management.

Keywords: Digital games, Game-based learning, Active learning, Production Engineering.

3.1 INTRODUÇÃO

Métodos de ensino que utilizam abordagens alternativas aos convencionais estão cada vez mais presentes na realidade da graduação, como o uso de jogos, que abordam métodos que estimulam a aprendizagem ativa e que, conseqüentemente vem apresentando resultados positivos quanto ao aumento do engajamento dos alunos e no desenvolvimento das suas competências e habilidades, possibilitando o aprendizado de maneira divertida (KHALEEL *et al.*, 2017). Tem-se que o acúmulo excessivo de conteúdo não representa uma boa alternativa quando se visa que o aluno desenvolva o pensamento crítico, habilidades em solucionar problemas e a utilização de ferramentas computacionais em sua vida profissional (BUENO; FITZGERALD, 2004). Sendo assim, práticas mais vanguardistas em que o aluno é o protagonista na aprendizagem vêm apresentando resultados interessantes.

Com intuito de sanar estas necessidades de ensino e aprendizagem, professores vêm utilizando novos métodos que atraem mais os alunos e desenvolvam melhor suas habilidades e as suas competências (BERGMANN; SAMS, 2018). Somado a isto, os jogos desenvolvem determinadas competências que não seriam possíveis desenvolver com palestras, livros didáticos, vídeos ou outros métodos de aprendizagem, onde o aluno é tratado com agente passivo, fato esse que é eliminado através da introdução das novas abordagens, tais como jogos, pois os alunos desenvolvem o pensamento crítico e conseqüentemente os preparam para o mercado profissional (NOVAIS *et al.*, 2021).

Jogos digitais normalmente apresentam uma interface que chama mais a atenção da atual geração dos alunos, devido a presença dos equipamentos eletrônicos e a tecnologia em seus cotidianos, no entanto, jogos de tabuleiro ainda são amplamente utilizados, e, nestes métodos, pode-se evidenciar a presença do trabalho colaborativo e cooperativo (RUIZ; GIACAGLIA, 2017). Apesar da relevância dos jogos digitais para o desenvolvimento de competências no ensino superior conforme estudos da literatura (e.g. WOOD, 2007; CONSTANTINO *et al.*, 2012; CHEN, 2012), a sua aplicação ainda não é muito explorada ainda nos cursos de Engenharia (TURRIONI, 2017).

Com base no exposto, este artigo tem como objetivo central desenvolver um jogo digital para promover a aprendizagem baseada em jogos na revisão e fixação de conteúdos sobre

sistemas de gestão da qualidade baseado na ISO 9001:15, apresentar as etapas de programação e os resultados quanto as contribuições do jogo para a aprendizagem e desenvolvimento de competências dos alunos de graduação sobre Sistemas de Gestão da Qualidade baseados na norma NBR ISO 9001: 2015. O jogo é testado em uma disciplina da Engenharia de Produção da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS), a qual aborda conteúdos sobre Sistemas de Gestão da Qualidade, mais especificamente sobre os requisitos da NBR ISO 9001:2015. Após a aplicação do jogo junto aos alunos da disciplina, os mesmos são convidados a preencher um questionário com as suas percepções em relação à contribuição do jogo proposto para o desenvolvimento de suas competências. Esta iniciativa de implementação de práticas pedagógicas inovadoras, como o *game-based learning*, são fomentadas pelo Departamento de Engenharia de Produção e Transportes (DEPROT) uma vez que o curso de Graduação está passando por um processo de modernização do seu currículo, incorporando métodos de ensino inovadores que promovam a aprendizagem ativa e que aumentem o engajamento dos alunos.

3.2 REFERENCIAL TEÓRICO

Esta sessão, tem como premissa central realizar uma breve revisão sobre os conceitos de aprendizagem baseada em jogos (do inglês, *game-based learning*). Apresentar os benefícios da utilização dos métodos lúdicos para o processo de aprendizagem, e por fim, a aplicação destes jogos na Engenharia.

3.2.1 Aprendizagem baseada em jogos

De acordo com Fardo (2013), o processo de aprendizagem por *games*, mais especificamente jogos digitais, não se trata apenas da adição de pontos, recompensas ou medalhas. O autor complementa que para desenvolver uma atividade lúdica e menos entediante, é necessário mais que isto. O lúdico está presente no cotidiano, nas relações interpessoais e é indispensável para a criatividade, com base nisto os jogos devem tentar instigar os alunos através de aparatos lúdicos, a fim de trazer estas relações para os jogos (SANTOS *et al.*, 2021).

Os jogos inicialmente foram desenvolvidos com a finalidade de treinar, motivar e engajar os funcionários de empresas e indústrias em geral, abordando alguns quesitos da aprendizagem colaborativa. O método de jogos para aprendizagem foi posteriormente

incorporado também na área educação, em Universidades e no ensino de forma geral, uma vez que apresentava bons resultados quanto à motivação dos seus funcionários. Os jogos utilizados para aprendizagem, ou seja, jogos educacionais, receberam a denominação de jogos sérios (do inglês, *serious games*) (MAKARIUS, 2017).

A gamificação, jogos sérios ou aprendizagem por jogos, constituem métodos de aprendizagem ativa, os quais, a partir da evolução tecnológica, têm se tornado mais acessíveis aos professores, que utilizam essas novas ferramentas para ensinar, aumentar o engajamento e posicionar o aluno como protagonista no desenvolvimento de seu conhecimento. A aprendizagem baseada em jogos adota elementos do design, métodos lúdicos e da tecnologia, com a finalidade de instigar o aluno, utilizando recursos de pontuação, grau de dificuldade, conquista de espaço, avanço de fases ou trilhas, medalhas e prêmios (GROH, 2012).

Para Carvalho (2010), os jogos de forma geral, auxiliam o aluno na construção do conhecimento, poder de decisão, estratégia do pensamento e aumento do engajamento no processo de aprendizagem, entretanto, o maior desafio no desenvolvimento de jogos está atrelado em haver uma imersão em que o aluno queira estar, para isto, é indicado se balizar em jogos comerciais já existentes e que tenham adesão no mercado. De acordo com Hussain *et al.*, (2008), pode-se verificar que além das vantagens supracitadas, jogos quando utilizados em modelo *multi-player*, ou seja, mais de um jogador simultaneamente, podem trazer também implicações acerca do trabalho em conjunto, especificamente, o trabalho colaborativo.

Portanto, a aplicação de jogos no ensino de graduação vem apresentando resultados positivos quanto ao engajamento dos alunos e conseqüentemente no desenvolvimento das suas habilidades e competências. Utilizar a metodologia de ensino ativa para fixar conteúdos, desenvolver atitudes e contribuir com o processo de aprendizagem no ensino de graduação, com os recursos da aprendizagem baseada em jogos torna-se muito indicado para a construção do conhecimento (DONDLINGER, 2007; ŠISLER, BROM, 2008).

3.2.2 Aprendizagem baseada em jogos para Engenharia

De acordo com Madocks, Sher e Wilson (2010), as grandes áreas de conhecimento das Engenharias são, i) ciências e matemática; ii) análise de Engenharia; iii) projeto; iv) contexto

econômico, social e ambiental; e por fim, v) práticas de Engenharia. Em relação as atividades do profissional de Engenharia, a Resolução 218 (1973) do Conselho Federal de Engenharia e Agronomia (CONFEA), identifica até dezoito atividades, onde pode-se salientar: supervisão, coordenação e orientação técnica; estudo, planejamento, projeto e especificação; estudo de viabilidade técnico-econômica e assistência, assessoria e consultoria. Sendo assim, de acordo com Carvalho (2012) os jogos sérios, focados na a área de Engenharia, necessitam estar em consonância com estas atividades ou áreas de conhecimento supracitada, para garantir o desenvolvimento das habilidades e competências dos alunos e futuros profissionais.

