

RUBENS ESCOBAR DOS SANTOS

O uso de jogos no ensino de Engenharia de Produção:
caso da aplicação do Jogo de Planejamento de Vendas e Operações (S&OP)

Guaratinguetá

2022

Rubens Escobar dos Santos

O uso de jogos no ensino de Engenharia de Produção:
caso da aplicação do Jogo de Planejamento de Vendas e Operações (S&OP)

Dissertação apresentada à Faculdade de Engenharia do Campus de Guaratinguetá, Universidade Estadual Paulista, para a obtenção do título de Mestre em Engenharia de Produção na área de Gestão e Otimização.

Orientador: Prof. Dr. Jorge Muniz Junior
Coorientador: Prof. Dr. Claudemir Leif Tramarico

Guaratinguetá

2022

S237u	<p>Santos, Rubens Escobar dos</p> <p>O Uso de jogos no ensino de engenharia de produção: caso da aplicação do jogo de planejamento de vendas e operações (S&OP) / Rubens Escobar dos Santos – Guaratinguetá, 2022.</p> <p>115 f : il.</p> <p>Bibliografia: f. 79-86</p> <p>Dissertação (Mestrado) – Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Engenharia de Guaratinguetá, 2022.</p> <p>Orientador: Prof. Dr. Jorge Muniz Junior</p> <p>Coorientador: Prof. Dr. Claudemir Leif Tramarico</p> <p>1. Jogos educativos. 2. Aprendizagem por atividades.</p> <p>3. Planejamento da produção. 4. Vendas - Administração. I. Título.</p> <p>CDU 658.5(043)</p>
-------	---


Luciana Máximo
Bibliotecária/CRB-8 3595

RUBENS ESCOBAR DOS SANTOS

**ESTA DISSERTAÇÃO FOI JULGADA ADEQUADA PARA A OBTENÇÃO DO TÍTULO DE
“MESTRE EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO”**

PROGRAMA: ENGENHARIA DE PRODUÇÃO
CURSO: MESTRADO PROFISSIONAL

APROVADA EM SUA FORMA FINAL PELO PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO


 Documento assinado digitalmente
GISLAINE CRISTINA BATISTELA
Data: 30/06/2022 10:22:37-0300
Verifique em <https://verificador.dl.br>

Prof. Dr. Gislaine Cristina Batistela
Coordenadora - PPGE-PP

BANCA EXAMINADORA:


Prof. Dr. JORGE MUNIZ JUNIOR
Orientador - UNESP

participou por videoconferência
Documento assinado digitalmente

 FABIANO LEAL
Data: 27/06/2022 10:22:42-0300
Verifique em <https://verificador.dl.br>

Prof. Dr. FABIANO LEAL
UNIFEL

participou por videoconferência


Prof. Dr. PAULO SÉRGIO DE SENA
UNIFATEA

participou por videoconferência

Junho de 2022

DADOS CURRICULARES

RUBENS ESCOBAR DOS SANTOS

NASCIMENTO	11.08.1959 – Lorena / SP
FILIAÇÃO	Joaquim Nogueira Escobar Maria José dos Santos
1980/1988	Graduação em Ciências Econômicas Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, PUC/SP Título: Bacharel em Ciências Econômicas.

Dedico esse trabalho à minha esposa Elisabete,
às minhas filhas Cynara e Débora,
ao meu filho Leonardo,
e ao meu neto Luís.

AGRADECIMENTOS

Aos Professores da UNIFATEA, Prof. Dr. Henrique Martins Galvão, Prof. Dr. Paulo Sergio de Sena e Profa. Dra. Maria Cristina Bento Marcelino, pelas contribuições para o delineamento inicial desta pesquisa.

Aos alunos das turmas de Engenharia de Materiais, Engenharia Mecânica, Engenharia de Produção e Especialização em Gestão da Produção, que participaram das aplicações da dinâmica realizadas nesta pesquisa, pelo entusiasmo e pelas respostas e sugestões apresentadas nas avaliações.

Aos membros da banca, Prof. Dr. José de Souza Rodrigues, Prof. Dr. Paulo Sergio de Sena e Prof. Dr. Fabiano Leal, pelas sugestões e orientações no decorrer da pesquisa.

À minha esposa, Elisabete, pelo apoio, incentivo, paciência, e por todas as revisões.

Agradeço especialmente ao Prof. Dr. Jorge Muniz Junior e ao Prof. Dr. Claudemir Leif Tramarico, pela orientação, incentivo e pela atenção oferecida.

RESUMO

Esta pesquisa avalia a influência do uso de jogos no aprendizado de S&OP por estudantes de Engenharia. Para viabilizar o estudo, um jogo foi desenvolvido para simular as etapas básicas do processo S&OP: previsão de vendas, planejamento da produção e negociação de um plano de consenso, a reunião S&OP. O jogo, desenvolvido por meio de *scripts*, na plataforma Google planilhas, abrange todas as funcionalidades necessárias para aplicação da dinâmica de simulação em sala de aula, tanto presenciais, como à distância, onde grupos de estudantes, simulando departamentos de vendas e de planejamento da produção, competem entre si. Um instrumento de avaliação foi construído para captar a influência do jogo na motivação dos estudantes e seus julgamentos sobre os pontos positivos e propostas de melhoria. A dinâmica foi aplicada para estudantes do terceiro ao quinto ano de graduação em Engenharia e para profissionais de diversas organizações, cursando Especialização em Gestão da Produção. A compilação dos dados das avaliações mostrou resultados positivos na motivação dos estudantes, indicando que, no julgamento dos estudantes, o uso do jogo estimula o aprendizado, o trabalho em grupo, a comunicação e a capacidade de negociação. Além disso, os estudantes consideraram que a dinâmica do jogo reproduz bem a realidade das empresas, e que “aprender na prática” é estimulante e divertido. Desta forma, a dinâmica desenvolvida pela pesquisa configura uma contribuição para o ensino de S&OP, utilizando uma abordagem de aprendizagem ativa.

PALAVRAS-CHAVE: Aprendizagem ativa. Aprendizado baseado em jogos. Jogo de simulação empresarial. Planejamento de Vendas e Operações. S&OP.

ABSTRACT

This research assesses the influence of the use of games on S&OP learning by Engineering students. To enable the study, a game was developed to simulate the basic stages of the S&OP process: sales forecasting, production planning and negotiation of a consensus plan, the S&OP meeting. The game, developed through scripts, on Google Sheets platform, covers all the functionalities necessary for applying the simulation dynamics in the classroom, both face-to-face and distance learning classes, where groups of students, simulating sales and production planning departments, compete with each other. An evaluation instrument was built to capture game influence on students' motivation and their judgments about the positive points and proposals for improvement. The dynamics were applied to students from the third to the fifth year of Engineering undergraduate course, and to professionals from various organizations, studying Specialization in Production Management. The compilation of the evaluation data showed positive results in the students' motivation, indicating, in the students' judgment, the use of games stimulates learning, teamwork, communication and negotiation skills. In addition, students considered that the dynamics of the game reproduces well the reality of companies, and "learning in practice" is stimulating and fun. Thus, the dynamics developed by the research configures a contribution to the teaching S&OP, using an active learning approach.

KEYWORDS: Active learning. Game-based learning. Business simulation game. Sales and Operations Planning. S&OP.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Ciclo de aprendizado experiencial	22
Figura 2 – Conceito LEF-CDD	22
Figura 3 – Ciclo de aprendizagem vivencial	26
Figura 4 – Método utilizado para avaliação do uso de jogos para aprendizado de S&OP.....	32
Figura 5 – Publicações sobre <i>Games ou Gamification</i>	34
Figura 6 – Publicações sobre <i>Games, Gamification e Engineering</i>	34
Figura 7 – Rede de citação sobre aprendizagem baseada em jogos no ensino superior.....	36
Figura 8 – Mapa de densidade de termos sobre <i>Game Based Learning</i> no ensino superior	37
Figura 9 – Representação esquemática do simulador de tomada de decisão	43
Figura 10 – Métodos para integrar a aprendizagem móvel na formação de professores	45
Figura 11 – Simulador de tomada de decisão	47
Figura 12 – Planilha do professor, página de parâmetros.....	48
Figura 13 – Planilha do professor, página Controle Atividades	48
Figura 14 – Planilha do Professor, página de configuração da competição	49
Figura 15 – Planilha do professor, página de alocação dos estudantes	51
Figura 16 – Planilha de PCP ou Vendas, página de treinamento	51
Figura 17 – Página inicial do jogo, planilhas de PCP (1) e de Vendas (2)	52
Figura 18 – Fluxo das atividades de cada rodada do jogo.....	53
Figura 19 – Planilha de Vendas, página da previsão de vendas de um produto	54
Figura 20 – Planilha de Vendas, página do resumo das previsões	54
Figura 21 – Planilha de Vendas, página de notícias	55
Figura 22 – Planilha de Vendas, página da revisão da previsão de vendas	55
Figura 23 – Estratégia de produção <i>chase</i>	56
Figura 24 – Estratégia de produção <i>leveling</i>	56
Figura 25 – Planilha de PCP, página do plano de produção	57
Figura 26 – Planilha de PCP, memorando	57
Figura 27 – Planilha de PCP, página de revisão do plano de produção.....	58
Figura 28 – Planilha da Reunião S&OP, página da reunião S&OP.....	59
Figura 29 – Planilha da Reunião S&OP, página de resultados da rodada	59
Figura 30 – Planilha da Reunião S&OP, página de encerramento da rodada.....	60
Figura 31 – Planilha do Professor, gráficos dos resultados dos grupos.....	61
Figura 32 – Planilha do Professor, página da apresentação do grupo vencedor.....	62

Figura 33 – Estilo de aprendizado dos estudantes da Especialização	71
Figura 34 – Estilo de aprendizado dos estudantes da Engenharia de Produção	71
Figura 35 – Nuvem de palavras-chave relacionadas aos pontos positivos.....	73
Figura 36 – Nuvem de palavras-chave relacionadas às oportunidades de melhorias.....	75
Figura 37 – Modelo Entidade Relacionamento	87
Figura 38 – Diagrama de Fluxo de Dados do Simulador	88
Figura 39 – Diagrama de Fluxo de Dados do Simulador (continuação)	89
Figura 40 – Estudo da tela de entrada de dados da previsão de vendas	103
Figura 41 – Nuvem de palavras relativas aos pontos positivos indicados pelos estudantes. .	104
Figura 42 – Planejamento de Vendas e Operações	113
Figura 43 – Modelo de maturidade do processo de S&OP em quatro estágios	115

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Totais da pesquisa sobre aprendizagem baseada em jogos no ensino superior	35
--	----

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Lacunas de pesquisa	18
Quadro 2 - Jogos utilizados no ensino de Engenharia de Produção	29
Quadro 3 – Aplicações da Dinâmica	38
Quadro 4 – Adaptação do Instrumento de Validação da motivação dos estudantes.....	39
Quadro 5 – Comparativo das plataformas de desenvolvimento	46
Quadro 6 – Resumo das aplicações do Jogo.....	65
Quadro 7 – Respostas ao Questionário de motivação	69
Quadro 8 – Motivação dos estudantes x Estilo de aprendizado	72
Quadro 9 – Afirmações do questionário de avaliação da motivação.....	74
Quadro 10 – Exemplos dos pontos positivos, relacionados no Quadro 12	74
Quadro 11 – Afirmações do questionário de avaliação da motivação.....	104
Quadro 12 – Pontos positivos da dinâmica, indicados pelos estudantes	105
Quadro 13 – Melhorias desejadas da dinâmica, indicadas pelos estudantes	110

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABET	<i>Accreditation Board for Engineering and Technology</i>
AL	<i>Active Learning</i>
ALE	<i>Active Learning in Engineering Education</i>
APP	<i>Aggregate Production Planning</i>
ARCS	<i>Attention, Relevance, Confidential and Satisfaction</i>
CA	Conceituação Abstrata
CES	Câmara de Educação Superior
CNE	Conselho Nacional de Educação
CONWIP	<i>CONstant work in process</i>
DCN	Diretrizes Curriculares Nacionais
EA	Experimentação Ativa
EC	Experimentação Concreta
ENAAE	<i>European Network for Accreditation of Engineering Education</i>
GBL	<i>Game-based learning</i>
IMMS	<i>Instructional Material Motivation Survey</i>
LEF-CDD	<i>Learning Experience-Focused Course Design and Development</i>
M-learning	<i>Mobile learning</i>
MPS	<i>Master Production Schedule</i>
MRP	<i>Material Requirement Planning</i>
OR	Observação Reflexiva
PCP	Planejamento e Controle da Produção
PjBL	<i>Project Based Learning</i>
POS	<i>Point of Sale</i>
PrBL	<i>Problem-Based Learning</i>
SEFI	<i>Société Européenne pour la Formation des Ingénieurs</i>
STEM	<i>Science, Technology, Engineering and Mathematics</i>
S&OP	<i>Sales and Operations Planning</i>
TBL	<i>Team-Based Learning</i>
UE	União Europeia
UNESCO	<i>United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization</i>
VMI	<i>Vendor Managed Inventory</i>

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	15
1.1	CONTEXTUALIZAÇÃO DO PROBLEMA E QUESTÃO DE PESQUISA	15
1.2	OBJETIVOS, JUSTIFICATIVAS E LACUNAS DE PESQUISA	17
1.2.1	Objetivos e delimitação	17
1.2.2	Justificativa.....	17
1.3	ESTRUTURA DO TRABALHO	19
2	REFERENCIAL TEÓRICO	20
2.1	APRENDIZAGEM ATIVA NO ENSINO DA ENGENHARIA	20
2.2	APRENDIZAGEM BASEADA EM JOGOS	24
2.3	APRENDIZAGEM BASEADA EM JOGOS NO ENSINO SUPERIOR E NA ENGENHARIA DE PRODUÇÃO.....	27
2.4	AVALIAÇÃO DO USO DE JOGOS NO APRENDIZADO.....	29
2.5	PLANEJAMENTO DE VENDAS E OPERAÇÕES (S&OP)	31
3	MÉTODO DE PESQUISA	32
3.1	PESQUISA BIBLIOMÉTRICA.....	33
3.2	TESTES E AJUSTES (ETAPA D) E APLICAÇÃO (ETAPA E)	37
4	DESENVOLVIMENTO DO JOGO S&OP	43
4.1	MODELO PARA DESENVOLVIMENTO DO JOGO S&OP	43
4.2	ESCOLHA DA PLATAFORMA DE DESENVOLVIMENTO.....	44
4.3	CARACTERÍSTICAS GERAIS DO SIMULADOR	46
4.4	MODELO DE PLANILHAS ADOTADO	62
5	RESULTADOS.....	64
6	CONCLUSÕES	77
	REFERÊNCIAS	79
	APÊNDICE A – ESPECIFICAÇÃO DETALHADA DO SIMULADOR.....	87
A.1	MODELO DE DADOS.....	87
A.2	DIAGRAMA DE FLUXO DE DADOS DO SIMULADOR.....	88
A.3	DESCRIÇÃO DETALHADA DOS PROCESSOS.....	90
A.3.1	Parâmetros do Jogo.....	90
A.3.2	Processo: Realizar previsão de vendas	91
A.3.3	Processo: Revisar previsão de vendas.....	92

A.3.4	Processo: Realizar plano de produção.....	93
A.3.5	Processo: Revisar plano de produção	98
A.3.6	Processo: Realizar reunião S&OP	99
A.3.7	Processo: Gerar e avaliar relatórios de avaliação da rodada	99
A.3.8	Processo: Definição do grupo vencedor.....	101
	APÊNDICE B – ESTUDO PARA TELA DE ENTRADA DE DADOS DA PREVISÃO DE VENDAS	103
	APÊNDICE C – PONTOS POSITIVOS RELATADOS PELOS ESTUDANTES	104
	APÊNDICE D – PONTOS DE MELHORIA RELATADOS PELOS ESTUDANTES	110
	APÊNDICE E – INFORMAÇÕES ADICIONAIS SOBRE S&OP	112

1 INTRODUÇÃO

1.1 CONTEXTUALIZAÇÃO DO PROBLEMA E QUESTÃO DE PESQUISA

O mundo está entrando na era da Indústria 4.0, uma revolução que mudará dramaticamente a humanidade. O avanço tecnológico trouxe um novo cenário para o funcionamento dos negócios e está reformulando os perfis de cargos, levando as empresas a rever a capacitação de seus colaboradores. Esse efeito em cadeia provoca todos os institutos acadêmicos, especialmente as escolas de Engenharia, a atualizar currículos e dotar seus professores com novos métodos de ensino e aprendizagem, além de atender às necessidades de futuros estudantes e empresas, influenciados pelo progresso da tecnologia (KOOMSAP *et al.*, 2020; DUMITRESCU *et al.*, 2019).