O Beer Game, foi desenvolvido em 1950 pelo MIT (*Massachusetts Institute of Technology*), e foi um dos primeiros jogos desenvolvidos com conteúdo de cadeia de suprimentos, abordando assuntos de oferta e demanda, entretanto, devido a necessidade de disponibilização deste jogo de forma mais abrangente, o mesmo foi desenvolvido também de maneira digital, e segue ainda em melhoria de seu algoritmo de programação (CROSON, 2014). Sendo assim, jogos sérios para Engenharia, são aplicados há muitos anos nas habilidades em logística, planejamento e controle de processos, entretanto, mesmo sendo aplicados há diversos anos, os jogos sérios não são corriqueiramente adotados pelas instituições de ensino (DESPEISSE, 2018).

Pode-se destacar também, a simulação de Fishbanks, trata-se de um jogo sério, desenvolvido inicialmente para jogo de mesa, mas hoje amplamente utilizado de maneira digital, desenvolvido por um grupo de professores do MIT no final dos anos 70. Trata-se de grupos de indivíduos que operam a pesca em empresas, com a motivação de maximizar o valor líquido de cada empresa. Tem o intuito de mostrar como se comporta a relação entre taxa de reprodução de peixes, gestão de estoque (peixes) e o consumo (FISCHER, 2019).

A partir dos anos 90, com democratização dos computadores, houve o surgimento de inúmeros jogos digitais e simuladores na área de Engenharia. Estes são capazes de atrair a atenção dos alunos desta área por utilizar os recursos visuais e de *design*, que estão amplamente no cotidiano destes alunos (DESPEISSE,2018).

3.3 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

De acordo com Silva e Menezes (2001), este artigo trata-se de uma pesquisa aplicada, pois os resultados apresentam interesses locais. Segundo Lakatos e Marconi (2001), em relação a forma de abordagem do problema, classifica-se como uma pesquisa qualitativa-quantitativa ou combinada, e conforme Gil (2012) o artigo possui o objetivo de pesquisa ativa com procedimentos técnicos da pesquisa-ação, pois a intervenção dos participantes é fundamental para o método e desenvolvimento (VERGARA; 2005). De acordo com Picheth, Cassandre, Thiollent (2016), o método da pesquisa-ação pode ser dividido em quatro grandes etapas, planejar, agir, descrever e avaliar. Os procedimentos metodológicos foram estruturados conforme o ciclo da pesquisa-ação representado na Figura 11.

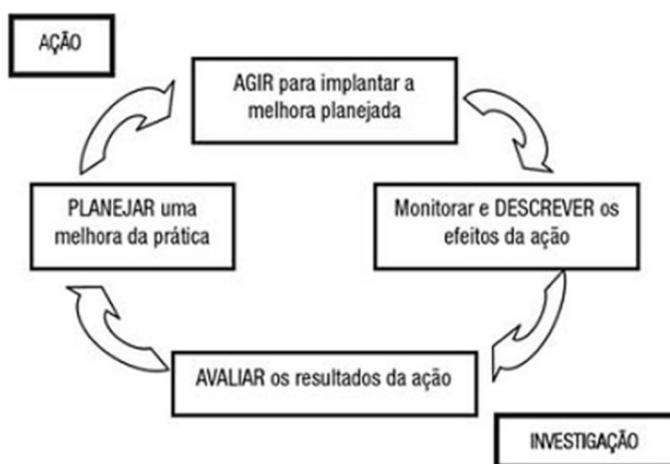


Figura 11: Ciclo da metodologia da pesquisa-ação

Fonte: Picheth, Cassandre, Thiollent (2016)

Na primeira etapa do ciclo, **planejar**, foi escolhido o conteúdo a ser trabalhado no jogo digital. A escolha foi baseada em um jogo de tabuleiro já existente e utilizado no curso para abordar os conteúdos relacionados a sistemas de gestão da qualidade baseados na norma ISO 9001:2015, na disciplina de Sistemas de Garantia da Qualidade do currículo antigo do curso de graduação em Engenharia de Produção da UFRGS e, na disciplina de Gerência da Qualidade no currículo atual do curso. A norma ISO 9001:2015, de acordo com ABNT (CB – 25) “é a versão brasileira da norma internacional ISO 9001 que estabelece requisitos para o Sistema de Gestão da Qualidade (SGQ) de uma organização, não significando, necessariamente, conformidade de produto às suas respectivas especificações.” Segundo a ABNT (2015), as

normas trazem inúmeros benefícios as empresas e aos produtos, sendo assim, é fundamental para que o aluno de graduação em Engenharia de Produção tenha conhecimentos abrangentes sobre a ISO 9001 no seu processo de formação (RODRIGUES *et al.*, 2018).

O jogo original em tabuleiro foi concebido pela professora da disciplina, onde a mesma adotou a técnica de aprendizagem baseada em jogos, mais especificamente, jogos de tabuleiros. Este método de aprendizagem é utilizado em larga escala, uma vez que adota métodos lúdicos para o ensino e de metodologias ativas, e com isto, vem apresentando resultados positivos no engajamento dos alunos (RUIZ; GIACAGLIA, 2017). Devido ao distanciamento social durante a pandemia da COVID 19, e por se tratar de um jogo de tabuleiro, o mesmo não pode ser aplicado na disciplina ministrada de forma remota nos anos de 2020 e de 2021. Desta forma, surgiu a necessidade de desenvolver o jogo também no formato digital, que permitisse aos alunos durante o ensino remoto a sua aplicação através do uso de smartphones ou computadores.

Nesta etapa, definiram-se também os principais objetivos e as competências que se pretendiam desenvolver com a aplicação deste jogo digital. O objetivo principal do jogo, como prática pedagógica inovadora, é contribuir com o desenvolvimento de competências nos alunos, relaciona-se ao aprimoramento do conhecimento sobre a ISO 9001:2015, ao aumento do engajamento, atraindo a atenção dos alunos acerca da norma, e por fim, à motivação dos alunos para buscar informações complementares sobre os assuntos abordados.

A segunda etapa do método, **agir**, foi dedicada ao entendimento do funcionamento e das regras do jogo na versão original de tabuleiro, verificar a flexibilidade e as restrições do jogo, analisar e selecionar as perguntas e os elementos lúdicos (conformidades e não conformidades) do jogo original que seriam incorporados no jogo digital. Para isso, foi realizada uma entrevista de aproximadamente 1h com a professora da disciplina, coautora deste trabalho, para entender o funcionamento do jogo. Além disso, foram analisados os materiais do jogo para avaliar os elementos que seriam mantidos no formato digital.

Na versão de tabuleiro, o jogador avança na trilha o número de casas que indicar o dado lançado por ele, somente se acertar a pergunta da carta, escolhida aleatoriamente, sobre os requisitos da ISO 9001: 2015, e esta pergunta lhe é realizada pelo jogador a sua esquerda. O

objetivo do jogo é chegar ao final da trilha de certificação acertando as perguntas e avançando na trilha, ganha o jogador que chegar antes ao fim, portanto, trata-se de um jogo competitivo. Neste jogo existem também as penalidades por não conformidades e o bônus pelas conformidades, ou seja, caso o jogador caia na posição da casa que possui o símbolo “?”, significa que foi auditado e deverá pegar uma carta da pilha das “Conformidade / Não-conformidade” para verificar qual foi a constatação na auditoria. Caso seja conformidade, avança-se o número de casas definidas na carta ou retrocede-se, caso a carta seja de não-conformidade. A seguir, na Figura 12 é apresentada o padrão da trilha de certificação do jogo de tabuleiro usado como base para a proposição do jogo digital.