A atualização dos currículos de Engenharia vem mobilizando universidades de países como a Rússia, Tajiquistão, Romênia, Tailândia, Polônia, Portugal, apoiadas na experiência das universidades da União Europeia, em criação e aplicação de abordagens inovadoras, centradas no estudante, por meio de estratégias de Aprendizagem Ativa (DUMITRESCU *et al.*, 2019; MESQUITA *et al.*, 2020; KOOMSAP *et al.*, 2020).

No Brasil, a Resolução do Conselho Nacional de Educação do Ministério da Educação (CNE/CES 2, 24 de abril de 2019), indica que os egressos dos cursos de Engenharia devem possuir habilidades e competências como boa comunicação, organização de ideias, visão crítica, autodidatismo e capacidade para trabalhar em equipe, as quais são fundamentais para o exercício da profissão. Apesar disso, algumas delas não são estimuladas no decorrer de determinados cursos de Engenharia (FORTI; MUNIZ JUNIOR, 2019).

Aprender é um processo, uma jornada de transformação pela qual o estudante passa e as experiências adquiridas ao longo da jornada contribuem gradualmente para o desenvolvimento da competência do estudante, que vai além das aulas. A competência não pode ser entregue diretamente e não será construída, a menos que o processo de aprendizado seja projetado, desenvolvido e executado adequadamente (KOOMSAP *et al.*, 2019).

A Aprendizagem Ativa é uma abordagem na qual o ensino é preparado para envolver os estudantes no processo, criando contextos significativos de aprendizagem. Esses contextos permitem que os estudantes entendam a relevância do que aprendem e como pode ser aplicado. Um ambiente de Aprendizagem Ativa inclui pensamento crítico, entusiasmo, energia, engajamento e ação (MESQUITA *et al.*, 2020).

Para melhorar a formação dos estudantes, as práticas de Aprendizagem Ativa vêm sendo

incluídas nos programas de ensino de Engenharia, seguindo recomendações de associações profissionais de Engenharia e de diversas organizações políticas nacionais e internacionais. A recomendação da Aprendizagem Ativa por essas associações refere-se ao fato de que o aprendizado é aprimorado nos ambientes de Aprendizagem Ativa (LIMA; ANDERSSON; SAALMAN, 2017). A Aprendizagem Ativa busca engajar os estudantes no processo de aprendizado por meio de atividades e discussões em sala de aula, em oposição ao método tradicional de ouvir passivamente um especialista. Ela enfatiza o pensamento de alto nível e, frequentemente, envolve o trabalho em grupo (FREEMAN *et al.*, 2014).

A aprendizagem baseada em jogos, uma das modalidades de Aprendizagem Ativa, e os conhecimentos necessários no século XXI vêm ganhando muita atenção de pesquisadores e profissionais. Dado que vários estudos apoiam os efeitos positivos dos jogos na aprendizagem, um número crescente de pesquisadores está comprometido com o desenvolvimento de jogos educacionais para promover o desenvolvimento de competências dos estudantes. As descobertas sugerem que uma abordagem de aprendizagem baseada em jogos pode ser eficaz para facilitar o desenvolvimento dessas competências (QIAN; CLARK, 2016).

O uso de jogos de simulação de processos de negócio possibilita que o estudante trabalhe em um cenário que modele o mundo real, promovendo a interação entre equipes, dentro de uma visão multidisciplinar. Os jogos aumentam a adesão e efetividade do aprendizado baseado na simulação de comportamentos, uso de habilidades e aplicação prática de conhecimentos (HAUGE; RIEDEL; 2012).

Sales and Operations Planning (S&OP) ou Planejamento de Vendas e Operações é um processo dinâmico no qual os planos da empresa são atualizados regularmente, pelo menos mensalmente (WALLACE, 2001). O processo começa com o departamento de vendas, que compara a demanda real com o plano de vendas, avalia o potencial do mercado, e prevê a demanda futura. A previsão de vendas atualizada é, então, comunicada ao departamento de Planejamento e Controle da Produção, que ajusta o seu plano de produção para apoiar o plano revisado.

Um jogo, cujo objetivo seja simular os passos de um processo S&OP, de forma simplificada, possibilitando o entendimento de sua aplicabilidade, de sua operacionalização e dos ganhos que ele traz para o negócio, e que possa ser aplicado em sala de aula, é uma forma de criar condições para que o estudante tenha uma experiência prática de aprendizado do processo. Nesta simulação, o estudante terá contato com diferentes áreas funcionais de uma empresa, exercitará o pensamento crítico, a capacidade de trabalhar em equipe e de tomar

decisões com algum grau de incerteza, e as habilidades de comunicação e negociação.

Desta forma, a pesquisa procurará responder a seguinte questão: Como o jogo influencia o aprendizado de S&OP em estudantes de Engenharia?

1.2 OBJETIVOS, JUSTIFICATIVAS E LACUNAS DE PESQUISA

1.2.1 Objetivos e delimitação

O objetivo geral desta pesquisa é avaliar o uso de jogos para o aprendizado de S&OP no ensino de Engenharia de Produção.

Como objetivos secundários, tem-se o desenvolvimento de um jogo *online* de simulação do processo S&OP, e o desenvolvimento do instrumento de avaliação do aprendizado.

O jogo desenvolvido nesta pesquisa simula as etapas de um processo S&OP e foi validado no ensino e aprendizado deste processo, em disciplinas da Engenharia de Produção, tanto em aulas presenciais como à distância.

Registra-se que o desenvolvimento do jogo teve como ponto de partida uma versão *off-line* e não integrada existente, usada em treinamento empresarial, e sua construção se orientou pela necessidade do uso compartilhado e *online*.

Esta pesquisa apresenta o desenvolvimento de um jogo, cuja arquitetura permita o uso compartilhado, para ser utilizado em grupo, com vários grupos competindo entre si, em aulas presenciais ou à distância, para simulação das etapas básicas de um processo S&OP: a Gestão da Demanda, a Gestão da Produção e a reunião de Vendas e Produção para validação do plano de produção. Cada rodada do jogo simulará um mês de produção e vendas. Após um número predeterminado de rodadas, o vencedor será o grupo que alcançar o melhor resultado operacional. Sendo uma simulação simplificada, o jogo permite que o estudante tenha uma visão geral do processo e seja estimulado a buscar o aprofundamento do conhecimento para melhor compreendê-lo. A dinâmica de aplicação deste jogo, ao permitir o trabalho em grupo e a competição entre grupos, oferece ao estudante um ambiente de simulação apropriado ao que está sendo exercitado, facilitando o processo de aprendizado.

1.2.2 Justificativa

A possibilidade de avaliação do aprendizado que o jogo oferece, permite melhoria no processo de ensino, e atende a necessidade de estudos sobre a eficácia dos jogos sérios,

observada por Girard, Ecalte e Magnan (2012), e corroborada pelo destaque dado por Costa e Silva (2017) para o pequeno número de publicações encontradas para as palavras-chave “*game-based learning effectiveness*” e “*evaluation of educational games*”, em sua revisão teórica.

Lacunas de pesquisa identificadas na revisão teórica que justificam a presente pesquisa são apresentadas no Quadro 1.

Quadro 1 – Lacunas de pesquisa

Lacunas de pesquisa	Autores
Analisar a prática do uso de técnicas de jogos, visando favorecer a formação de engenheiros, o desenvolvimento de habilidades e a melhoria no treinamento e interação dos estudantes.	Reis <i>et al.</i> (2020)
Projetar jogos para fins de aprendizado e pesquisa, com medições mais precisas dos resultados da aprendizagem, a fim de obter evidências da influência positiva dos jogos no contexto da educação.	Wardaszko e Podgórski (2017)
Incluir avaliação de resultados cognitivos, resultados baseados em habilidades, como a resolução de problemas.	Zydney e Warner (2016)

Fonte: Elaborado pelo autor.

O jogo e a dinâmica desenvolvidos nesta pesquisa, para serem utilizados no ensino do processo de negócio S&OP, que integra diferentes áreas de conhecimento, é uma contribuição para a implantação da Aprendizagem Ativa aplicada aos cursos de Engenharia, em consonância com as novas Diretrizes Curriculares Nacionais (DCN) do curso de graduação em Engenharia (MEC, 2019).

O jogo pode ser um instrumento para introduzir o tema S&OP e estimular seu estudo aprofundado, pois, de acordo com Scavarda *et al.* (2017), diversos estudos apontam que a falta de uma compreensão completa dos componentes do S&OP é um dos principais motivos para impedir sua implementação bem-sucedida e a realização de seus potenciais benefícios, exigindo que os participantes sejam treinados adequadamente para melhorar sua compreensão deste conceito de negócios e de suas diferentes necessidades de implementação, como, por exemplo, visão de processos, gerenciamento de problemas leves, novas funcionalidades, alinhamento de metas, comprometimento e integração de planos.

A pesquisa desenvolvida está alinhada a oportunidades de pesquisa encontradas na literatura (Quadro 1), às demandas dos cursos de Engenharia de adotarem novas metodologias de aprendizagem ativa (jogos) indicadas pelas novas diretrizes (MEC, 2019), e estimula o aprendizado do tema S&OP (SCAVARDA *et al.*, 2017).

1.3 ESTRUTURA DO TRABALHO

O trabalho foi estruturado em seis capítulos, subdivididos em seções. O Capítulo 1 traz a introdução, é voltado à contextualização do problema e questões de pesquisa. Além disso, as justificativas, as lacunas e os objetivos da pesquisa são apontados neste capítulo.

No Capítulo 2, apresenta-se o referencial teórico necessário para o desenvolvimento da pesquisa. Ele é composto por seções que abordam a Aprendizagem Ativa no ensino da Engenharia, Aprendizagem Baseada em Jogos, Aprendizagem Baseada em Jogos no Ensino Superior e na Engenharia de Produção, Avaliação do uso de Jogos no Aprendizado e Planejamento de Vendas e Operações (S&OP).

No Capítulo 3, o método de pesquisa é detalhado, incluindo Pesquisa Bibliométrica, Testes, Ajustes e Aplicações da dinâmica e do jogo, e o Instrumento de Avaliação.

No Capítulo 4, é apresentado o desenvolvimento do jogo S&OP, abrangendo o modelo para desenvolvimento do jogo, a escolha da plataforma de desenvolvimento e, ainda, as características gerais do aplicativo e as interfaces desenvolvidas utilizando o Google Planilhas. O Capítulo 4 se encerra com o modelo de planilhas adotado.

No Capítulo 5, os resultados alcançados pela aplicação da dinâmica do jogo em aulas regulares e sua avaliação pelos estudantes são descritos e analisados.

No Capítulo 6, são apresentadas as conclusões da pesquisa, suas contribuições e sugestões para trabalhos futuros.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 APRENDIZAGEM ATIVA NO ENSINO DA ENGENHARIA

As práticas de Aprendizagem Ativa vêm sendo incluídas nos programas de ensino de Engenharia, seguindo recomendações de associações profissionais de Engenharia, como a rede da Sociedade Europeia para o Ensino de Engenharia (SEFI) e a rede de Aprendizagem Ativa no Ensino de Engenharia (ALE), organizações políticas, como a UNESCO, e organizações nacionais e internacionais de acreditação de programas, como o Conselho de Credenciamento de Engenharia e Tecnologia (ABET) e a Rede Europeia de Credenciamento de Ensino de Engenharia (ENAE). A recomendação da Aprendizagem Ativa por essas associações deve-se ao fato de que o aprendizado é aprimorado nos ambientes de Aprendizagem Ativa (LIMA; ANDERSSON; SAALMAN, 2017).

Um projeto de revisão dos currículos de Engenharia, para adequá-los às novas demandas da Indústria 4.0, reuniu universidades da Rússia, Tajiquistão, Romênia, Tailândia, Portugal e Polônia. Como as universidades da União Europeia (UE) têm uma vasta experiência na criação e aplicação de abordagens inovadoras centradas no estudante para atividades de ensino e aprendizagem, a análise das melhores práticas da UE contribuiu para o desenvolvimento de recomendações úteis para as instituições de ensino superior desses países (DUMITRESCU *et al.*, 2019; MESQUITA *et al.*, 2020; KOOMSAP *et al.*, 2020).

A Resolução CNE/CES Nº 2, de 24 de abril de 2019, que institui as novas DCN de Engenharia (MEC, 2019), determina, entre outras ações, que os cursos de Engenharia devem: estimular atividades que articulem simultaneamente a teoria, a prática e o contexto da aplicação; implementar, desde o início do curso, as atividades que promovam a integração e a interdisciplinaridade; promover uma educação mais centrada no estudante, por meio do uso de metodologias para Aprendizagem Ativa; implementar as atividades acadêmicas de síntese dos conteúdos, de integração dos conhecimentos e de articulação de competências.

A Aprendizagem Ativa busca engajar os estudantes no processo de aprendizado por meio de atividades e discussões em sala de aula, em oposição a ouvir passivamente um especialista. Ela enfatiza o pensamento de alto nível e, frequentemente, envolve o trabalho em grupo. Uma análise de 225 estudos que compararam o desempenho do estudante de cursos de graduação em Ciências, Tecnologia, Engenharia e Matemática (STEM) em aulas tradicionais *versus* Aprendizagem Ativa, pôde observar que, nas aulas com Aprendizagem Ativa, o desempenho em exames melhorou em 6%, e que as taxas médias de reprovação foram de

21,8% nas classes com Aprendizagem Ativa, contra 33,8% nas classes com aulas tradicionais – uma diferença de 55% (FREEMAN *et al.*, 2014).

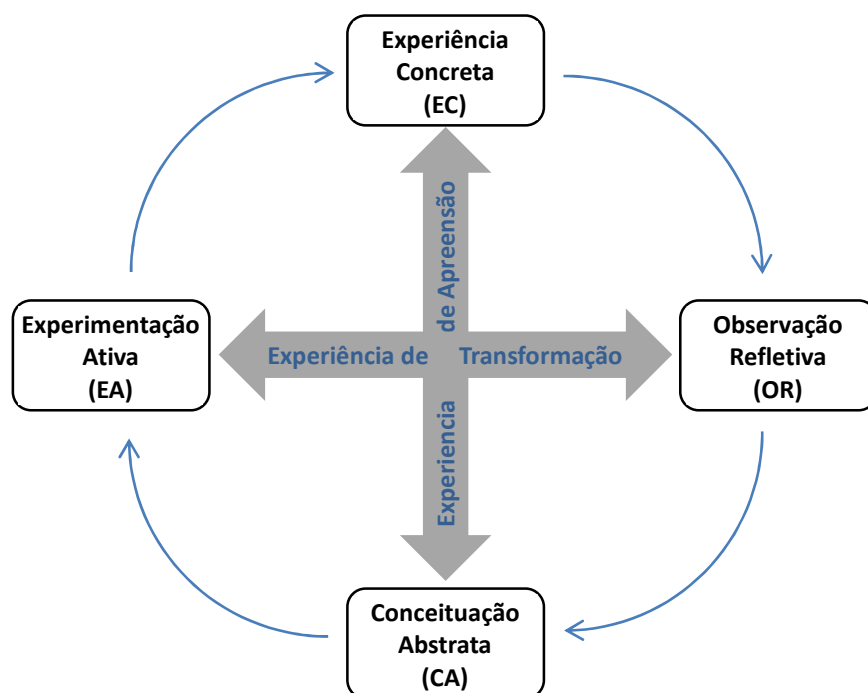
As melhores práticas analisadas por Mesquita *et al.* (2020) se concentraram no uso de uma ampla variedade de estratégias de Aprendizagem Ativa, uma abordagem na qual o ensino é preparado para envolver os estudantes, criando contextos significativos de aprendizagem que permitem que os estudantes entendam a relevância do que aprendem e sua utilidade, em um ambiente de aprendizado ativo que inclui entusiasmo, energia, engajamento e ação.

Ainda segundo Mesquita *et al.* (2020), as estratégias de Aprendizagem Ativa foram classificadas e definidas como: Aprendizagem Baseada em Problemas (PrBL, *Problem-Based Learning*); Aprendizagem Baseada em Projetos (PjBL, *Project Based Learning*); Gamificação e Jogos Sérios; Aprendizagem em Equipe (*Team-Based Learning*); Aprendizagem Baseada no Trabalho; Aprendizagem Baseada em Pesquisa.

Outro aspecto importante da atualização dos currículos de Engenharia, segundo Koomsap *et al.* (2020), é sua construção de trás para frente, isto é, partindo dos resultados que se deseja alcançar, em termos de desenvolvimento de competências, para chegar às experiências de aprendizado que se pretende oferecer aos estudantes.

Para isso, o processo de aprendizado deve ser projetado, desenvolvido e executado adequadamente, por meio do desenvolvimento de um currículo centrado no estudante, focado na criação de uma jornada que facilite o aprendizado e crie uma forte experiência. Como os estudantes aprenderão é tão importante quanto o que aprenderão. De acordo com o ciclo de aprendizado de quatro estágios de Kolb (Figura 1), o aprendizado efetivo ocorrerá quando o estudante concluir o ciclo, mas, em vez de esperar que os indivíduos concluam o ciclo de aprendizado sozinhos, um *design* adequado do curso garantirá que a maioria dos estudantes, se não todos, alcançará os resultados da aprendizagem (KOOMSAP *et al.*, 2019).

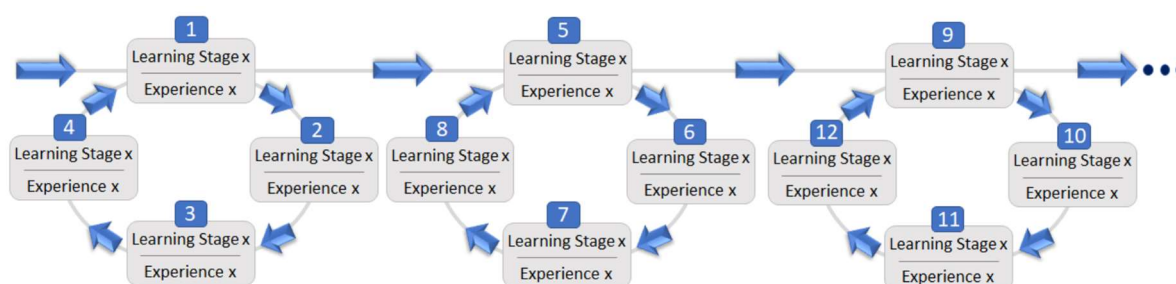
Figura 1 – Ciclo de aprendizado experiencial



Fonte: Kolb e Kolb (2013).

Para cada um dos tópicos, o professor pode projetar a inserção dos estudantes nessa ordem cíclica de experiência concreta (EC), observação reflexiva (OR), conceituação abstrata (CA) e experimentação ativa (EA), em qualquer estágio. Ao conduzir com tópicos sequenciais, se o ciclo de um tópico for concluído antes da introdução do próximo, os estudantes terão uma melhor compreensão do tópico e estarão prontos para aprender os novos. Essa jornada "ideal" do estudante é ilustrada na Figura 2, que sumariza o conceito de *Learning Experience-Focused Course Design and Development* (LEF-CDD), ou desenvolvimento e projeto de cursos focados na experiência de aprendizado (Koomsap *et al.*, 2019).

Figura 2 – Conceito LEF-CDD



Fonte: Koomsap *et al.* (2019).

Segundo Kolb e Kolb (2013), o ciclo de aprendizado retrata dois modos relativos à

experiência de apreensão – Experiência Concreta (EC) e Conceituação Abstrata (CA) – e dois modos de experiência de transformação – Observação Reflexiva (OR) e Experimentação Ativa (AE), que o estudante percorre vivenciando (EC), refletindo (OR), pensando (CA) e atuando (AE). Influenciado por fatores como hereditariedade, experiência de vida, exigências do ambiente atual, a maioria de nós desenvolve estilos de aprendizagem que enfatizam algumas habilidades de aprendizagem em relação a outras. Kolb identificou quatro estilos básicos de aprendizagem, denominados como Convergente, Divergente, Assimilador e Acomodador, cujas características, baseadas tanto na pesquisa quanto na observação clínica, foram assim resumidas:

- Divergente: tem observação reflexiva (OR) e experimentação concreta (EC) como habilidades de aprendizagem dominantes; é melhor em ver situações concretas de muitos pontos de vista diferentes, tem melhor desempenho em situações que exigem geração de ideias, tem amplos interesses culturais e gosta de coletar informações; se interessa por pessoas, tende a ser imaginativo e emocional, tem amplos interesses, prefere trabalhar em grupo, ouvir com a mente aberta e receber *feedback* personalizado.
- Assimilador: tem conceituação abstrata (CA) e observação reflexiva (OR) como habilidades dominantes de aprendizagem; é melhor em entender uma ampla gama de informações e colocar em forma concisa e lógica; é menos focado nas pessoas e mais interessado em ideias e conceitos abstratos; geralmente considera mais importante uma teoria com solidez lógica do que valor prático; prefere leituras, palestras, explorar modelos analíticos e ter tempo para pensar as coisas.
- Convergente: tem conceituação abstrata (CA) e experimentação ativa (EC) como habilidades de aprendizagem dominantes; é melhor em encontrar usos práticos para ideias e teorias; tem a capacidade de resolver problemas e tomar decisões baseadas em encontrar soluções para questões ou problemas; prefere tarefas técnicas e problemas às questões sociais interpessoais; prefere experimentar novas ideias, simulações, atribuições de laboratório e aplicações práticas.
- Acomodador: tem experiência concreta (EC) e experimentação ativa (EA) como habilidades de aprendizagem dominantes; aprende principalmente com a experiência prática; gosta de realizar planos e se envolver em experiências novas e desafiadoras; tende a agir guiado pela intuição em vez da análise lógica; resolve problemas dependendo mais das pessoas para obter informações do que em sua própria análise técnica; prefere trabalhar com outras pessoas para fazer tarefas, estabelecer metas, fazer trabalho de

campo e testar diferentes abordagens para concluir um projeto.

2.2 APRENDIZAGEM BASEADA EM JOGOS

Uma forma para aplicação da Aprendizagem Ativa, que tem crescido nas aulas de graduação em Engenharia, é o uso da aprendizagem baseada em jogos, de acordo com Bodnar e Clark (2014). Analisando as respostas aos questionários aplicados no estudo, eles puderam observar que estudantes que participaram de aulas onde este tipo de aprendizagem foi utilizada, sentiram que desenvolveram habilidades profissionais essenciais, como comunicação oral, capacidade de trabalhar efetivamente com os outros e resolver problemas complexos ou do mundo real, indicando que a aprendizagem baseada em jogos é uma pedagogia que pode ser aplicada na Engenharia e pode levar a um ambiente de sala de aula mais positivo e de maior experiência para o estudante (BODNAR; CLARK, 2014).

Robson *et al.* (2015) observaram que existe um interesse crescente em como a gamificação – definida como a aplicação dos princípios de *design* de jogos em contextos não relacionados a jogos - pode ser usada nos negócios, e tem aplicações potencialmente amplas em contextos como saúde, sustentabilidade, governo, transporte e educação, entre outros.

Existem vários tipos de jogos, a exemplo dos *serious games* ou jogos sérios e *business games* ou jogos de negócios; são classificados como narrativos, táticos e estratégicos. Os jogos narrativos utilizam técnicas de *storytelling* para envolver o usuário com o conteúdo. Percepção de contextos, simulação de situações reais e conversação por meio de árvores de decisão são pontos fortes desse tipo de jogo. Os jogos táticos podem apresentar ainda ações em tempo real para experiência do usuário em um ambiente virtual, utilização de avatar para representar o jogador, percepção espacial de ambientes de trabalho, situações de risco e de oportunidades para resolução de desafios. Os jogos estratégicos são baseados em tomada de decisão e avaliação de resultados, com a construção do conhecimento por meio de simulação de situações. São indicados para processos de gestão, visão holística, para aprender e exercitar processos (RITTERFELD; CODY; VORDERER, 2009).

Os jogos sérios compõem um universo em constante evolução do ambiente educacional. Utilizando um *mix* de tecnologia com elementos de entretenimento, são um complemento aos processos de aprendizagem, tanto pela capacidade de ampliar a imaginação, como por provocar a criatividade dos estudantes, sendo um recurso nas iniciativas de treinamento e educação. Como parte de jogos de computador sérios, os jogos de simulação de negócios oferecem suporte a treinamento e aprendizado focados na gestão de processos econômicos e

no aprendizado de conteúdo de negócios (BLAŽIČ; NOVAK, 2015).

Calderón e Ruiz (2015) realizaram uma revisão sistemática da literatura, onde 1199 artigos foram encontrados pelas buscas automáticas nas bases de dados digitais e 102 artigos sobre avaliação de jogos sérios foram selecionados. Foram identificados os domínios de aplicação nos quais as avaliações ocorreram, as categorias de jogos sérios avaliados e as principais características consideradas para avaliar a eficácia educacional de jogos sérios. Resumidamente, observou-se que:

- Quanto ao domínio, mais de 52% dos jogos estavam no domínio de aplicativos educacionais, seguidos por Saúde e bem-estar (19,6%) e Aprendizado e treinamento profissional (17,7%). Completam esta lista, Cultura, com 5,3% dos jogos, Social (4,3%) e Suporte (1,1%). Dos aplicativos educacionais, 60% foram avaliados em universidades, e os demais, em escolas primárias ou secundárias.
- Quanto aos tipos mais encontrados, os jogos sérios desenvolvidos como *software* de computador representaram 58% da seleção, os baseados na *WEB*, 10%, e os jogos para celular, 6%.
- Quanto às características de qualidade que os autores dos artigos selecionados levaram em consideração para avaliar seus jogos sérios, foram identificadas 18 características de qualidade diferentes nessas avaliações. Quase 50% dos estudos primários avaliaram os resultados de aprendizagem do jogo sério. Isso mostra que o principal interesse na avaliação do impacto de jogos sérios é determinar a eficácia educacional dos jogos na aquisição de conhecimento. Além disso, usabilidade e experiência do usuário são, a seguir, as características mais frequentemente avaliadas. Isso mostra que, na maior parte dos trabalhos, a avaliação teve como objetivo verificar se os jogos atendiam aos objetivos para os quais foram criados.
- Quanto às técnicas de avaliação empregadas, os questionários e as entrevistas foram as técnicas predominantes.

Os sistemas de produção das empresas industriais, em particular, estão passando por mudanças profundas nos últimos anos. À medida que os sistemas de produção evoluem, cresce a necessidade de uma aprendizagem contínua para os profissionais da área, que vá além dos currículos tradicionais. É preciso aprender em um tempo menor com resultados melhores. Os jogos de negócios se propõem a isto (TUBINO; SCHAFRANSKI, 2000).

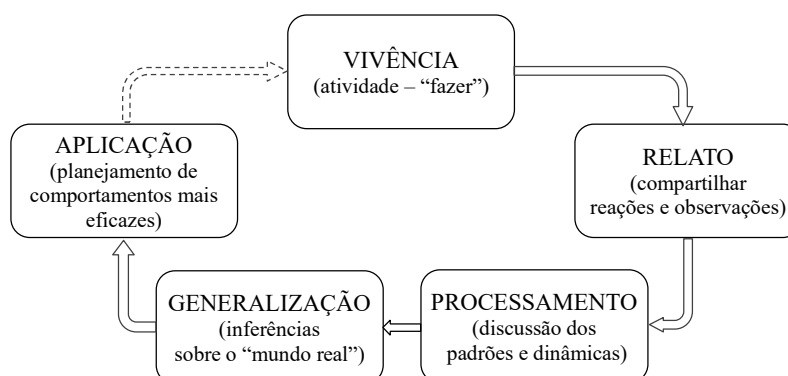
Um aspecto relevante dos jogos de negócio é o aspecto temporal. Pode-se simular o comportamento de uma empresa durante meses, ou até mesmo anos, em um espaço de

algumas horas. Outros métodos de ensino demandam tempos maiores (aulas expositivas tradicionais, estudos de casos etc.) ou custos elevados (laboratórios), sem conseguir a mesma dinâmica obtida pelos jogos. A compreensão que os participantes alcançam ao trabalharem em um evento simulado também é maior do que em métodos tradicionais de ensino (TUBINO; SCHAFRANSKI, 2000).

Os jogos sérios de computador também são utilizados como jogos educacionais no ensino de algumas disciplinas, para difundir conhecimento. Além do conhecimento teórico, o professor precisa oferecer uma vivência, onde o estudante possa exercitar os conhecimentos aprendidos, por meio de experiências práticas, onde ele lide com problemas reais. Como os jogos educacionais visam proporcionar aos estudantes um ambiente que simule situações do mundo real, eles podem oferecer uma forma de minimizar as dificuldades no ensino e na aprendizagem, além de promover o relacionamento entre equipes e questões multidisciplinares (COSTA; SILVA, 2017).

A chave para a aprendizagem em simulações empresariais é a vivência em um cenário que represente a dinâmica empresarial. Para facilitar o aprendizado, todos os estágios dessa vivência, apresentados na Figura 3, devem ser trabalhados (TUBINO; SCHAFRANSKI, 2000).

Figura 3 – Ciclo de aprendizagem vivencial



Fonte: Tubino e Schafranski (2000).

Esses estágios, ainda segundo Tubino e Schafranski (2000), são:

- Estágio inicial, a vivência em si: a explicação do funcionamento do jogo, leitura das instruções e simulação propriamente dita. O que acontecer nessa etapa, dentro ou fora da expectativa, torna-se o ponto de partida para a análise crítica. O facilitador tem que estar atento para que a excitação e o divertimento, que podem ocorrer nessa fase, não interfiram na aprendizagem.