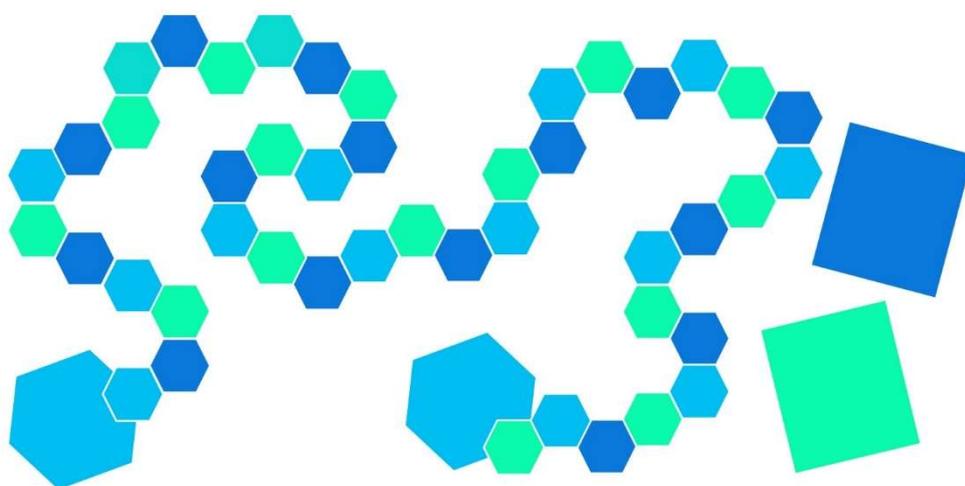


Figura 12: Padrão ornamental do Jogo de Tabuleiro

Fonte: Tinoco e Lazzaretti (2020)

Na terceira etapa da pesquisa-ação, **descrever**, foi realizada a definição do funcionamento do jogo digital e programação. Primeiramente, foram realizadas as definições acerca do funcionamento do jogo no formato digital. Foi estabelecido que o jogo ocorreria de maneira individual, para dar liberdade ao aluno jogar quando julgar adequado, e sem a necessidade de conexão com internet, para evitar que o sistema operacional Android solicite permissões, evitando assim qualquer dano de *software* ao *smartphone* do aluno. O jogo possui também um aumento gradual em relação à complexidade das perguntas e penalidades no decorrer da trilha, portanto, evita-se o tédio e desafios inexecutáveis (DETERDING, 2011). A fim de trazer o lúdico do jogo de tabuleiro, foi mantido a parte de conformidade e não conformidades (sorte-azar).

As perguntas e as conformidades e não conformidades foram desenvolvidas com o foco na ISO 9001:2015. Sendo assim, tem-se como objetivo que o aluno desenvolva seu conhecimento e aumente o engajamento sobre esta norma. As perguntas e respostas do jogo são baseadas em Lewis (2015) e na experiência da professora da disciplina que selecionou as perguntas de cada fase quanto ao nível de complexidade.

Em relação às regras gerais, o jogador deve responder as perguntas de verdadeiro ou falso do jogo para avançar na trilha (tabuleiro virtual), sendo que, ao final de cada fase, ele deve possuir uma pontuação mínima exigida para a mesma, se não a obtiver, o jogador reiniciará a fase que estava jogando até atingir a pontuação necessária para avançar para a próxima fase. Ao contrário do jogo de tabuleiro, na versão digital não há competição, ou seja, os jogadores jogam na modalidade *single-player e offline*, que de acordo com Huizenga *et al.* (2018), tratam-se de jogos com apenas um jogador e sem a necessidade de conexão com internet para rodar.

Em relação à programação do jogo, o autor optou por utilizar a plataforma desenvolvida pelo MIT, o *App Inventor*, que proporciona uma robustez na programação e uma interface amigável, devido a sua programação em blocos, que de acordo com Patton (2019), representa uma redução nos erros da linguagem de programação oriundos da utilização da sintaxe. Além disto, levou-se em consideração a credibilidade de uma entidade como o MIT e por se tratar de uma plataforma de programação gratuita, livre e com diversos tutoriais. O *App Inventor*, apresenta dois pontos considerados negativos por este autor: limitação quanto ao número de “ecrãs” e a impossibilidade de instalar o APP programado em sistemas do iPhone (iOS).

Na última etapa do método, **avaliar**, foi realizado o teste do jogo para avaliar o seu funcionamento. Inicialmente foi testado junto à professora da disciplina de Sistemas de Garantia da Qualidade, na própria plataforma do *App Inventor*, para avaliar a lógica de programação. Durante o teste foram verificados alguns pontos de melhoria e realizados ajustes no jogo, relacionados a elementos de design, formato de apresentação das orientações do jogo e das perguntas da trilha, dentre outros.

Um segundo teste do jogo foi realizado junto com os alunos da disciplina de Sistemas de Garantia da Qualidade do curso de graduação em Engenharia de Produção, de forma remota em uma aula online. O teste do jogo foi conduzido a partir do instalador do jogo para Android

(.apk) em um link pré-estabelecido. Os alunos utilizaram os *smartphones* ou computadores pessoais para jogar. Para os alunos que possuem iPhones, foi necessária a utilização de computadores para emular o sistema operacional Android e para *smartphones*, a instalação foi realizada da maneira padrão, semelhante a qualquer outro App para Android.

Na tela final do jogo é disponibilizado um link que direciona o aluno para um formulário do *Google Forms*, contendo um questionário de avaliação do jogo. O questionário foi construído de acordo com Schmidt, Tinoco e Scherer (2020), com alguns ajustes nas perguntas para adequação ao contexto do jogo digital desenvolvido. Neste questionário são avaliadas as percepções dos alunos sobre a contribuição deste jogo para o desenvolvimento de suas competências, especificamente sobre conhecimentos e atitudes em relação aos Sistemas de Gestão da Qualidade baseados na ISO 9001:2015 e também sobre o jogo em si (usabilidade e design). Desta forma, as perguntas do questionário foram organizadas em quatro grandes componentes ou dimensões, sendo elas: i) conhecimento e aprendizado; ii) motivação e atitude; iii) jogo e plataforma e, iv) perguntas pessoais. No Quadro 2 a seguir, são apresentadas as perguntas realizadas neste questionário. Com exceção das perguntas pessoais, todas as perguntas adotaram a escala Likert de 5 pontos concordância.

Quadro 2: Estrutura para avaliação de percepções dos alunos sobre o jogo

Perguntas pessoais	Nome
	Gênero
	Idade
	Curso
	Semestre
Motivação e Atitudes	O jogo atraiu minha atenção
	Eu consegui me manter concentrado durante o jogo
	Me diverti jogando o jogo
	Me senti desafiado ao avançar nos diversos níveis
	O jogo me incentivou a buscar mais conhecimento sobre o conteúdo abordado
Conhecimento e Aprendizado	O conteúdo do jogo foi relevante para o meu aprendizado
	O jogo contribuiu para aprimorar o meu conhecimento sobre a ISO 9001
	O jogo contribuiu para testar o meu conhecimento sobre ISO 9001
	A parte lúdica do jogo contribuiu para fixar o conteúdo sobre a ISO 9001
Jogo e plataforma	As instruções do jogo foram claras
	O tempo de jogo foi adequado
	O <i>design</i> da plataforma do jogo era atraente
	O jogo era de fácil entendimento de uso
	A plataforma funcionou bem durante todo o jogo

A turma onde foi aplicado o jogo possui 32 alunos matriculados, contudo somente participaram da aplicação do jogo e do questionário 22 participantes, onde 62% dos respondentes foram do gênero masculino e 38% feminino, sendo que, 80% da turma está cursando o sétimo semestre ou mais. Os resultados foram tabulados e tratados com planilha eletrônica, realizando a análise das médias, desvios padrões, máximos e mínimos. Para a avaliação da confiabilidade do questionário aplicado foi utilizada o alfa de Cronbach e a média e desvio padrão para cada dimensão das perguntas realizadas.

3.4 RESULTADOS

Neste item são expostos os resultados em relação ao jogo desenvolvido e as análises quanto ao questionário do Quadro 2. Este questionário foi aplicado para avaliação das percepções dos alunos em relação ao jogo, motivação e aprendizado. São explicadas as regras finais do jogo, imagens dos níveis e a contribuição lúdica do jogo.

3.4.1 Jogo digital proposto: trilha da certificação ISO 9001:2015

O jogo proposto tem como objetivo aumentar o engajamento dos alunos, suas competências e conhecimentos acerca dos sistemas de gestão da qualidade baseados na norma ISO 9001:2015, para isto, foi desenvolvido um jogo digital para *smartphones* em um modelo de trilha. Sendo assim, neste subitem são abordadas as regras e o desenvolvimento deste jogo.

O jogo foi dividido em quatro fases, sendo que, existe um aumento gradual da dificuldade das perguntas e nas penalidades de acordo com o avanço do jogador. Este aumento na dificuldade é fundamental, tendo em vista a teoria do esforço cognitivo, ou seja, para problemas complexos a interação com a informação necessária para a solução deste, não deve exceder a capacidade máxima cognitiva (PÖTTER E SCHOTS; 2011), e para representar uma maximização da assimilação dos conceitos objetivados.

Devido ao tamanho original do tabuleiro, optou-se por dividi-lo em quatro partes, para ficar legível nos *smartphones*. Sendo assim, cada uma das quatro partes, representa uma fase do jogo, e cada fase é composta por sete questões de verdadeiro e falso sobre os requisitos da norma ISO 9001:2015, totalizando 28 questões na trilha. Todas as fases do jogo possuem

também uma questão surpresa com o símbolo “?” (sorte ou azar), relacionada com exemplos de conformidades e não conformidades no contexto empresarial com Lewis (2015). A seguir, a Figura 13 apresenta a imagem do tabuleiro virtual para cada fase deste jogo. É realizada uma alteração intencional no *layout* e cores da trilha, a fim de salientar a mudança de fase.

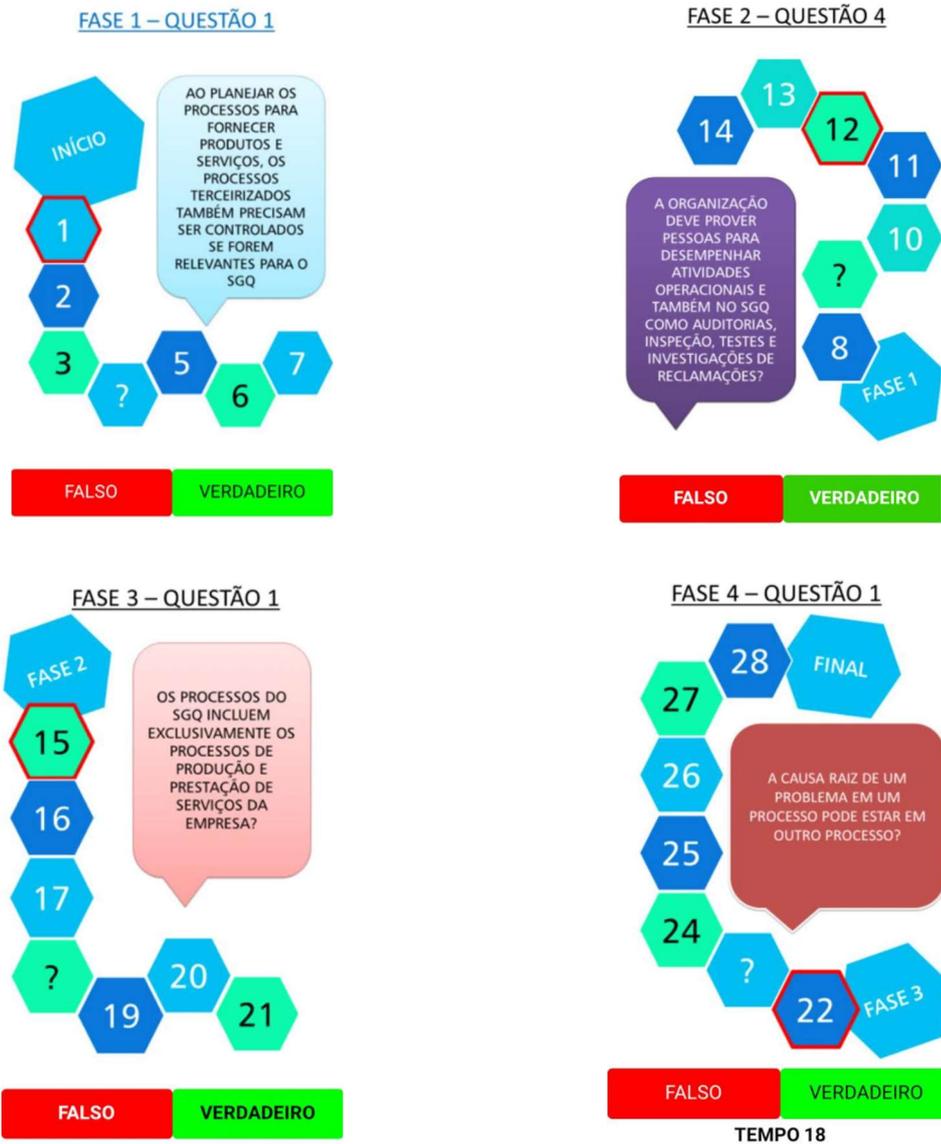


Figura 13: Imagens do tabuleiro virtual para cada fase do jogo

No início do jogo é apresentada a regra geral, e em cada fase são apresentadas as regras específicas para as mesmas. Na fase 1, para cada resposta correta ganha-se um ponto e para cada resposta errada zero pontos; para as conformidades obtidas ao selecionar a gaveta da auditoria na questão surpresa, ganha-se um ponto e para as não conformidades obtidas, ganha-

se zero pontos. Além disso, o jogador deve acumular uma pontuação mínima de 4 pontos para passar à próxima fase. As fases 2 e 3, apresentam as mesmas regras da fase 1, entretanto, perde-se um ponto na questão surpresa, caso tenha uma não conformidade, e para fase 3, além de perder um ponto na questão surpresa, perde-se também um ponto nas respostas incorretas da trilha. A fase 4, possui as penalidades idênticas da fase 3, no entanto, é necessária uma pontuação mínima de 5 pontos e o jogador terá o tempo de 20s para responder cada questão da trilha, caso não seja respondida dentro do tempo limite, perde-se um ponto. A seguir no Quadro 3 é ilustrado o texto acima em relação as regras de cada nível. Desta forma, o nível de complexidade para avançar na trilha aumenta gradativamente e motiva o aluno para atingir a meta final (GROH, 2012).