- Na fase de relato, as pessoas estão supostamente prontas para compartilhar o que viram e como se sentiram durante o evento simulado. Aqui, o importante é tornar disponível para o grupo a experiência de cada participante e o que ocorreu entre eles, enquanto a simulação estava ocorrendo.
- A fase de processamento é o estágio central da aprendizagem vivencial. Os participantes devem ser levados a observar o que aconteceu em termos de dinâmica, e não simplesmente em termos de resultados numéricos da simulação. O que ocorreu foi real, mas também foi algo programado dentro da estrutura da atividade.
- A quarta etapa é a fase de generalização, onde a tarefa é extrair do processo alguns princípios que poderiam ser aplicados “lá fora”. Se este estágio for omitido, ou passado por alto, o aprendizado tenderá a ser superficial.
- O estágio final, da aplicação, deve ajudar os participantes a transferirem generalizações a situações reais nas quais estejam ou venham a estar envolvidos. Os participantes podem ser solicitados a relatar o que pretendem fazer com o que aprenderam nas simulações, e isto pode encorajar outros a experimentarem novos comportamentos. A seta pontilhada no diagrama, ligando este estágio ao estágio inicial, indica que o que se aprendeu até esse ponto pode ser trabalhado dentro de um novo ciclo de aprendizagem.

2.3 APRENDIZAGEM BASEADA EM JOGOS NO ENSINO SUPERIOR E NA ENGENHARIA DE PRODUÇÃO

Na avaliação da adoção de aprendizagem baseada em jogos no ensino superior, Chen, Chen e Liu (2010), por meio da pesquisa, identificaram as percepções de jovens adultos antes de adotar aprendizagem baseada em jogos no ensino superior. Algumas recomendações resultantes dessa pesquisa são: minimizar o risco de incerteza, garantir a qualidade dos programas digitais baseados em jogos, manter o equilíbrio entre os modos formal e informal de educação. Wiggins (2016), que examinou por meio de *survey* o uso de aprendizagem baseada em jogos no ensino superior, argumentou, no resultado da sua pesquisa, que as estratégias atuais de gamificação parecem ser uma reembalagem das estratégias instrucionais tradicionais. O’Connell (2016) destaca que, em um programa multidisciplinar de aprendizagem baseada em jogos, os estudantes se envolvem em teoria e prática, utilizando-se dos recursos pedagógicos e de uma variedade de ferramentas *online*.

Vlachopoulos e Makri (2017) desenvolveram uma revisão sistemática da literatura para

investigar o impacto de jogos e simulações no atingimento dos objetivos específicos de aprendizagem. Como resultado dessa revisão, identificaram os principais resultados de aprendizagem, tais como afetivo, cognitivo e de comportamento.

Ibrahim *et al.* (2017) desenvolveram uma *survey* para avaliar o comportamento dos estudantes em relação à aprendizagem baseada em jogos. Como resultado, identificaram quatro construtos significativos, que são a expectativa de desempenho, expectativa de esforço, atitude e satisfação. Barr (2017), que desenvolveu um estudo sobre o efeito dos jogos nas habilidades e competências desejáveis, concluiu que o resultado foi positivo e que os jogos contribuem no ensino superior. Choi, Pursel e Stubbs (2017) realizaram um estudo de caso sobre o esforço de uma universidade no desenvolvimento de aprendizagem baseada em jogos e consideraram como principal objetivo os estudantes aplicarem o que aprenderam em ambiente *online* além da experiência proporcionada pelo jogo.

Esteves *et al.* (2018) também desenvolveram um estudo de caso sobre aprendizagem baseada em jogos no ensino superior, analisando a participação dos estudantes e o aumento das habilidades na sua aprendizagem. Whitton e Langan (2019) desenvolveram uma *survey* para investigar as percepções dos estudantes em relação à aprendizagem baseada em jogos e destacaram os principais temas que os estudantes consideram um aprendizado divertido a exemplo da pedagogia utilizada para estímulo e da diversidade de experiência. Chung, Shen e Qiu (2019) discutiram os fatores que influenciam a aceitação de gamificação em ensino superior, tais como as condições facilitadoras, o envolvimento, a habilidade e o controle. Romero e Kalmpourtzis (2020) analisaram o desenho de processo para aprendizagem baseada em jogos, incluindo o *feedback* sobre a eficácia de curso.

Na revisão de currículo e práticas pedagógicas, Moylan *et al.* (2015) apresentaram dois estudos de caso em ensino superior, projetados para aumentar o currículo básico dos cursos de graduação e pós-graduação. Ambos os estudos são aprendizagem baseada em jogos no ensino superior e foram desenvolvidos com elementos multimídia, incorporando o conteúdo acadêmico. A pesquisa desenvolvida por Bai (2019) categorizou algumas práticas pedagógicas, notadamente colaboração e comunicação, aprendizagem baseada em perguntas, aprendizagem comportamental, acesso ao conteúdo de aprendizagem, envolvimento e motivação dos estudantes.

Herro e Clark (2016) demonstraram as práticas de aprendizagem baseada em jogos no ensino superior por meio de um estudo de caso, e identificaram oportunidades no redesenho dos cursos que permitiram uma taxa relativamente rápida de inovação. Naik (2015) apresentou uma abordagem em aprendizagem baseada em jogos no ensino de Matemática, na

qual se concentrou nos resultados da aprendizagem e experiência dos estudantes e nas práticas pedagógicas. Lock *et al.* (2018) abordaram os problemas em aprendizagem baseada em jogos relacionados à sala de aula, ao programa, à avaliação e à instituição. Esses autores argumentam que as tensões em relação a esses tipos de problemas precisam ser tratadas como oportunidade no ensino superior. Troussas, Krouska e Sgouropoulou (2020), que investigaram as práticas pedagógicas em aprendizagem baseada em jogos no ensino superior com aplicação de *Fuzzy logic*, identificaram que a colaboração e o aconselhamento podem melhorar as habilidades dos estudantes. Lengyel (2020) desenvolveu uma pesquisa na qual considerou aprendizagem baseada em jogos vinculada aos conhecimentos teóricos e práticos, além das práticas pedagógicas.

A literatura indica exemplos de jogos utilizados no ensino de Engenharia, apresentados no Quadro 2.

Quadro 2 - Jogos utilizados no ensino de Engenharia de Produção

Jogo	Autores	Objetivo (simular...)	Resultados
LogLab	Hübl e Fischer (2017)	Planejamento logístico.	Melhora a qualidade da educação no campo da logística e planejamento da produção, conforme mostrado pelos pré-testes dos estudantes.
Realgame	Lainema e Hilmola (2005)	Competição entre empresas de manufatura.	Observou-se que os estudantes puderam manter a orientação para a tarefa. Os participantes avaliaram que o jogo representava muito bem fluxos e demandas de informações, dependências sequenciais nas operações e uma visão holística da empresa, e que o exercício foi muito intenso e envolvente.
3L -Learn Lean with Lego	Leal <i>et al.</i> (2017)	Filosofia Lean	Os estudantes apresentaram resultados positivos para motivação e aprendizado.
Dinâmica da Cozinha	Forti e Muniz Junior (2019)	Desenvolvimento de produto (cardápio de restaurante industrial).	Estimula a participação, a reflexão e discussão crítica dos resultados.
Mercado Virtual	Rodrigues (2010)	Tomada decisão e gestão de empresas.	A análise das decisões dos estudantes permitiu identificar lacunas de aprendizado.
ERPsim Logistics Game	Angolia e Pagliari (2018)	Gestão logística e da cadeia de suprimentos usando funções do <i>software</i> SAP ERP	Os estudantes indicaram um alto nível de engajamento em razão da natureza detalhada da simulação, e concluíram que a atividade auxiliou na aprendizagem conceitual.

Fonte: 'Elaborado pelo autor.

2.4 AVALIAÇÃO DO USO DE JOGOS NO APRENDIZADO

Embora técnicas inovadoras sejam mostradas como métodos promissores de

aprendizagem, é importante registrar o *feedback* dos estudantes e observar como os materiais de instrução impactam sua motivação, engajamento e o processo de aprendizagem (LEAL *et al.*, 2017; HUANG; HEW; 2016).

Calderón e Ruiz (2015) verificaram que determinar a eficácia educacional foi a principal característica avaliada, seguida por usabilidade e experiência do usuário, e que os questionários e as entrevistas foram as técnicas de avaliação predominantes.

Em seu estudo sobre jogos de empresa, Butzke e Alberton (2017) indicaram que a percepção dos estudantes sobre o ambiente de aprendizagem foi caracterizada pelo uso de 12 variáveis, agrupadas em três categorias: facilidade de uso, utilidade percebida e qualidade da informação.

A motivação estimula e sustenta o comportamento de aprendizagem. É importante entender a motivação dos estudantes e identificar se os materiais instrucionais podem motivar ou desmotivar os estudantes. Como a motivação tem efeitos complexos e influentes no processo de aprendizagem, inúmeros estudos têm sido realizados para encontrar a inter-relação entre motivação e o desempenho no aprendizado (HUANG; HEW, 2016).

Leal *et al.* (2017) e Huang e Hew (2016) indicam o processo de avaliação da motivação dos estudantes no modelo ARCS, proposto por Keller (1987), que considera que a motivação é composta por quatro princípios instrucionais: atenção, relevância, confiança e satisfação (ARCS). Ou seja, para motivar os estudantes, quatro princípios devem ser seguidos (KELLER, 1987):

- Atenção: diversas técnicas para conquistar e sustentar a atenção dos alunos.
- Relevância: metas claras estabelecidas, conteúdo do material relevante para a experiência prévia, requisitos acadêmicos ou profissionais.
- Confiança: o ambiente instrucional deve ajudar os estudantes a reforçar a atitude positiva e expectativa de sucesso.
- Satisfação: práticas que façam os estudantes se sentirem realizados.

Para avaliar a motivação dos estudantes foi utilizada a Pesquisa de Motivação de Materiais Instrucionais ou *Instructional Materials Motivation Survey* (IMMS), parte integrante do modelo ARCS, de Keller (LEAL *et al.*, 2017; HUNG; HEW, 2016).

Hung e Hew (2016) relatam que vários estudos consideraram que o IMMS é um instrumento eficaz para a coleta de informações motivacionais. O IMMS é um formulário padronizado com 36 declarações (vide Quadro 4, no capítulo 3). Os participantes escolhem a alternativa que melhor descreve sua experiência para cada afirmação por meio de uma escala

Likert simétrica (de 1-discordo totalmente a 5-concordo totalmente).

2.5 PLANEJAMENTO DE VENDAS E OPERAÇÕES (S&OP)

S&OP é um processo que une diferentes planos de negócios em um conjunto integrado de planos. Seu principal objetivo é equilibrar oferta e demanda e construir pontes entre o plano estratégico ou de negócios e os planos operacionais da empresa. Nesta visão, o papel do S&OP é manter um equilíbrio adequado entre oferta e demanda e fornecer sinais de alerta precoce quando se desequilibrarem (VOLLMANN *et al.*, 2005).

A adoção do processo S&OP tem como benefícios: gerenciar as mudanças em vez de reagir a elas; criar uma rotina de revisão mensal dos planos pela alta administração, que alcance uma melhor posição para planejar mudanças; garantir que os planos departamentais tenham abordagens realistas, coordenadas, e de apoio ao plano de negócios, permitindo uma gestão mais adequada da produção dos estoques e das pendências (CORRÊA; GIANESI; CAON, 2018; WALLACE, 2001).

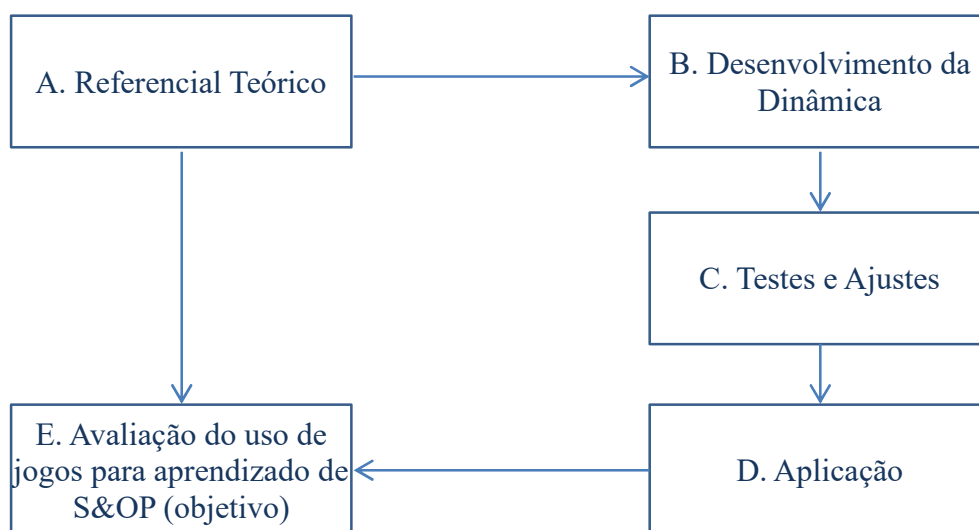
A abordagem do processo S&OP estimula o pensamento inovador, ajudando as organizações a se concentrarem no alinhamento de suas vendas e de seu planejamento de operações com sua agenda de negócios e direção estratégica. O desenvolvimento de um processo integrado destaca a importância dos recursos, do envolvimento e liderança desde o início do processo e muda a agenda de discussão para uma empresa. Trata-se de conciliar as diferentes visões e como elas podem contribuir para o resultado da empresa. Há um valor agregado nas diferentes visões e na compreensão do que os números e os objetivos estratégicos significam (LING; COLDRICK, 2009).

Outras informações sobre S&OP são apresentadas no apêndice E.

3 MÉTODO DE PESQUISA

O procedimento metodológico desta pesquisa, apresentado na Figura 4, contempla: a construção do referencial teórico (Etapa A); o desenvolvimento da dinâmica (Etapa B), que envolve o *software* do jogo e do instrumento de avaliação da dinâmica (Etapa B); o teste do jogo e do instrumento de avaliação (Etapa C); e sua aplicação em aulas regulares (Etapa D). As respostas e observações, colhidas durante a aplicação, serão compiladas para compor as conclusões desta pesquisa (Etapa E). Pode ser considerada uma pesquisa qualitativa, pois procura compreender o ponto de vista daqueles que estão envolvidos na situação sob investigação e interpretar o significado que eles atribuem à situação (BERNARDES; MUNIZ JUNIOR; NAKANO, 2019).

Figura 4 – Método utilizado para avaliação do uso de jogos para aprendizado de S&OP



Fonte: Elaborado pelo autor.

A Etapa A, de construção do referencial teórico, considera trabalhos relacionados à aprendizagem ativa, ao aprendizado baseado em jogos, à avaliação do uso de jogos e ao processo de planejamento de vendas e produção (S&OP). A pesquisa bibliográfica, realizada em junho de 2020 nas bases de dados *Web of Science* e *Scopus*, encontrou um número crescente de publicações relacionadas a jogos, no período de 2010 a 2019.

Na Etapa B, o desenvolvimento da dinâmica, são definidas a mecânica e a estética do jogo, bem como a dinâmica, considerando sua execução em sala de aula, que inclui: a apresentação do exercício, a organização dos estudantes em equipes, o fluxo de como o estudante navega no aplicativo do jogo, as discussões no final do exercício e a escolha do grupo vencedor. Em seguida, são projetadas as telas individuais do aplicativo e é definido

como será utilizado pelos estudantes e pelo professor. Com base nessas definições o jogo é construído, com a primeira versão das telas, da lógica de programação na linguagem escolhida, e é projetada a estrutura de dados para armazenamento das informações necessárias ao funcionamento do jogo. Nesta etapa são elaborados também os materiais de apoio ao professor, o manual do jogo, e a apresentação do cenário que será simulado no jogo (informações sobre a empresa, produtos, e restrições de produção). Completa a etapa de desenvolvimento, a elaboração do instrumento de avaliação da utilização do jogo e do aprendizado.