Quadro 3: Regras de cada fase do jogo

FASES	Perguntas Surpresas (?)		Questões da trilha		Tempo para responder cada pergunta
	Conformidade	Não-conformidade	Resposta Certa	Resposta Errada	
	Ganha 1 ponto	Perde 1 ponto	Ganha 1 ponto	Perde 1 ponto	
1	X	-	X	-	sem limite
2	X	X	X	-	sem limite
3	X	X	X	X	sem limite
4	X	X	X	X	máximo 20s

Nas quatro fases que compõem o jogo, para incorporar o aspecto lúdico, existe na trilha a casa surpresa, indicada com o símbolo “?”. Nessa casa, o jogador é auditado e para isso terá que escolher entre as quatro gavetas do arquivo de documentos para esta auditoria, e de acordo com a sua escolha (sorte ou azar), receberá uma conformidade ou não-conformidade do auditor. A seguir, a Figura 14 apresenta o arquivo fechado e a Figura 15 o arquivo aberto, após a escolha do jogador, neste exemplo, o auditor realizou a sua auditoria e o jogador obteve uma não conformidade. Esta questão surpresa tem o intuito da contribuição lúdica e da diversão dos jogos, além de trazer exemplos de conformidades e não conformidades no contexto empresarial em relação aos requisitos da norma ISO 9001:2015.



Figura 14: Arquivo da questão surpresa fechado



Figura 15: Arquivo da questão surpresa aberto - Não conformidade

O grau de dificuldade não aumenta somente nas regras e nas penalidades, as perguntas foram elencadas para cada fase, sendo as mais simples para a fase 1 e as mais complexas para a fase 4. O grau de dificuldade das questões foi validado junto à professora da disciplina que aborda os conteúdos sobre Sistemas de Gestão da Qualidade baseados na ISO 9001:2015 no curso de graduação em Engenharia de Produção da UFRGS. O Quadro 4 apresenta uma pergunta para cada fase deste jogo.

Quadro 4: Exemplos de perguntas realizadas em cada nível

FASE 1	Ao planejar os processos para fornecer produtos e serviços, os processos terceirizados também precisam ser controlados se forem relevantes para o SGQ (Sistema de Gestão da Qualidade)?	FASE 2	Questões da concorrência, aspectos legais, culturais, internacionais, precisam ser entendidos pela empresa, pois, podem afetar os resultados planejados do SGQ?
FASE 3	Em alguns casos, atividades de controle de fornecedores podem envolver inspeção e teste de amostras fornecidas. Em outros casos podem envolver auditorias de segunda parte?	FASE 4	Saídas de um projeto podem incluir: desenhos técnicos de um produto, especificações do processo ou do equipamento de produção necessário, receita ou forma de cozimento de um prato?

Após cada resposta, seja ela correta ou errada é apresentado uma notificação pelo tempo de 2s com o símbolo de certo ou errado, conforme a Figura 16 a seguir. Juntamente com a

notificação da avaliação da resposta, é apresentada a pontuação até o determinado momento no avanço da fase.



Figura 16: Figuras de certo e errado

Ao final de cada fase, é apresentado ao jogador a sua pontuação da respectiva fase, com um gráfico de barras, além disto, também é apresentada uma lista com a retrospectiva das questões corretas e erradas desta fase. O botão de avançar para próxima fase somente é liberado, pela programação, quando o jogador atingir a pontuação mínima exigida para esta fase. Para as fases 2, 3 e 4, além de apresentar a pontuação da fase atual, mostra-se também a pontuação das fases anteriores, com gráficos de barras para cada fase, conforme a Figura 17 a seguir.



Figura 17: Tela final da fase 3 com as respectivas informações

No fim do jogo, é apresentada a retrospectiva geral de todo o jogo em relação à pontuação do jogador, quais as respostas foram corretas e erradas, e por fim é indicado o grau de maturidade em sistemas de Gestão da Qualidade, usando como referência os níveis de maturidade da ISO 9004. Sendo assim, relaciona-se o nível de maturidade definido pela ISO 9004 com a pontuação final atingida pelo jogador na trilha de certificação. A escala definida pela ISO 9004 é de 1 (sem sistema formal) até 5 (o melhor desempenho da classe), entretanto, como o jogador que chegou ao final do jogo obteve uma pontuação mínima, sendo assim, garante ao menos o estágio inicial da qualidade, sendo assim, a escala adotada para o jogo é de 3 a 5, conforme apresenta a Tabela 5 a seguir, adaptada da ISO 9004.

Tabela 5: Tabela nível de maturidade do jogo

NÍVEL DE MATURIDADE - ISO 9004	NÍVEL DE DESEMPENHO – ISO 9004	PONTUAÇÃO FINAL DO JOGO – Nível de maturidade
3	Abordagem estável e formal do sistema	Menor ou igual 20 – nível básico de conhecimento sobre sistemas de gestão da qualidade
4	Ênfase em melhoria contínua	21 a 24 – nível intermediário de conhecimento sobre sistemas de gestão da qualidade
5	Desempenho melhor da classe	Maior ou igual a 25 – nível satisfatório de conhecimento sobre sistemas de gestão da qualidade

Nesta primeira versão piloto, as perguntas são mantidas fixas durante todo o jogo, sendo a pontuação máxima possível de 28 pontos. Nesta pontuação contempla também as questões bônus de sorte e azar.

A Figura 18 a seguir, apresenta a tela final do jogo com agradecimentos e um link para preenchimento de um formulário sobre a percepção deste jogo, mostra também os resultados, nível de maturidade conforme ISO 9004 e o histórico de todas as perguntas realizadas nas quatro fases. No caso da Figura 18, o jogador obteve pontuação de 23 pontos, ou seja, entre 21 e 24, conseqüentemente, de acordo com a ISO 9004, nível de maturidade 4 e nível de desempenho com “ênfase em melhoria contínua”.

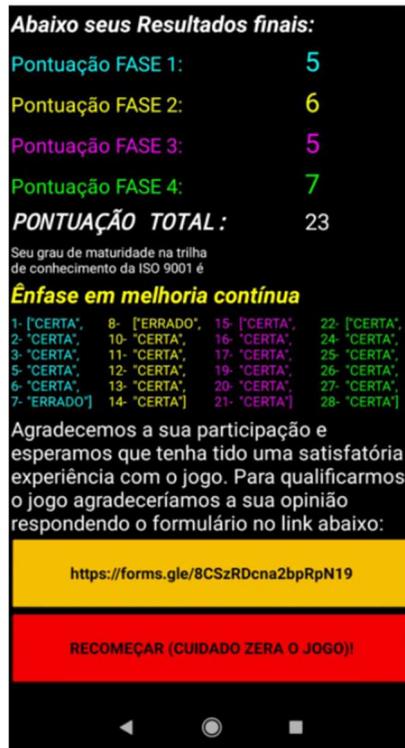


Figura 18: Tela final do jogo

3.4.2 Avaliação das percepções dos alunos sobre o jogo

Neste subitem são apresentados os resultados do questionário aplicado com os alunos da turma. Inicialmente apresenta-se a avaliação da confiabilidade do questionário utilizado, através do alfa Cronbach (α), logo as análises descritivas em relação as percepções dos alunos sobre o jogo. Na equação (4.1) a seguir, de acordo com Leontitsis e Pagge (2007), define-se como foi mensurado o alfa de Cronbach.

$$\alpha = \frac{k}{k-1} \left[\frac{\sigma_{\tau}^2 - \sum_{i=1}^k \sigma_i^2}{\sigma_{\tau}^2} \right] \quad (4.1)$$

Na equação (4.1) acima, têm-se, α como alfa de Cronbach, k como o número de perguntas, σ_{τ}^2 a variância das somas das respostas de cada indivíduo e σ_i^2 a variância de cada pergunta. A Tabela 6 a seguir, contém o resultado do alfa Cronbach de todo o questionário e para as três dimensões do questionário. O alfa de Cronbach não foi contemplado para as perguntas pessoais, apenas para as perguntas com a escala Linkert.

Tabela 6: Resultado do alfa de Cronbach geral e para cada dimensão

Dimensões	Alfa de Cronbach
Geral	0,85
Motivação e atitudes	0,74
Conhecimento e aprendizado	0,77
Jogo e plataforma	0,74

Sendo assim, de acordo com Almeida, Santos e Costa (2010), obtendo-se um alfa de Cronbach abaixo 0,7 a consistência interna da escala utilizada é considerada baixa, entretanto, acima de 0,90, considera-se redundante ou duplicata. Portanto, considerando a Tabela 6, pode-se afirmar que o questionário aplicado é adequado em termos de confiabilidade, uma vez que apresenta o alfa de Cronbach com os valores entre 0,85 e 0,74 para todas as dimensões.

Na Tabela 7 a seguir, são apresentadas as análises descritivas em relação às percepções dos alunos sobre o jogo, especificamente valores de média, desvio padrão, mínimos e máximos das respostas, considerando as 3 dimensões avaliadas.

Tabela 7: Análises descritivas das percepções dos alunos sobre o jogo

	PERGUNTAS	Média	D.P	MÍN.	MÁX.
Motivação e atitude	O conteúdo do jogo foi relevante para o meu aprendizado	3,95	0,58	2	5
	O jogo contribuiu para aprimorar o meu conhecimento sobre a ISO 9001	3,90	0,76	3	5
	O jogo contribuiu para testar o meu conhecimento sobre ISO 9001	4,47	0,67	3	5
	A parte lúdica do jogo contribuiu para fixar o conteúdo sobre a ISO 9001	3,71	1,18	2	5
Conhecimento e aprendizado	O jogo atraiu minha atenção	4,04	0,92	2	5
	Eu consegui me manter concentrado durante o jogo	3,90	1,17	1	5
	Me diverti jogando o jogo	3,47	0,98	1	5
	Me senti desafiado ao avançar nos diversos níveis	3,71	1,10	1	5
	O jogo me incentivou a buscar mais conhecimento sobre o conteúdo abordado	3,09	1,33	1	5
Jogo e plataforma	As instruções do jogo foram claras	4,1	1,15	1	5
	O tempo de jogo foi adequado	4,14	1,19	1	5
	O <i>design</i> da plataforma do jogo era atraente	2,66	1,23	1	5
	O jogo era de fácil entendimento de uso	3,80	1,12	1	5
	A plataforma funcionou bem durante todo o jogo	4,42	1,07	1	5

Ao analisar a Tabela 7 acima, pode-se verificar que o jogo aplicado apresenta em relação à dimensão *motivação e atitude* uma média de 4,01, e para *conhecimento e aprendizado* uma média de 3,65, além disto, apresentou para a pergunta “*O jogo contribuiu para testar o meu conhecimento sobre a ISO 9001*” a maior média das perguntas deste questionário, 4,47. Portanto, considerando o objetivo principal do desenvolvimento do jogo digital como prática pedagógica para aumentar o engajamento e motivação dos alunos e contribuir para o desenvolvimento de suas competências, o jogo desenvolvido, mesmo sendo uma versão piloto, pode ser considerado uma ferramenta promissora para a aprendizagem ativa sobre sistemas de gestão da qualidade baseado na norma ISO 9001: 2015. Esses resultados confirmam os achados de Schmidt, Tinoco e Scherer (2020) sobre as percepções dos alunos do curso de Engenharia de Produção da UFRGS em relação aos jogos digitais implementados no curso em outras disciplinas.

Pode-se verificar, também, que a mesma dimensão, *motivação e atitude* apresentou a menor variação em relação aos desvios padrões, sendo assim, houve pouca variação em torno da média (4,01). Entretanto, quanto a dimensão *jogo e plataforma*, mesmo apresentando uma média geral de 3,8, ressalta-se que o design não foi muito atrativo aos alunos, tendo em vista que obteve a menor média do questionário (2,66) para a pergunta “*O design da plataforma do jogo era atraente*”. Portanto, se faz necessário o aprimoramento da arte visual envolvida, a fim de aumentar a imersão dos alunos com *design* mais adequado. Por outro lado, em relação às perguntas referentes à plataforma e às instruções, obteve-se valores médios acima de 3,8, com um desvio padrão médio de 1,14, sendo assim, pode-se considerar que a plataforma do MIT *App Inventor* mostrou-se robusta e houve clareza nas instruções, regras e resultados.

Conforme citado Khaleel e Tengku (2017) em relação ao lado lúdico dos jogos, pode-se observar na pergunta “*me diverti jogando o jogo*” a média de 3,5, o que pode ser considerado razoável, portanto, a inserção de métodos mais lúdicos ao jogo pode contribuir para o aumento deste item. Em relação ao engajamento dos alunos, conforme citado por Ruiz e Giacaglia (2017), pode-se verificar na pergunta “*o jogo atraiu minha atenção*”, a média de 4,1, sendo assim, o jogo pode contribuir para aumentar o interesse dos alunos para a interpretação dos requisitos da norma ISO 9001:2015.

3.5 CONCLUSÕES

O presente artigo teve como objetivo central desenvolver um jogo digital para promover a aprendizagem baseada em jogos e auxiliar na fixação do conteúdo da norma ISO 9001:2015, somado a isto, aumentar o engajamento, a motivação e contribuir com o desenvolvimento de competências nos alunos do curso de Engenharia de Produção da UFRGS. Para isto, foi desenvolvido um jogo para *smartphones* e testado com uma turma da Engenharia de Produção da UFRGS. Após a aplicação do jogo, foi avaliada a percepção dos alunos em relação à contribuição para a aprendizagem, motivação e atitudes e sobre o jogo e plataforma.

De forma geral, o jogo desenvolvido apresentou resultados positivos em relação à contribuição com a aprendizagem ativa dos alunos, pois além de possibilitar a aplicação do jogo durante as aulas remotas, após análise do questionário aplicado pode-se concluir que para as dimensões de conhecimento e aprendizado, bem como a motivação e atitude, o jogo obteve uma média de 4,01 e 3,65, respectivamente. Em relação à dimensão do jogo e plataforma, a média geral foi de 3,8, entretanto, apresentou para o quesito *design* a média de 2,6, o que demonstra a necessidade de um redesenho do jogo em relação à arte. Os alunos também se mostraram participativos durante o jogo aplicado em aula, mesmo de maneira remota.

Devido à restrição de utilizar o arquivo (.apk) em sistemas operacionais da Apple (iOS), para poder jogar o jogo da Trilha da Certificação da ISO 9001:2015, alguns alunos necessitaram instalar um emulador do sistema operacional Android para computadores. Para aqueles que possuíam *smartphones* com sistema operacional Android, a instalação ocorreu de maneira padrão, como qualquer outro App.

Para futuros trabalhos, sugere-se testar o jogo em outros contextos de aprendizagem, como por exemplo em nível empresarial, para treinamentos sobre a norma da ISO 9001:2015. O jogo também pode ser desenvolvido de maneira online, ou seja, hospedado na internet, para assim, não ser necessário a instalação do arquivo (.apk) ou a dependência do sistema operacional. Futuras versões podem incluir questões a serem sorteadas através de um banco de dados, além disso, trazer *feedbacks* quanto ao erro ou acerto destas questões com informações que auxiliem na fixação do conteúdo da ISO 9001:2015.