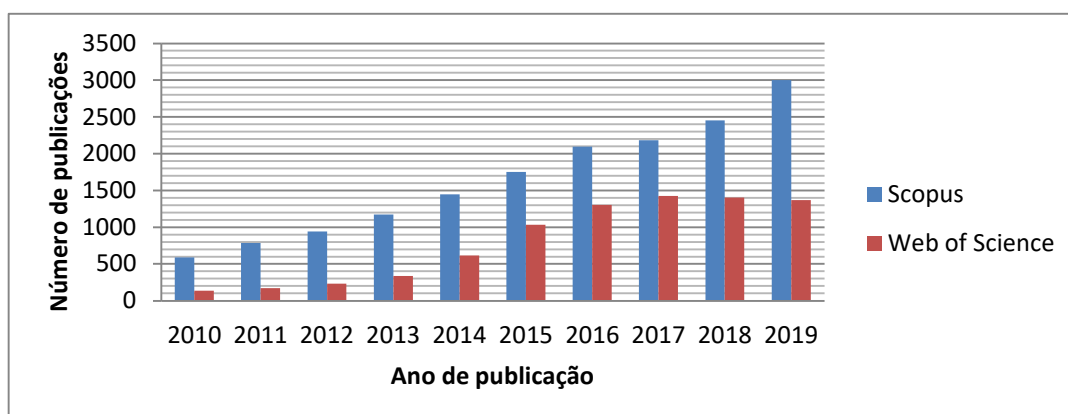
Na etapa C, testes e ajustes, o jogo é avaliado inicialmente para verificar se todas as características descritas nas especificações foram atendidas, e as falhas detectadas são corrigidas. Um teste funcional, para validar o ciclo completo do jogo (apresentação, materiais de apoio, execução completa do jogo, discussões de encerramento e aplicação do instrumento de avaliação) é executado com um grupo pequeno de estudantes. A etapa é concluída com a realização dos ajustes para correção dos problemas percebidos no teste funcional.

A Etapa D, da aplicação, consiste na preparação e execução do jogo em aulas reais. As observações e os dados das avaliações são coletados e compilados nesta etapa.

Na Etapa E, de avaliação do uso da dinâmica para aprendizado de S&OP, os dados e observações coletados são analisados e é elaborada a conclusão da pesquisa.

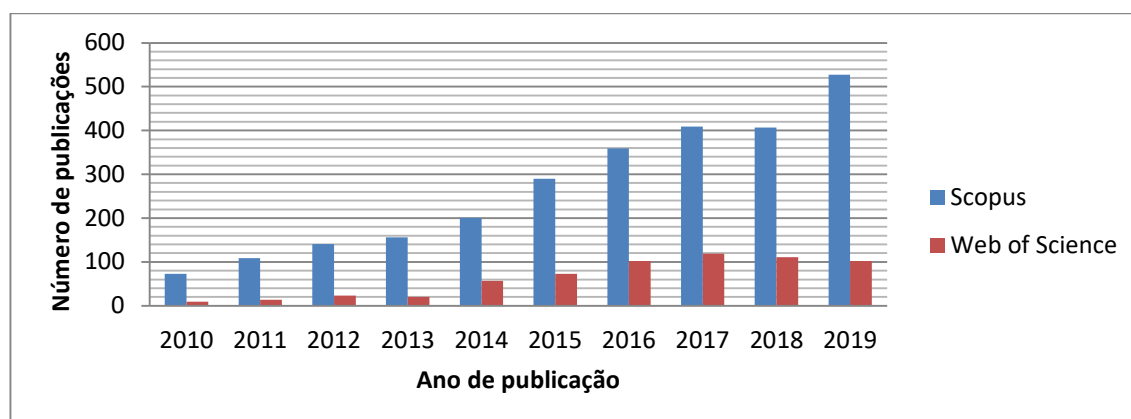
3.1 PESQUISA BIBLIOMÉTRICA

A distribuição anual das 16.424 publicações selecionadas na base de dados *Scopus*, e das 8.021 selecionadas na *Web of Science*, com as palavras-chave “*Educational Game*”, “*Business Game*”, “*Serious Game*”, “*Simulation Game*”, “*Gamification*”, é apresentada na Figura 5.

Figura 5 – Publicações sobre *Games ou Gamification*

Fonte: Bases de dados Scopus (2020) e Web of Science (2020).

Comportamento semelhante foi encontrado, quando as mesmas palavras-chave foram combinadas com “*Engineering*”. Foram selecionadas 2.672 publicações na *Scopus* e 630, na *Web of Science*, e sua distribuição é apresentada na Figura 6.

Figura 6 – Publicações sobre *Games, Gamification e Engineering*

Fonte: Bases de dados *Scopus* (2020) e *Web of Science* (2020).

Aprendizagem baseada em jogos é usada nos mais variados contextos e ambientes. Uma pesquisa foi realizada em junho de 2020 na base de dados *Web of Science*, e selecionou artigos sobre *game-based learning* no ensino superior, observando o título, o resumo e as palavras-chave. Foi realizada uma consulta para o período dos últimos dez anos e incluiu as seguintes palavras-chave: “*game-based learning*” e “*higher education*”. Outras bases de dados poderiam ser incluídas para ampliar o estudo bibliométrico, como Google Scholar ou Scopus. No entanto, para realizar uma análise de rede de citações por meio do *software* CitNetExplorer apenas a *Web of Science* estava habilitado (ECK; WALTMAN, 2014).

A Tabela 1 apresenta um resumo dos resultados, incluindo 19 artigos com 133 referências citadas nas seguintes categorias principais da *Web of Science*: *Education*

Educational Research, Education Scientific Disciplines, Computer Science e Multidisciplinary Sciences.

Tabela 1 – Totais da pesquisa sobre aprendizagem baseada em jogos no ensino superior

Item	Valor
Número de artigos	19
Número de referências citadas	133
Média de citações	7
h-index	6

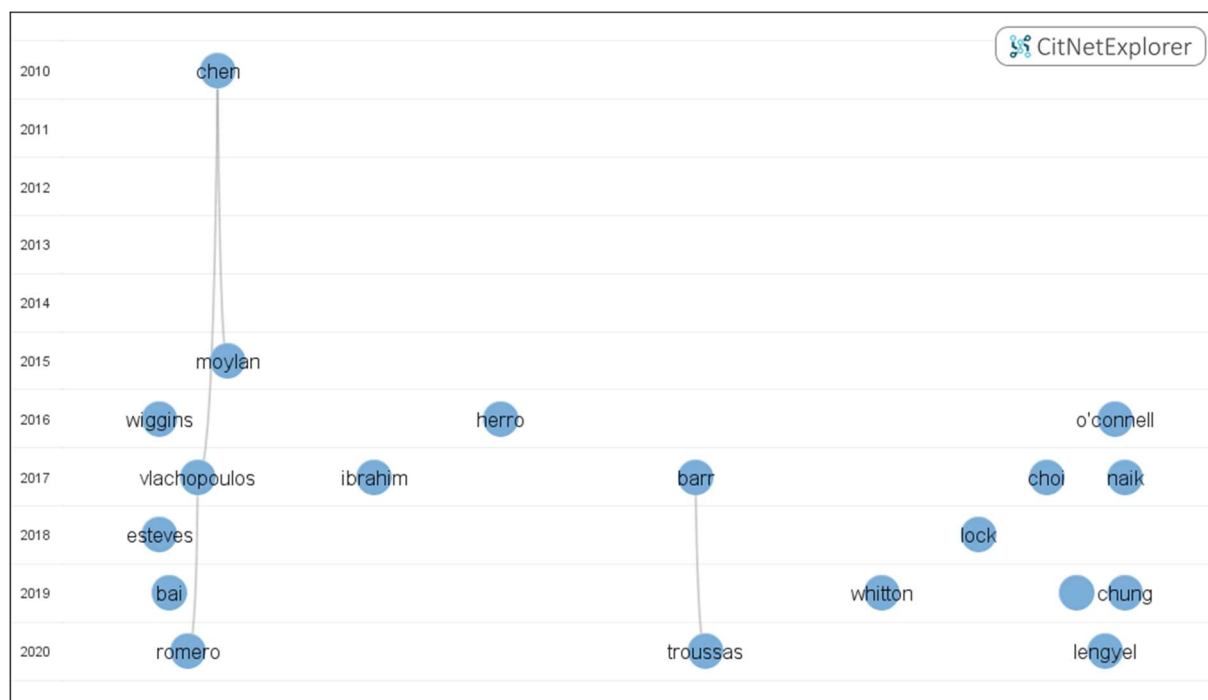
Fonte: Base de dados Web of Science (2020).

O índice h (*h-index*), apresentado na Tabela 1, é baseado em uma lista de publicações classificadas em ordem decrescente de acordo com o número de citações. Portanto, o índice h igual a 6 indica que existem 6 itens com 6 citações ou mais (HIRSCH, 2005).

Nesse estágio, a rede de citação foi criada usando o *software* CitNetExplorer na versão 1.0, desenvolvido pelo Centre for Science and Technology Studies, na Universidade de Leiden, Holanda. O *software* ajuda na análise dos padrões das citações, baseando-se no estudo da evolução da literatura em um determinado campo de pesquisa.

Na Figura 7 está representada a rede de citações gerada para aprendizagem baseada em jogos no ensino superior, na qual cada círculo representa uma publicação e carrega o sobrenome do primeiro autor (ECK; WALTMAN, 2014). Por exemplo, Chen, Chen e Liu (2010) é predecessor, ou seja, predecessores são publicações citadas pelas publicações selecionadas.

Figura 7 – Rede de citação sobre aprendizagem baseada em jogos no ensino superior

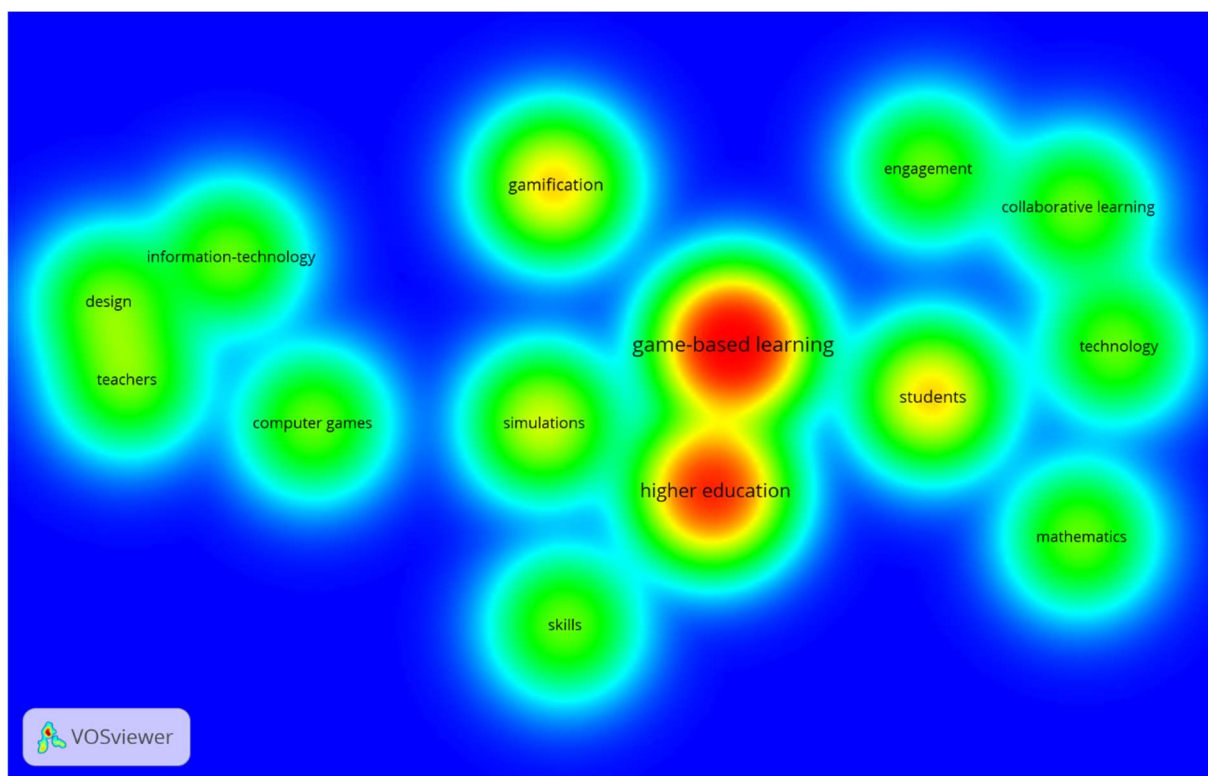


Fonte: Base de dados Web of Science (2020).

A rede de citações proporcionou uma melhor compreensão do relacionamento das referências citadas e cobriu os tópicos relevantes em aprendizagem baseada em jogos no ensino superior discutidos nesta seção, como avaliação da adoção de aprendizagem baseada em jogos no ensino superior e a revisão de currículo e práticas pedagógicas.

Utilizou-se também o *software* VOSviewer, na versão 1.6.15.0, desenvolvido pelo mesmo *Centre for Science and Technology Studies*, que contribuiu na criação do mapa de densidade de termos, baseado na relevância (CWTS, 2020). Na Figura 8, podem ser observados os principais termos iluminados que foram identificados na pesquisa: *game-based learning*, *higher education*, *gamification*, *simulation*, *students*, *design* e *teachers*.

Figura 8 – Mapa de densidade de termos sobre *Game Based Learning* no ensino superior



Fonte: Base de dados Web of Science (2020).

A pesquisa bibliométrica apresentada revelou que o tema aprendizagem baseada em jogos no ensino superior é relevante e apresenta uma grande oportunidade de exploração.

A pesquisa nas bases de dados *Web of Science* e *Scopus* envolveu também trabalhos relacionados à introdução da Aprendizagem Ativa no ensino de Engenharia, por meio dos tópicos “*Active Learning*” e “*Engineering*”.

Sobre o processo que será simulado no jogo, a pesquisa nas mesmas bases de dados buscou trabalhos relacionados ao “Planejamento de Vendas e Operações”, utilizando o termo “*Sales and Operations Planning*”, selecionados para compor uma visão conceitual do processo e dos ganhos de sua introdução nas empresas.

3.2 TESTES E AJUSTES (ETAPA D) E APLICAÇÃO (ETAPA E)

Foram realizadas quatro aplicações (Quadro 3), em disciplinas e cursos distintos. A primeira aplicação, realizada na aula da disciplina de Gestão da Produção do curso de Engenharia de Materiais, teve como objetivo a avaliação do jogo por meio de seu teste junto a 13 estudantes, que permitiu ajustes de melhoria. A segunda aplicação foi realizada em duas aulas da disciplina de Gestão da Produção do curso de Engenharia Mecânica, e contou com a participação de 23 estudantes, sendo 19 no primeiro dia e 16, no segundo. A terceira aplicação

foi realizada na aula da disciplina de Estudo do Trabalho do curso de Engenharia de Produção, e contou com a participação de 12 estudantes. A quarta aplicação foi realizada na aula da disciplina de Gestão de Operações, do curso de Especialização em Gestão da Produção, e contou com a participação de 23 estudantes. Os participantes dos cursos de graduação em Engenharia eram estudantes do 3º ao 5º ano. Já os participantes do curso de Especialização eram profissionais atuantes em diversas organizações.