REFERÊNCIAS

- ABNT- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR ISO 9001:2015, Sistemas de Gestão da Qualidade – Requisitos. Rio de Janeiro. 2015.
- ABNT- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR ISO 9004:2000, Sistemas de gestão da qualidade - Diretrizes para melhorias de desempenho. Rio de Janeiro. 2000.
- ABNT. Disponível em: <http://www.abnt.org.br/publicacoes2/category/145-abnt-nbr-iso-9001>. Acesso em: 10 jun 2021.
- ALMEDA, D; SANTOS, M. A. R; COSTA, A. F.B. Aplicação do coeficiente alfa de Cronbach nos resultados de um questionário para avaliação de desempenho da saúde pública. ENEGEP 2010 – XXX Encontro Nacional De Engenharia De Produção. São Carlos, SP, Brasil, 12 a 15 de outubro de 2010.
- BERGMANN, J.; SAMS, A. Sala de aula invertida: uma metodologia ativa de aprendizagem. Livros Técnicos e Científicos Editora Ltda. 1º ed. Rio de Janeiro. 2018.
- BUENO, P.M.; FITZGERALD, V. L. Aprendizaje basado en problemas. *Theoria*, vol. 13, p.145-157, 2004.
- CARVALHO, C. V. Is game-based learning suitable for engineering education? Proc. of the Global Engineering Education Conf., (pp.1-8). Marrakech, Morocco. 2012. doi: 10.1109/EDUCON.2012.6201140
- CHEN, L. The impact of perceived risk, intangibility and consumer characteristics on online game playing. *Computers in Human Behavior*. 2010 doi:10.1016/j.chb.2010.06.008.
- COMITE BRASILEIRO DE QUALIDADE CB – 25 ABNT. Disponível em < <http://www.inmetro.gov.br/qualidade/pdf/cb25docorient.pdf> > Acesso em: 09 de jun. 2021.
- COSTANTINO, F; GRAVIO, G; SHABAN, A; TRONCI, M. A simulation based game approach for teaching operations management topics," *Proceedings of the 2012 Winter Simulation Conference (WSC)*, 2012, pp. 1-12, doi: 10.1109/WSC.2012.6465028. 2012
- CROSON, R., DONOHUE, K., KATOK, E. & STERMAN, J. Order stability in supply chains: coordination risk and the role of coordination stock. *Production and Operations Management*. 2014.
- DESPEISSE, M. games and simulations in industrial engineering education: a review of the cognitive and affective learning outcomes, *2018 Winter Simulation Conference (WSC)*, 2018, pp. 4046-4057, doi: 10.1109/WSC.2018.8632285.
- DETERDING, S. Meaningful Play, Presentation, Google Tech Talk Std., January 2011. [Online]. Available: <http://youtu.be/7ZGCPap7GkY>

DONDLINGER, M.J. Educational video game *design*: A review of the literature. *Journal of Applied Educational Technology*, 4, 21-31. 2007

FARDO, L.; The gamification of learning and instruction: game-based methods and strategies for training and educative- Resenha - Conjectura: Filos. Educ., Caxias do Sul, v. 18, n. 1, p. 201-206, jan./abr. 2013

FISHER, W. Teaching the tragedy of open access: a classroom exercise on governing the commons. *International Journal of Pluralism and Economics Education (IJPEE)*, Vol. 10, No. 3, 2019

GIL, A. C. Como classificar as pesquisas. Como elaborar projetos de pesquisa, v. 4, p. 44-45, 2002.

GROH, F. Gamification: State of the Art Definition and Utilization. *Res. Trends Media Inform.* 39–46, doi:10.1145/1979742.1979575. 2012

HUIZENGA J; ADMIRAAL W; TEN DAM G; VOOGT J 2019. Mobile game-based learning in secondary education: Students' immersion, game activities, team performance and learning outcomes *Comput. Human Behav.* 99 137–43

HUSSAIN, T. S., WEIL, S. A., BRUNYE, T. T., SIDMAN, J., ALEXANDER, A. L., & FERGUSON, W. Elicit-ing and evaluating teamwork within a multiplayer game-based training environment. In O'Neil, H. F., & Perez, R. S. (Eds.), *Computer Games and Team and Individual Learning* (pp. 77–104). Oxford, UK: Elsevier Ltd. 2008

KHALEEL F. L.; ASHAARI N. S.; WOOK, T. S. M. T.; ISMAIL, A.; Gamification-based learning framework for a programming course, 6th International Conference on Electrical Engineering and Informatics (ICEEI), pp. 1-6, doi: 10.1109/ICEEI.2017.8312377. 2017.

LAKATOS, E.M.; MARCONI, M.A.; Metodologia do trabalho científico: procedimentos básicos, pesquisa bibliográfica, projeto e relatório, publicações e trabalhos científicos – 6. ed. – São Paulo : Atlas, 2001

LEONTITSIS, A.; PAGGE, J. A simulation approach on Cronbach's alpha statistical significance. *Mathematics and Computers in Simulation.* v. 73, p. 336-340. 2007.

LEWIS. A. Mastering ISO 9001: 2015. Answers to Exercise - True/False Statements. Disponível em: <Answerstoiso90012015truefalsequestions.pdf (askartsolutions.com). 2015. Acesso em: junho de 2021.

MADDOCKS, P. A; CHER, W.D; WILSON, A. A Web-Based Personal and Professional Development Tool to Promote Life-Long Learning within the Construction ndustry. *Journal of Educational Technology & Society*, vol. 3, no. 1, 2000, pp. 77–83. JSTOR, www.jstor.org/stable/jeductechsoci.3.1.77. 2000.

MAKARIUS, E. E.; Edutainment: Using Technology to Enhance the Management Learner Experience. *Management Teaching Review*, 2(1), 17-25. <https://doi.org/10.1177/2379298116680600>. 2017

NOVAIS, A. F. O.; SOUZA, A. O.; SOUZA, M. C. de; VASCONCELOS, C. R. M. de; FRANCO, M. L.; HIGUCHI, A. K.; POMPERMAYER, R. S.; COSTA, A. S. V.; BARROS, G. F. Business games, serious games and gamification in the teaching of Production Engineering: a content analysis in the abstracts of academic articles published in the annals of National Meeting of Production Engineering (ENEGEP). *Research, Society and Development*, [S. l.], v. 10, n. 1, p. e4410111485, 2021. DOI: 10.33448/rsd-v10i1.11485. Disponível em: <https://rsdjournal.org/index.php/rsd/article/view/11485>. Acesso em: 9 jun. 2021.

PICHETH, S.; CASSANDRE, M.; THIOLENT, M. Analisando a pesquisação à luz dos princípios intervencionistas: um olhar comparativo. *Educação*, Porto Alegre, v. 39, n. esp. (supl), p. s3-s13, 2016.

PÖTTER, H.; SCHOTS, M.; Inspectorx: Um jogo para o aprendizado em inspeção de software. *Fórum de Educação em Engenharia de Software*. 2011

LEONTITSIS, A.; PAGGE, J.; A Simulation Approach on Cronbach's Alpha Statistical Significance. *Mathematics and Computers in Simulation*, Vol. 73, 2007, pp. 336-340. doi:10.1016/j.matcom. 2006

RUIZ, M. A L; Giacaglia, G. E. O.; Uma análise dos jogos de tabuleiro no ensino da Engenharia de produção – CICTED - Taubaté, SP, Brazil – V.1; Project: Educational Games in Higher Education. 2017.