Quadro 3 – Aplicações da Dinâmica

		1ª aplicação	2ª aplicação		3ª aplicação	4ª aplicação
Curso		Engenharia de Materiais	Engenharia Mecânica		Engenharia de Produção	Especialização em Gestão da Produção
Disciplina		Gestão da produção	Gestão da produção		Estudo do Trabalho	Gestão de Operações
Objetivo		Validar o Jogo	Validar o procedimento de avaliação		Rodada Real	Rodada Real
Total de Participantes		13	19	16	12	23
Grupo 1	Vendas	3	4	4	3	6
	PCP	3	5	4	3	6
Grupo 2	Vendas	3	5	4	3	6
	PCP	4	5	4	3	5
Duração		3 horas	1h30	2 horas	3h30	3h30

Fonte: Elaborado pelo autor.

O IMMS (Keller, 2010) foi desenvolvido para avaliar a motivação dos estudantes em atividades de aprendizado, e Leal *et al.* (2017) o indicam para avaliar a participação dos estudantes em um jogo educacional. Houve necessidade de adaptar o questionário para melhor avaliar a dinâmica proposta, como segue no Quadro 4. Dessa forma não se avalia o curso completo, e sim a dinâmica em uma aula apenas, atentando-se para não repetir perguntas de conteúdo semelhante, como também evitar perguntas não relacionadas a uma atividade prática. O questionário foi aplicado por meio de formulário elaborado no Google Formulários, ao término da dinâmica.

Quadro 4 – Adaptação do Instrumento de Validação da motivação dos estudantes

(continua)

Questionário original (Keller, 2010)	Questionário original, tradução para português (Cardoso-Jr. <i>et al.</i> , 2020)	Questionário adaptado
Atenção (A)		
02A01. There was something interesting at the beginning of this lesson that got my attention.	2. Havia alguma coisa interessante no início desta atividade que me chamou a atenção.	A1. O jogo prendeu minha atenção.
08A02. These materials are eye-catching.	8. Esses materiais são interessantes.	A2. As telas do jogo são atraentes.
11A03. The quality of the writing helped to hold my attention.	11. A qualidade da escrita ajudou a manter minha atenção.	
12A04. This lesson is so abstract that it was hard to keep my attention on it. (-)	12. Essa atividade é tão abstrata que foi difícil manter minha atenção nela.	
15A05. The pages of this lesson look dry and unappealing. (-)	15. As páginas desse material parecem pouco interessantes.	
17A06. The way the information is arranged on the pages helped keep my attention.	17. A forma como a informação está organizada nas páginas ajudou a manter minha atenção.	A3. As informações nas telas do jogo me ajudaram.
20A07. This lesson has things that stimulated my curiosity.	20. Esta atividade tem elementos que estimularam minha curiosidade.	A4. O jogo estimulou minha curiosidade.
22A08. The amount of repetition in this lesson caused me to get bored sometimes. (-)	22. A quantidade de repetição nesta atividade me fez ficar, eventualmente, entediado.	
24A09. I learned some things that were surprising or unexpected.	24. Aprendi algumas coisas que foram surpreendentes ou inesperadas.	A5. Eu aprendi coisas interessantes.
28A10. The variety of reading passages, exercises, illustrations etc., helped keep my attention on the lesson.	28. A variedade de trechos de leitura, exercícios, ilustrações etc., ajudou a manter minha atenção na atividade.	
29A11. The style of writing is boring. (-)	29. O estilo de escrever é entediante.	A6. A dinâmica do jogo é estimulante.
31A12. There are so many words on each page that it is irritating. (-)	31. Há tantas palavras em cada página que é irritante.	
Relevância (R)		
06R01. It is clear to me how the content of this material is related to things I already know.	6. Está claro para mim como o conteúdo deste material está relacionado com conhecimentos que eu já tenho.	
09R02. There were stories, pictures, or examples that showed me how this material could be important to some people.	9. Havia histórias, figuras ou exemplos que me mostraram como esse material poderia ser importante para algumas pessoas.	
10R03. Completing this lesson successfully was important to me.	10. Completar essa atividade com sucesso foi importante para mim.	R1. Finalizar o jogo foi empolgante.
16R04. The content of this material is relevant to my interests.	16. O conteúdo desse material é relevante para os meus interesses.	R2. O conteúdo do jogo despertou meu interesse.

Quadro 4 – Adaptação do Instrumento de Validação da motivação dos estudantes
(continua)

Questionário original (Keller, 2010)	Questionário original, tradução para português (CARDOSO-Jr. <i>et al.</i> , 2020)	Questionário adaptado
18R05. There are explanations or examples of how people use the knowledge in this lesson.	18. Há explicações ou exemplos de como as pessoas usam o conhecimento dessa atividade.	
23R06. The content and style of writing in this lesson convey the impression that its content is worth knowing.	23. O conteúdo e o estilo de escrita neste material dão a impressão de que vale a pena conhecê-lo.	
26R07. This lesson was not relevant to my needs because I already knew most of it. (-)	26. Esta atividade não foi relevante para as minhas necessidades porque eu já sabia a maior parte dela.	
30R08. I could relate the content of this lesson to things I have seen, done, or thought about in my own life.	30. Eu pude relacionar o conteúdo desta atividade com as coisas que tenho visto, feito ou pensado sobre minha própria vida.	
33R09. The content of this lesson will be useful to me.	33. O conteúdo desta atividade será útil para mim.	<i>R3. O tema da dinâmica será útil para mim.</i>
Confiança (C)		
01C01. When I first looked at this lesson, I had the impression that it would be easy for me.	1. Quando eu assisti a essa atividade pela primeira vez, tive a impressão de que seria fácil para mim.	
03C02. This material was more difficult to understand than I would like for it to be. (-)	3. Este material foi mais difícil de entender do que eu gostaria.	<i>C1. A dinâmica do jogo foi fácil de entender.</i>
04C03. After reading the introductory information, I felt confident that I knew what I was supposed to learn from this lesson.	4. Depois de ler as informações iniciais, eu me senti confiante de que sabia o que se esperava que deveria ser aprendido com essa atividade.	<i>C2. A leitura do manual do jogo me ajudou na execução do jogo.</i>
07C04. Many of the pages had so much information that it was hard to pick out and remember the important points. (-)	7. Muitas das páginas tinham tanta informação que foi difícil escolher e lembrar os pontos importantes.	
13C05. As I worked on this lesson, I was confident that I could learn the content.	13. Enquanto eu trabalhava nessa atividade, estava confiante de que poderia aprender o conteúdo.	
19C06. The exercises in this lesson were too difficult. (-)	19. Os exercícios dessa atividade foram muito difíceis.	
25C07. After working on this lesson for a while, I was confident that I would be able to pass a test on it.	25. Depois de trabalhar nessa atividade por algum tempo, eu estava confiante de que seria capaz de passar em um teste sobre ela.	
34C08. I could not really understand quite a bit of the material in this lesson. (-)	34. Eu realmente não consegui entender muito o material desta atividade.	
35C09. The good organization of the content helped me be confident that I would learn this material.	35. A boa organização do conteúdo me ajudou a ter certeza de que eu aprenderia este material.	<i>C3. A dinâmica do jogo me ajudou a entender S&OP.</i>

Quadro 4 – Adaptação do Instrumento de Validação da motivação dos estudantes
(conclusão)

Questionário original (Keller, 2010)	Questionário original, tradução para português (CARDOSO-Jr. <i>et al.</i> , 2020)	Questionário adaptado
Satisfação (S)		
05S01. Completing the exercises in this lesson gave me a satisfying feeling of accomplishment.	5. Completar os exercícios dessa atividade me deu um sentimento satisfatório de realização.	<i>S1. Tive satisfação em participar das rodadas do jogo.</i>
14S02. I enjoyed this lesson so much that I would like to know more about this topic.	14. Gostei tanto dessa atividade que gostaria de saber mais sobre este assunto.	<i>S2. O jogo me fez querer saber mais sobre S&OP.</i>
21S03. I really enjoyed studying this lesson.	21. Gostei muito de estudar essa atividade.	
27S04. The wording of feedback after the exercises, or of other comments in this lesson, helped me feel rewarded for my effort.	27. A maneira como foi dado o <i>feedback</i> após os exercícios, ou outros comentários na atividade, ajudou-me a sentir recompensado pelo meu esforço.	
32S05. It felt good to successfully complete this lesson.	32. Foi bom concluir esta atividade com sucesso.	
36S06. It was a pleasure to work on such a well-designed lesson.	36. Foi um prazer trabalhar em uma atividade tão bem planejada.	

Fonte: Elaborado pelo autor.

O instrumento adaptado de validação da motivação usou uma escala Likert de 5 pontos simétricos para cada uma das afirmações, a saber: 1-discordo totalmente, 2-discordo, 3-não sei, 4-concordo, 5-concordo totalmente.

Além disso, os estudantes foram solicitados a informar também o resultado da avaliação do estilo de aprendizagem de Kolb (disponível em: <http://www.cchla.ufpb.br/ccmd/aprendizagem/>). A investigação de aprendizagem de Kolb é composta por 12 proposições, cada uma com quatro possíveis campos de resposta. Para sua realização o estudante deve ler a descrição das situações propostas e responder classificando-as de forma gradual, definindo como “4” a resposta que melhor representa a forma como ele aprende, indo até “1”, para a resposta que representa menos. Ao final do teste, o estilo de aprendizado predominante é apresentado ao estudante. A informação desse resultado foi solicitada, e utilizada para estabelecer uma relação entre o estilo de aprendizado dos estudantes e a motivação avaliada.

Também foi solicitado que os estudantes registrassem seu julgamento referente aos pontos fortes e às oportunidades de melhoria observados por eles.

Assim, o questionário respondido pelos estudantes era composto de:

- Quatorze afirmações do inventário motivacional adaptado (Quadro 4) sendo seis para o

critério de Atenção, três para Relevância, três para Confiança e duas para Satisfação.

- Duas perguntas de resposta livre: “Cite 3 coisas boas do jogo”; “Você tem sugestões de melhoria para o jogo?”
- Uma pergunta de múltipla escolha: “Identifique seu estilo de aprendizado pelo teste de Kolb. Faça duas ações:
 1. Preencha o teste de Kolb (UFPB, 2022) no link (<http://www.cchla.ufpb.br/ccmd/aprendizagem/>)
 2. Indique sua resposta abaixo.
 - Convergente (EA/CA)
 - Acomodador (EC/EA)
 - Assimilador (CA/OR)
 - Divergente (OR/EC)”.

4 DESENVOLVIMENTO DO JOGO S&OP

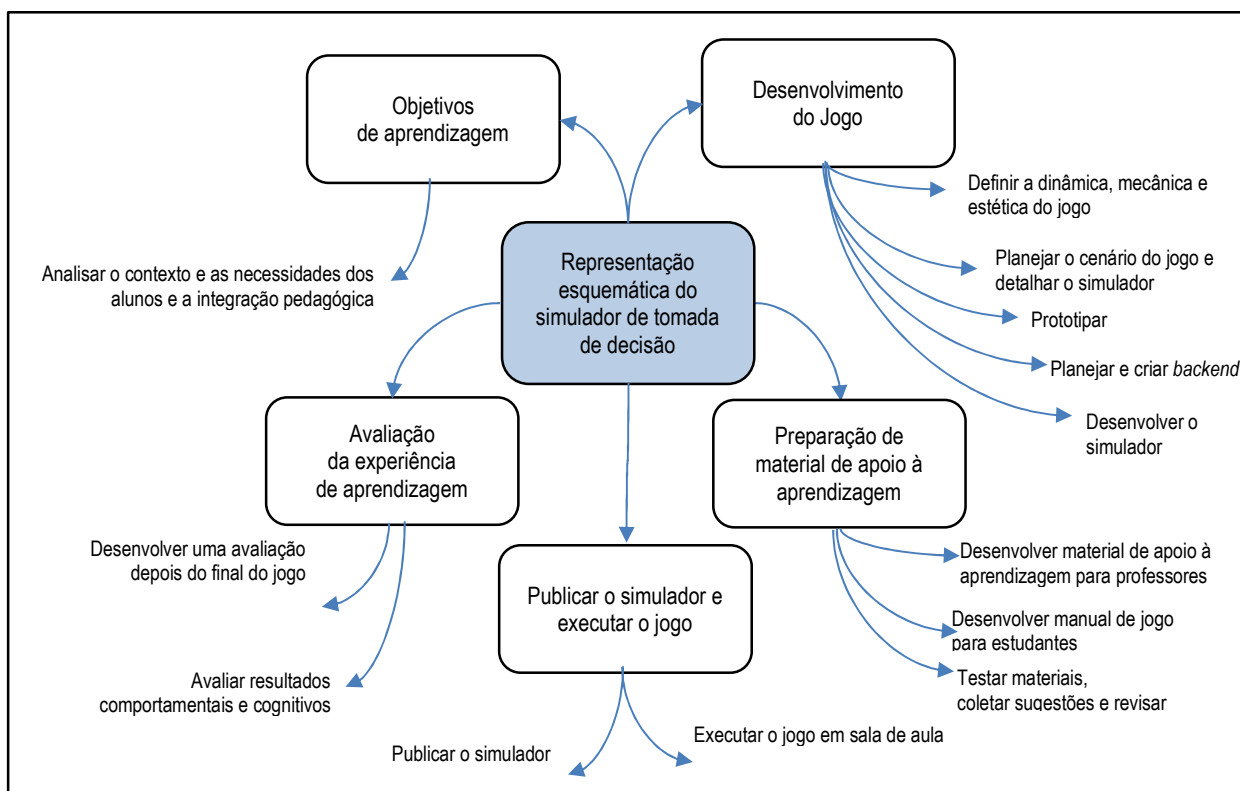
Neste capítulo é apresentado um modelo para o desenvolvimento do jogo e os pontos que foram considerados para a escolha da plataforma de desenvolvimento. Em seguida, são apresentadas as características gerais do jogo, ilustradas pelas telas do simulador desenvolvido. Na última parte, apresenta-se o modelo de planilhas que compõem o simulador. Uma especificação detalhada é apresentada no Apêndice A.

4.1 MODELO PARA DESENVOLVIMENTO DO JOGO S&OP

Nesta seção apresenta-se o modelo utilizado para desenvolver o simulador para tomada de decisão que será usado nos cursos de Engenharia de Produção.

O modelo de desenvolvimento do simulador compreende cinco etapas principais, quais sejam: objetivos de aprendizagem, desenvolvimento do simulador, avaliação da experiência de aprendizado, preparação de material de apoio, publicação do simulador e rodada do jogo. O esquema da representação para construção do simulador de tomada de decisão pode ser observado na Figura 9.

Figura 9 – Representação esquemática do simulador de tomada de decisão



Fonte: Elaborado pelo autor.

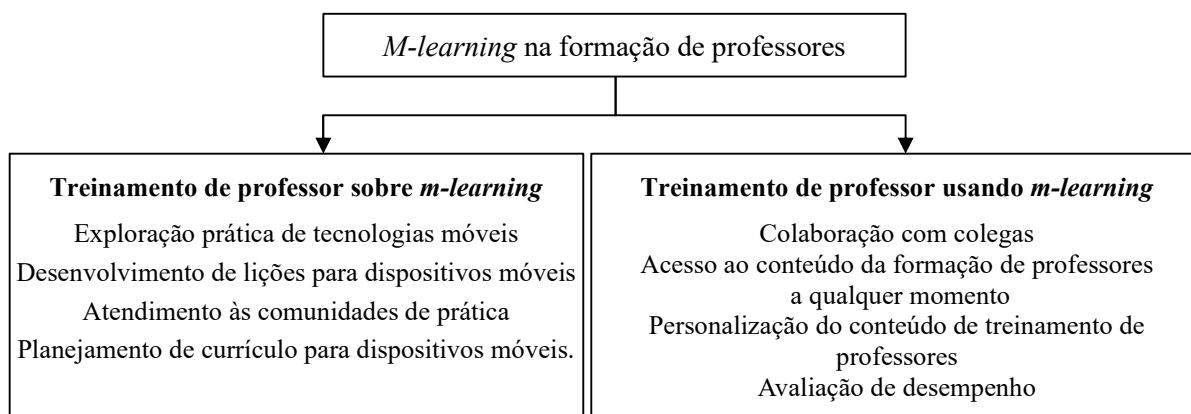
Na etapa de objetivos de aprendizagem, destacam-se a análise de contexto, as necessidades dos estudantes e a integração pedagógica (GONG; YANG; CAI, 2020; ROMERO; KALMPOURTZIS, 2020; VLACHOPOULOS; MAKRI, 2017; MARTIN, 2000). Em desenvolvimento do jogo, destacam-se a definição da dinâmica, da mecânica, do cenário do jogo e da prototipagem do aplicativo (ROBSON *et al.*, 2015; LALA *et al.*, 2017; ROMERO; KALMPOURTZIS, 2020; WARDASZKO; PODGÓRSKI, 2017; MARTIN, 2000), além das definições dos níveis do jogo (TAYLOR *et al.*, 2007). Na etapa de preparação de material de aprendizagem de apoio, destaca-se o desenvolvimento do material de aprendizagem para professores e manual do jogo para os estudantes (ROMERO; KALMPOURTZIS, 2020; GONG; YANG; CAI, 2020). Na etapa de avaliação da experiência do aprendiz, destacam-se o desenvolvimento de uma avaliação para ser aplicada durante e ao final do jogo e avaliação dos resultados comportamentais e cognitivos (ROMERO; KALMPOURTZIS, 2020; VLACHOPOULOS; MAKRI, 2017; WARDASZKO; PODGÓRSKI, 2017). Na etapa de publicação do simulador, destaca-se sua publicação, nos meios disponíveis. Na etapa de execução do jogo, destaca-se a execução do jogo em sala de aula, presencial ou à distância.

4.2 ESCOLHA DA PLATAFORMA DE DESENVOLVIMENTO

Existe uma quantidade crescente de pesquisas aplicando a tecnologia móvel ao aprendiz, outras comparando os resultados da aprendizagem cognitiva e no processo de aquisição de conhecimento (WARDASZKO; PODGÓRSKI, 2017; SCHWABE; GÖTH, 2005). Uma das razões que tornaram os dispositivos móveis atraentes é a evolução da tecnologia, como, por exemplo, a imagem e o vídeo, que aumentaram a versatilidade e promoveram experiências de aprendiz (MARTIN; ERTZBERGER, 2013).

Os educadores reconhecem o potencial da tecnologia móvel e estão buscando maneiras de utilizar eficazmente e apoiando ao aprendiz (HERRO; KIGER; OWENS, 2013). Uma pesquisa sobre a formação de professores foi desenvolvida por Baran (2014), na qual resumiu os métodos para integrar *m-learning* nessa formação, tais como o uso de ferramentas móveis em sala de aula e o aprendiz dos professores com *m-learning* (Figura 10).

Figura 10 – Métodos para integrar a aprendizagem móvel na formação de professores



Fonte: Baran (2014).

Romero-Rodríguez *et al.* (2020) descreveram a experiência de *m-learning* em sala de aula, que consistia em usar um aplicativo móvel para realizar o processo de ensino-aprendizagem; nessa abordagem consideraram algumas práticas de *m-learning*, tais como o contexto, o propósito que inclui plano de aula, a dinâmica de uso da *WEB*, a solução de problemas quando um evento inesperado acontecer, a evolução e o controle do tempo, a autoavaliação e a satisfação. Díaz, Reche e Rodríguez (2018) estabeleceram um sistema de indicadores de qualidade para avaliar as boas práticas da *m-learning* no ensino superior, que abordam a competência digital, a construção do conhecimento, a autorregulação da aprendizagem e o trabalho cooperativo.

Considerando as indicações da literatura, analisou-se inicialmente a viabilidade de desenvolver o jogo como um aplicativo de celular. Um estudo da tela de entrada de dados está registrado apêndice B. A segunda alternativa avaliada foi a criação de um aplicativo WEB, baseado no Google Planilhas. Os pontos fortes e fracos de cada alternativa são apresentados no Quadro 5.

Quadro 5 – Comparativo das plataformas de desenvolvimento

	Aplicativo para celular	Solução baseada no Google Planilhas
Pontos fortes	<ul style="list-style-type: none"> Ter um aplicativo fechado, com todas as funcionalidades embutidas. Facilidade para o professor configurar uma competição. Os estudantes têm familiaridade com aplicativos que são operados em celular. 	<ul style="list-style-type: none"> Menor custo de desenvolvimento. Menor custo de manutenção. Funciona em todos os <i>notebooks</i> e <i>desktops</i> suportados pelo Google Planilhas. Não tem custo de publicação. Ambiente mais acessível para o pesquisador. Os dados do jogo podem ser armazenados em planilhas no Google Drive, dispensando o uso de banco de dados.
Pontos fracos	<ul style="list-style-type: none"> Exige integração com banco de dados para utilização em grupo. A dificuldade de funcionar em diferentes modelos de celulares utilizados pelos estudantes, com sistemas operacionais diferentes, em várias versões. Exige programador com boa experiência em desenvolvimento de aplicativos para celular, banco de dados e integração com servidores. Tempo maior para desenvolvimento. Não pode ser operado em <i>notebooks</i> e <i>desktops</i>. Custo de manutenção (linguagem, servidores). Custo de publicação nas lojas de aplicativos. 	<ul style="list-style-type: none"> Os estudantes têm pouca familiaridade com a planilha do Google. Professor precisa conhecer Google Drive para organizar uma competição. Exige <i>notebook</i> ou <i>desktop</i>, pois <i>scripts</i> de automação ainda não são suportados em celulares e <i>tablets</i>. A segurança de acesso é mais fácil de ser burlada.

Fonte: Elaborado pelo autor.

A opção pelo desenvolvimento na plataforma do Google Planilhas levou em conta, principalmente:

- Custo de aquisição: zero, pois os *softwares* utilizados são de acesso gratuito, ou suportados por contratos da Unesp com o Google.
- Dificuldade de alocar um programador com o conhecimento adequado para o desenvolvimento de aplicativo para celular.
- O conhecimento prévio do mestrando sobre o uso de planilhas e sobre o desenvolvimento de macros favoreceu o aprendizado do Google Apps Script, e da linguagem de desenvolvimento, baseada em Java.

4.3 CARACTERÍSTICAS GERAIS DO SIMULADOR

O objetivo do jogo é simular os passos de um processo S&OP, de forma simplificada, possibilitando seu aprendizado nos cursos de Engenharia de Produção, o entendimento do processo e sua aplicabilidade e dos ganhos que traz para o negócio. A proposta do simulador inclui a experimentação ativa, a experiência direta, a reflexão e a avaliação da experiência do

aprendizado. Ao final da atividade, o estudante estará apto para reconhecer a melhora dos resultados de aprendizagem, o aumento na habilidade social e trabalho em equipe. Os resultados cognitivos esperados dos estudantes passam pela compreensão e entendimento do conteúdo S&OP, pela tomada de decisão e solução de problemas.

A simulação proposta, apresentada esquematicamente na Figura 11, baseia-se em três abordagens principais: gestão da demanda, gestão da produção e tomada de decisão do negócio, e destaca-se pela execução do jogo em sala de aula.

Figura 11 – Simulador de tomada de decisão



Fonte: Elaborado pelo autor.

Como uma experiência em sala de aula, o professor tem o papel de orientar, observar e intervir, para que a experiência evolua dentro dos objetivos definidos.

Em linhas gerais, o jogo compreende as etapas de preparação, apresentação, início, rodadas de planejamento e término do jogo.

A etapa de preparação começa com a criação de uma pasta no Google *drive* do professor, com todas as planilhas que serão utilizadas na competição. Para isso, ele acessa a página de Parâmetros, da planilha do professor (Figura 12), e clica no botão “Criar nova pasta” (1). A seguir, acessa a planilha do professor criada na nova pasta, e clica nos botões “Listar URLs” (2), para obter o endereço das planilhas criadas para a competição, e “Atualizar URLs” (3), para atualizar as referências a essas planilhas, nas planilhas criadas (planilha do professor, de vendas, do PCP, da reunião S&OP, de interface de vendas, de interface do PCP).

Figura 12 – Planilha do professor, página de parâmetros

DESAFIO S&OP				
Criação das planilhas para uma nova Aplicação				
	Grupo	Planilha	Nome	URL
	d	mProfessor	AdmProfessor0416	https://docs.google.com/spreadsheets/d/1CwPDLbdEr0RJKvPeYanX7L3T81xMWImU0L9dRS7DZs/edit?usp=drivesdk
	5	IntPcp	G5IntPcp	https://docs.google.com/spreadsheets/d/1J4JexBr3UYzKpc1iktDn5QOSH2YinSXsa6zk-U64xj0/edit?usp=drivesdk
	4	IntPcp	G4IntPcp	https://docs.google.com/spreadsheets/d/1EvkMOEFzSMTZKaohAOECJh7QOcmSdrHkZhv3WbHa4/edit?usp=drivesdk
	3	IntPcp	G3IntPcp	https://docs.google.com/spreadsheets/d/1o6W2yXv-UbWPQeDgaW0ivuu1XqmMPQC4O9HYyZIGeb4/edit?usp=drivesdk
	2	IntPcp	G2IntPcp	https://docs.google.com/spreadsheets/d/16IV3EX0Sv7Qilv94F92q7y8kXkvGeRyR2JPFJWELkcp/edit?usp=drivesdk
	1	IntPcp	G1IntPcp	https://docs.google.com/spreadsheets/d/1w2is7ibU--xaHareJQA3Iroz8-eOCIFAlu-lyrfttl/edit?usp=drivesdk
Criando pasta:Teste_0416	5	IntVd	G5IntVd	https://docs.google.com/spreadsheets/d/15WaBdrN6HkVAzDT5I7xyZwLrNBWY0pYdYCS9f5BQZFk/edit?usp=drivesdk
Criando AdmProfessor0416	4	IntVd	G4IntVd	https://docs.google.com/spreadsheets/d/1stJ-uOVhPWbs-Cqv18ccN_vqLCIVJzDVBjgEPhtAFc/edit?usp=drivesdk
Criando GxVd 1 2 3 4 5	5	Sop	G5Sop	https://docs.google.com/spreadsheets/d/14x8vIMkOeQ299zLr6FImSB4v_rHeee-3qAtYrkZa8/edit?usp=drivesdk
Criando GxSop 1 2 3 4 5	3	IntVd	G3IntVd	https://docs.google.com/spreadsheets/d/1fEbBda60AVOXtIREoanZm1cCoT4ztzOiqFkpYI0qoJc/edit?usp=drivesdk
Criando GxIntVd 1 2 3 4 5	2	IntVd	G2IntVd	https://docs.google.com/spreadsheets/d/1p8wWlQWjeJ6v3pQ0NVzQqE4T9Nc3Ux6_E9SRtOymR4XA/edit?usp=drivesdk
Criando GxIntPcp 1 2 3 4 5	1	IntVd	G1IntVd	https://docs.google.com/spreadsheets/d/1GIXU9nsRIKJKY2cYEsUIKAOd24WqvGeLEuN5Pead2w8/edit?usp=drivesdk
*** concluído ***	4	Sop	G4Sop	https://docs.google.com/spreadsheets/d/1456XenA7mdqq5N72Thuidrpx0AqanpdDQGYU2mLeM/edit?usp=drivesdk
	3	Sop	G3Sop	https://docs.google.com/spreadsheets/d/1Gb8ZSU0iDjnbHqCwkD5k9FciJttvCMr2dAZUfc/edit?usp=drivesdk
	2	Sop	G2Sop	https://docs.google.com/spreadsheets/d/1VUK7z66wvZr3dXl0z_LkWKU-g6cZrPiHWTN5VWqis/edit?usp=drivesdk
	1	Sop	G1Sop	https://docs.google.com/spreadsheets/d/1XmokEJS3bq1e6OGx05RiXf3hNAHQRB0hE2Sd9BwZVyy_l/edit?usp=drivesdk
	5	Vd	G5Vd	https://docs.google.com/spreadsheets/d/19UCdKf6TeZNEFQcLFuQD9E8csTkDj2bugbYIMzQ-mas/edit?usp=drivesdk
	4	Vd	G4Vd	https://docs.google.com/spreadsheets/d/15vAtbBwO9q3ITkP0_EdtrU2Wuc4QEa046a00AQik/edit?usp=drivesdk
	3	Vd	G3Vd	https://docs.google.com/spreadsheets/d/1srAhIG_2U4IK5ZWxyTWG7LL7Cus5fniWi9kVdUdUJ94/edit?usp=drivesdk
	2	Vd	G2Vd	https://docs.google.com/spreadsheets/d/17p7xtsn6nzhz0qo1hUehdCSd66a98vsw0_S07J2NbS8/edit?usp=drivesdk
	1	Vd	G1Vd	https://docs.google.com/spreadsheets/d/1TwPvw1wz4r8S0ntevqZUwDc_UwpJRRacDQWWxGNz3q/edit?usp=drivesdk
	5	Pcp	G5Pcp	https://docs.google.com/spreadsheets/d/1kzaEkqJ8IAUhyAvKuuvT2OHxvoDUNHigZ8CvStlql/edit?usp=drivesdk
	4	Pcp	G4Pcp	https://docs.google.com/spreadsheets/d/164zLhK044QM90R5bms0ZB2lvvodfNO8aoQNS3V_GKY/edit?usp=drivesdk
	3	Pcp	G3Pcp	https://docs.google.com/spreadsheets/d/1lvk59pNIEhGfhyDNMI2i49HwNwacF8TQV-Q0pApY/edit?usp=drivesdk
	2	Pcp	G2Pcp	https://docs.google.com/spreadsheets/d/1NQQL1vYqT2c9QamqbY4anBOAI-P7J4zYavXmA4z0Y/edit?usp=drivesdk
	1	Pcp	G1Pcp	https://docs.google.com/spreadsheets/d/1cvsIpVUIMmUqWuFM9nv9Lh7FNqRzJr3j0OTJQvUJT4/edit?usp=drivesdk

Fonte: Elaborado pelo autor.

O professor pode, também, acessar a página “Controle Atividades” (Figura 13) e alterar a duração das etapas do jogo e a forma como a duração será controlada. O controle da duração da atividade pode ser definido como:

- “Estudante”: a conclusão da atividade é controlada pelo estudante.
- “Professor”: a conclusão da atividade é comandada pelo professor.
- “Cronômetro”: a atividade é encerrada pela aplicação, ao término da duração.
- Em todas as opções o estudante pode encerrar a atividade antecipadamente.