SAMUEL C. WOOD. Online Games to Teach Operations. *INFORMS Transactions on Education* 8(1):3-9. 2007. <https://doi.org/10.1287/ited.8.1.3>

SANTOS, R. O. N.; Utilização da tecnologia da informação e metodologias ativas para ensino de Engenharia: contribuindo para formação de engenheiros 4.0 . coletânea especial de Engenharia de Produção - Editora Kreatik. Project: Public Policies - New Smart Settings in Public Management . 2021.

SCHMIDT, A; TINOCO M. A. C.; SCHERER, J. O. Evaluación de la calidad percibida de juegos digitales para la enseñanza de ingeniería. *Industrial. Actualidad y Nuevas Tendencias Año 13, Vol. VII.*, 2020.

SILVA, E.L., MENEZES, E.M., 2001. Metodologia de pesquisa e elaboração de dissertação. Laboratório de Ensino a Distância da UFSC, Florianópolis

ŠISLER, V., BROM, C. & JAKUBIČEK, P. Educational game Europe 2045. DIMEA '08. Greece: Athens. 2008

TURRIONI, A. .M. S. Aprendizagem em ativa em um curso de Engenharia de Produção: Percepções dos docentes e discentes e mudança de currículo. 2017, Tese (Doutorado em Educação) Pontifícia Universidade Católica Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2017

VERGARA, S. C. Métodos de pesquisa em administração. São Paulo: Atlas, 2005.

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este capítulo resume as principais considerações decorrentes desta dissertação e apresenta sugestões para pesquisas futuras.

4.1 CONCLUSÕES

A aprendizagem ativa no ensino de graduação, especificamente na Engenharia, apresenta grande potencial quanto ao aumento do engajamento, desenvolvimento das competências e as habilidades dos alunos. Este método de aprendizagem não apresenta implicações somente na educação, mas também na vida profissional. Neste contexto, a Engenharia de Produção da UFRGS está em processo de remodelagem em relação aos seus métodos de ensino, fomentando cada vez mais práticas pedagógicas inovadoras que promovam a aprendizagem ativa. As novas Diretrizes Curriculares Nacionais para os cursos de Engenharia, fomentam os métodos de ensino onde o principal agente seja o aluno na construção do seu conhecimento, assim como o corpo docente e as práticas pedagógicas sejam focadas nas competências a serem desenvolvidas nestes alunos. Estas mesmas diretrizes apontam que as práticas pedagógicas inovadoras, que promovam a aprendizagem ativa devam ser estimuladas para aumentar o engajamento dos alunos, e com isso, reduzir a taxa de evasão dos cursos e consequentemente aumentar o número de profissionais qualificados no mercado.

Sendo assim, esta dissertação tem como tema central a aprendizagem ativa, mais especificamente as práticas pedagógicas inovadoras que contribuem para a aprendizagem ativa. O objetivo geral desta dissertação foi propor e testar duas práticas para o ensino de Engenharia de Produção que incorporem práticas pedagógicas inovadoras, de forma a contribuir com o desenvolvimento de competências, aumento da motivação e do engajamento dos alunos, a partir do uso de aspectos lúdicos, colaborativos, recursos de laboratório e tecnológicos. Para atender os objetivos propostos, foram elaborados dois artigos, sendo o primeiro artigo com o foco na aprendizagem de novos conteúdos através da prática ativa e de maneira colaborativa, entretanto, o segundo artigo tem o foco na fixação do conteúdo através do lúdico dos jogos e da tecnologia. No primeiro artigo foi desenvolvida uma prática pedagógica que utiliza a aprendizagem experiencial para uma atividade em laboratório, promovendo a aprendizagem ativa, do conteúdo de Projetos de Experimentos. No segundo artigo, foi abordada a

aprendizagem baseada em jogos, a partir do desenvolvimento de um jogo digital sobre sistemas de gestão da qualidade, a fim de contribuir para a fixação do conteúdo da norma ISO 9001:2015.

No artigo 1, o objetivo foi desenvolver, aplicar e analisar uma atividade para disciplina de Engenharia de Qualidade para o curso de Engenharia de Produção, utilizando práticas pedagógicas inovadoras que envolveram aprendizagem experiencial e colaborativa. Sendo assim, este objetivo foi atingido, pois se desenvolveu uma prática onde os alunos participaram ativamente em aula e foram os protagonistas na construção do seu conhecimento, além disto, vivenciaram as dificuldades de trabalhar com dados reais obtidos em laboratório. Com a análise da matriz ANOVA verificou-se a significância ou a não significância entre os níveis investigados, e no laboratório foi possível verificar de maneira prática o motivo da definição destes níveis. De acordo com as professoras da disciplina, a tarefa apresentou-se enriquecedora para a aprendizagem, por instigar os alunos e os permitir aprender fazendo.

O artigo 2 teve o objetivo desenvolver um jogo digital para promover a aprendizagem baseada em jogos na revisão e fixação de conteúdos sobre sistemas de gestão da qualidade baseado na ISO 9001:15, além disso, também buscou aumentar o engajamento, a motivação e instigar a busca por informações sobre este assunto. Para isso, foi desenvolvido um jogo para *smartphones* que pode ser utilizado para o ensino online e a distância, alinhando-se ao contexto do ensino remoto atual. O jogo possui quatro fases, totalizando 28 questões e ao final de cada fase é apresentada a pontuação e o andamento do aluno na trilha de certificação. Portanto, os objetivos deste artigo foram evidenciados, pois, o jogo foi desenvolvido e testado em uma turma de Engenharia de Produção da UFRGS, foi avaliado junto aos alunos, apresentando resultados satisfatórios em relação às percepções quanto à contribuição para a aprendizagem, a motivação, o jogo e a plataforma. Entretanto, se faz necessário uma melhoria no *design* de jogo, a fim de atrair mais a atenção dos alunos. Sendo assim, pode-se afirmar que os objetivos propostos nesta dissertação foram alcançados.

Como principais contribuições deste estudo, pode-se destacar as contribuições para a literatura sobre educação em Engenharia e práticas pedagógicas inovadoras que promovam a aprendizagem ativa no ensino de Engenharia de Produção. Em relação as contribuições práticas, a inclusão de novas práticas pedagógicas inovadoras que auxiliem as disciplinas no processo

de modernização do curso de Engenharia de Produção e no alinhamento junto as novas Diretrizes Nacionais de Ensino de graduação em Engenharia.

4.2 SUGESTÕES PARA PESQUISAS FUTURAS

Considerando os resultados obtidos nesta dissertação, quanto ao desenvolvimento das práticas pedagógicas inovadoras, para pesquisas futuras, podem-se citar as sugestões abaixo:

Aplicar a prática desenvolvida no artigo 1 na disciplina de Engenharia da Qualidade, no entanto, aplicando um questionário antes e após a prática, para avaliar a contribuição para as competências e habilidades adquiridas nesta atividade, a partir da percepção dos alunos. Além disso, sugere-se a proposição de novas práticas de laboratório baseadas na aprendizagem experiencial para promover o uso do laboratório CIM tanto na disciplina Engenharia da Qualidade como em outras disciplinas do curso.

Em relação ao jogo desenvolvido no artigo 2, sugere-se testar no contexto empresarial, para treinamentos sobre a norma ISO:9001:2015 e avaliar a percepção dos funcionários em relação ao jogo, a partir do instrumento empregado no artigo. Além disto, o jogo pode ser aprimorado em termos de *design* visual, funcionalidades e empregada a mesma abordagem do jogo para desenvolver outros jogos para o ensino de Engenharia.