Figura 13 – Planilha do professor, página Controle Atividades

DESAFIO S&OP										
Etapas	Descrição	Quem faz	1a. rodada		2a. rodada		3a. rodada		4a. rodada	
			duração	Controle	duração	Controle	duração	Controle	duração	Controle
Início	Início do jogo	Todos	10 min	professor	10 min	professor	10 min	professor	10 min	professor
Previsão	Elaborar previsão de vendas	Equipes de vendas	15 min	professor	10 min	cronometro	10 min	cronometro	10 min	cronometro
Revisão	Revisar Previsão de Vendas	Gerentes de vendas	5 min	cronometro	5 min	cronometro	5 min	cronometro	5 min	cronometro
PCP	Elaborar plano de produção	Equipes de PCP	15 min	cronometro	10 min	cronometro	10 min	cronometro	10 min	cronometro
RevisãoPCP	Revisar Plano de Produção	Gerente de PCP	5 min	cronometro	5 min	cronometro	5 min	cronometro	5 min	cronometro
SOP	Reunião S&OP	PCP + Vendas	10 min	professor	5 min	professor	5 min	professor	5 min	professor
Painel	Analisar resultado de vendas e indicadores	PCP + Vendas	5 min	cronometro	5 min	cronometro	5 min	cronometro	5 min	cronometro

tbpáginas em G1: ok:G1Vd ok:G1Pcp ok:G1Sop
 tbpáginas em G2: ok:G2Vd ok:G2Pcp ok:G2Sop
 tbpáginas em G3: ok:G3Vd ok:G3Pcp ok:G3Sop
 tbpáginas em G4: ok:G4Vd ok:G4Pcp ok:G4Sop
 tbpáginas em G5: ok:G5Vd ok:G5Pcp ok:G5Sop
 --- concluído ---

Atualizar planilhas dos grupos

Fonte: Elaborado pelo autor.

O professor deve, ainda, acessar a página de configuração, na planilha do professor

(Figura 14) e configurar a competição. Como parâmetros da competição temos:

- O número de grupos: dependendo da quantidade de estudantes, o professor pode distribuí-los em até 5 grupos, desde que cada grupo tenha pelo menos 4 estudantes, sendo 2 para a equipe de Vendas, responsáveis por elaborar a previsão de vendas, e 2 para a equipe de Planejamento e Controle da Produção (PCP), responsáveis por elaborar o plano de produção. Cada grupo constitui uma empresa, recebe os mesmos dados e trabalha de forma similar.
- Se o tamanho dos grupos permitir, o jogo pode ser configurado para que a equipe de Vendas tenha um gerente, que será responsável por revisar a previsão de vendas elaborada por sua equipe. Da mesma forma, pode-se configurar também um gerente para a equipe de PCP, que será responsável por revisar o plano de produção com sua equipe.
- O tipo de empresa e de produtos: o professor deverá escolher, dentre os tipos de empresa disponíveis no jogo, uma empresa e seus respectivos produtos para o exercício.

Concluída a alteração dos parâmetros, o professor deve clicar em “Atualizar planilhas” (1), para que essas alterações sejam replicadas nas planilhas dos estudantes.

O professor pode, também, personalizar os nomes dos grupos, e depois replicar nas planilhas dos estudantes, clicando em “Atualiza nomes dos grupos” (2).

Figura 14 – Planilha do Professor, página de configuração da competição

DESAFIO S&OP

Configuração da Competição

Quantidade de Grupos: 2 ▼ Quantidade mínima de alunos:

Gerente para equipe de Vendas: Não ▼ *Em cada Equipe de Vendas:* 2

Gerente para equipe de PCP: Não ▼ *Em cada Equipe de PCP:* 2

Tipo de Empresa: Agro ▼ *Em cada Grupo:* 4

Perfil da Demanda: Sazonal ▼ *Total:* 8

Controlador do Jogo: Prof. Jorge

Mensagens

Atualizando planilhas Grupo 1: vendas, pcp, sop, intVd, intPcp

Atualizando planilhas Grupo 2: vendas, pcp, sop, intVd, intPcp

Atualizando planilhas Grupo 3: vendas, pcp, sop, intVd, intPcp

Atualizando planilhas Grupo 4: vendas, pcp, sop, intVd, intPcp

Atualizando planilhas Grupo 5: vendas, pcp, sop, intVd, intPcp

--- concluído ---

	Grupos
1	Grupo 1
2	Grupo 2
3	Grupo 3
4	Grupo 4
5	Grupo 5

Atualizar planilhas (1)

Atualiza nomes de grupo (2)

Fonte: Elaborado pelo autor.

Na etapa de apresentação, o professor faz uma explanação do exercício, de como o jogo funciona, do processo S&OP, e dos objetivos a serem alcançados. O professor organiza a

formação dos grupos e das equipes. Os estudantes são divididos em grupos, onde cada grupo simulará o funcionamento do processo S&OP de uma empresa, sendo que os grupos operarão empresas com as mesmas características. Cada grupo terá duas equipes, simulando um departamento de vendas e um departamento de PCP. Os estudantes são alocados nos grupos e nas equipes, e, de acordo com a configuração do jogo, podem assumir um dos seguintes papéis:

- Vendedor, da equipe de Vendas;
- Gerente, da equipe de Vendas;
- Planejador de produção, da equipe de PCP;
- Gerente, da equipe de PCP.

Com a formação dos grupos e equipes definidas, o professor cadastra os estudantes que terão acesso às planilhas do jogo, definindo a que grupo pertencem (1 a 5) e em qual equipe vão atuar (PCP ou Vendas). O jogo pode ser operado por todos os estudantes simultaneamente, ou pode-se optar também por ter um único operador que compartilha a tela do seu *notebook* com os demais membros da equipe. Para alocar os estudantes nos grupos e equipes, o professor deve acessar a página “Alocação dos estudantes” (Figura 15), e cadastrar aqueles que terão acesso às planilhas do jogo. Quando completar o cadastramento, deve clicar em “Validar alocação” (1), e verificar se todos os estudantes cadastrados receberam um e-mail de boas-vindas. Após corrigir os erros eventuais, deve clicar em “Autorizar acesso” (2), para que os estudantes sejam autorizados a acessar a planilha respectiva de seu Grupo e Equipe. Nesse momento, cada estudante autorizado recebe um e-mail que informa o *link* da planilha da sua equipe. Por fim, o professor deve clicar em “Atualizar listas” (3), para que a lista de *e-mails* seja atualizada em todas as planilhas.

Figura 15 – Planilha do professor, página de alocação dos estudantes

DESAFIO S&OP

9

Preenchimento	Envio email	Email	Nome	Departamento	Grupo	Presente	
1	Ok	Email enviado	aluno1desafiosop@gmail.com	Aluno01 Desafio	PCP	1	<input checked="" type="checkbox"/>
2	Ok	Email enviado	aluna1desafiosop@gmail.com	Aluna01 Desafio	Vendas	1	<input checked="" type="checkbox"/>
3	Ok	Email enviado	aluna2desafiosop@gmail.com	Aluna02 Desafio	PCP	2	<input checked="" type="checkbox"/>
4	Ok	Email enviado	aluno2desafiosop@gmail.com	Aluno02 Desafio	Vendas	2	<input checked="" type="checkbox"/>
5							<input type="checkbox"/>
6							<input type="checkbox"/>
7							<input type="checkbox"/>
8							<input type="checkbox"/>
9							<input type="checkbox"/>
10							<input type="checkbox"/>
11							<input type="checkbox"/>
12							<input type="checkbox"/>
13							<input type="checkbox"/>
14							<input type="checkbox"/>
15							<input type="checkbox"/>
16							<input type="checkbox"/>
17							<input type="checkbox"/>
18							<input type="checkbox"/>
19							<input type="checkbox"/>
20							<input type="checkbox"/>

Grupo	Vendas	PCP	Total	Observações
1	1	1	2	1 Vd 1 Pcp
2	1	1	2	1 Vd 1 Pcp
3	0	0	0	n/a
4	0	0	0	n/a
5	0	0	0	n/a

Alunos: 4
Grupos: 2
Média p/grupo: 2

1 Validar alocação

2 Autorizar acesso

3 Atualizar listas

Lista de emails do grupo 1 atualizada em G1Sop
Lista de emails do grupo 2 atualizada em G2Sop

Fonte: Elaborado pelo autor.

Na etapa de início do jogo, os estudantes, de acordo com o grupo e a equipe em que estão alocados, são orientados a acessar a página de treinamento, nas planilhas de PCP ou de Vendas (Figura 16) do seu respectivo grupo, e autorizar a execução dos *scripts* do jogo. Esta página é usada também para orientar sobre como os dados são inseridos no jogo e sobre ajustes do navegador utilizado.

Figura 16 – Planilha de PCP ou Vendas, página de treinamento

DESAFIO S&OP

Grupo 1

Tempo Total 5 minutos

Resta Acabou!

Esta simulação utiliza scripts para automatizar tarefas, tais como:

- transferir dados de uma página para outra
- verificar se os dados foram informados e estão corretos
- navegar entre as páginas.

Na primeira vez que o script for executado, o Google vai pedir que você autorize sua execução. Não se preocupe. Todas as ações deste script se restringem às planilhas da simulação.

Autorize a execução de scripts, clicando aqui.

Experimente digitar na tabela abaixo:

abr/3	mai/3	jun/3	jul/3	ago/3	set/3	out/3	nov/3	dez/3	jan/4	fev/4	mar/4
10				5		8					

Valor informado, fundo branco.

Acesso à simulação autorizado. Clique em CONTINUAR.

Continuar

Não preenchido, fundo rosa.

Fonte: Elaborado pelo autor.

Em seguida, clicando em “continuar”, os estudantes têm acesso à página inicial do jogo (Figura 17), onde poderão estudar o manual do jogo e as informações sobre a empresa. O tempo definido para esta atividade é controlado pelo professor.

Figura 17 – Página inicial do jogo, planilhas de PCP (1) e de Vendas (2)

DESAFIO S&OP Grupo 2 Tempo Total 10 minutos Resta 2 minutos

Planejamento de Produção - Início

Mapa do Desafio

PLANEJAMENTO DE VENDAS E OPERAÇÕES (S&OP)

GESTÃO DE DEMANDA **GESTÃO DA PRODUÇÃO** **TOMADA DE DECISÃO**

PREVISÃO DE VENDAS REVISÃO DA PREVISÃO PLANEJAMENTO DE PRODUÇÃO REVISÃO DO PLANEJAMENTO S&OP S&OP Executiva

O que é S&OP
S&OP é um processo que une diferentes planos para o negócio (vendas, marketing, desenvolvimento, manufatura, compras e financeiro) em um conjunto integrado de planos. Seu principal objetivo é equilibrar oferta e demanda, e construir pontes entre o plano estratégico ou de negócios e os planos operacionais da empresa.

Como é feito?
* S&OP é um processo de gerenciamento de negócio regular, realizado mensalmente.
* Dentro desta simulação, será operado um horizonte de 12 meses.
* É um processo que visa assegurar que o direcionamento estratégico está sendo alcançado.

O que será trabalhado em cada etapa?
Gestão da Demanda: O departamento de Vendas irá realizar a previsão de vendas, com base em um histórico dos últimos 24 meses, para um horizonte de 12 meses. Em seguida será realizada uma revisão da demanda.
Gestão da Produção: A partir da previsão de vendas realizada na etapa anterior, o departamento de Planejamento e Controle da Produção (PCP) irá planejar para um horizonte de 12 meses, o plano de produção para atender à demanda dos clientes. Em seguida, será realizada uma revisão do planejamento de produção.
Tomada de Decisão do Negócio: Consenso entre os departamentos de Vendas e de PCP, para validação dos planos de vendas e de produção, simulando uma reunião pré-S&OP.

Entenda com funcionará a simulação:

Informações sobre a Empresa Manual do Jogo

Você é um integrante do departamento de PCP !

INICIAR SIMULAÇÃO ▶

DESAFIO S&OP Grupo 1 Tempo Total 10 minutos Restam 10 minutos

Introdução

Mapa do Desafio

PLANEJAMENTO DE VENDAS E OPERAÇÕES (S&OP)

GESTÃO DE DEMANDA **GESTÃO DA PRODUÇÃO** **TOMADA DE DECISÃO**

PREVISÃO DE VENDAS REVISÃO DA PREVISÃO PLANEJAMENTO DE PRODUÇÃO REVISÃO DO PLANEJAMENTO S&OP S&OP Executiva

O que é S&OP
S&OP é um processo que une diferentes planos para o negócio (vendas, marketing, desenvolvimento, manufatura, compras e financeiro) em um conjunto integrado de planos. Seu principal objetivo é equilibrar oferta e demanda, e construir pontes entre o plano estratégico ou de negócios e os planos operacionais da empresa.

Como é feito?
* S&OP é um processo de gerenciamento de negócio regular, realizado mensalmente.
* Dentro desta simulação, será operado um horizonte de 12 meses.
* É um processo que visa assegurar que o direcionamento estratégico está sendo alcançado.

O que será trabalhado em cada etapa?
Gestão da Demanda: O departamento de Vendas irá realizar a previsão de vendas, com base em um histórico dos últimos 24 meses, para um horizonte de 12 meses. Em seguida será realizada uma revisão da demanda.
Gestão da Produção: A partir da previsão de vendas realizada na etapa anterior, o departamento de Planejamento e Controle da Produção (PCP) irá planejar para um horizonte de 12 meses, o plano de produção para atender à demanda dos clientes. Em seguida, será realizada uma revisão do planejamento de produção.
Tomada de Decisão do Negócio: Consenso entre os departamentos de Vendas e de PCP, para validação dos planos de vendas e de produção, simulando uma reunião pré-S&OP.

Entenda com funcionará a simulação:

Informações sobre a Empresa Manual do Jogo

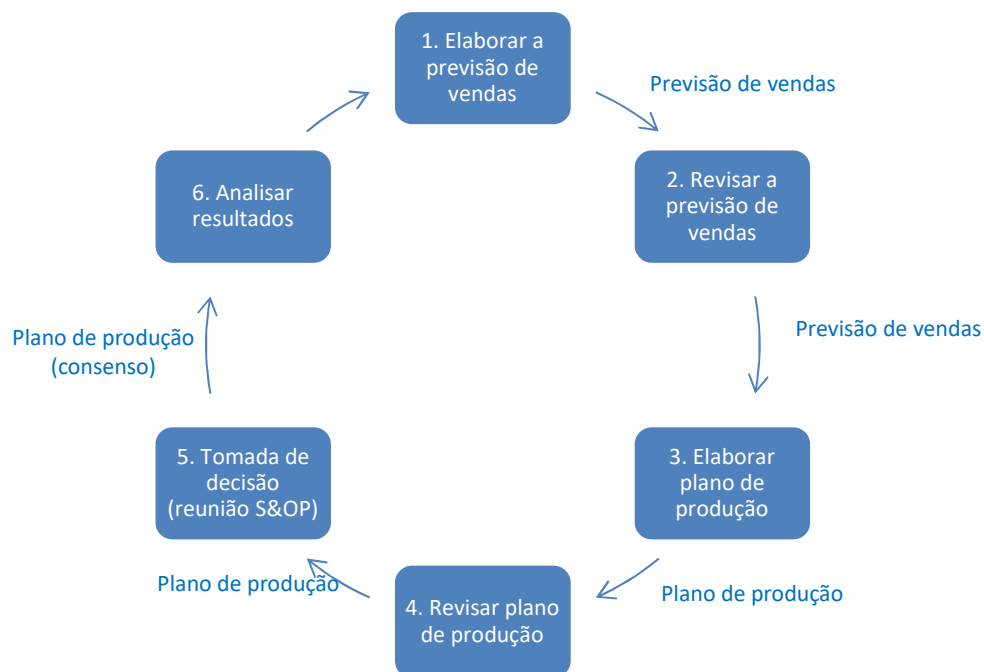
Você é um integrante do departamento de Vendas !

INICIAR SIMULAÇÃO ▶

Fonte: Elaborado pelo autor.

Na etapa de rodadas de planejamento, o jogo terá um número predefinido de rodadas, onde cada rodada corresponde a um mês de vendas e produção. O fluxo das atividades de cada rodada é apresentado na Figura 18.

Figura 18 – Fluxo das atividades de cada rodada do jogo

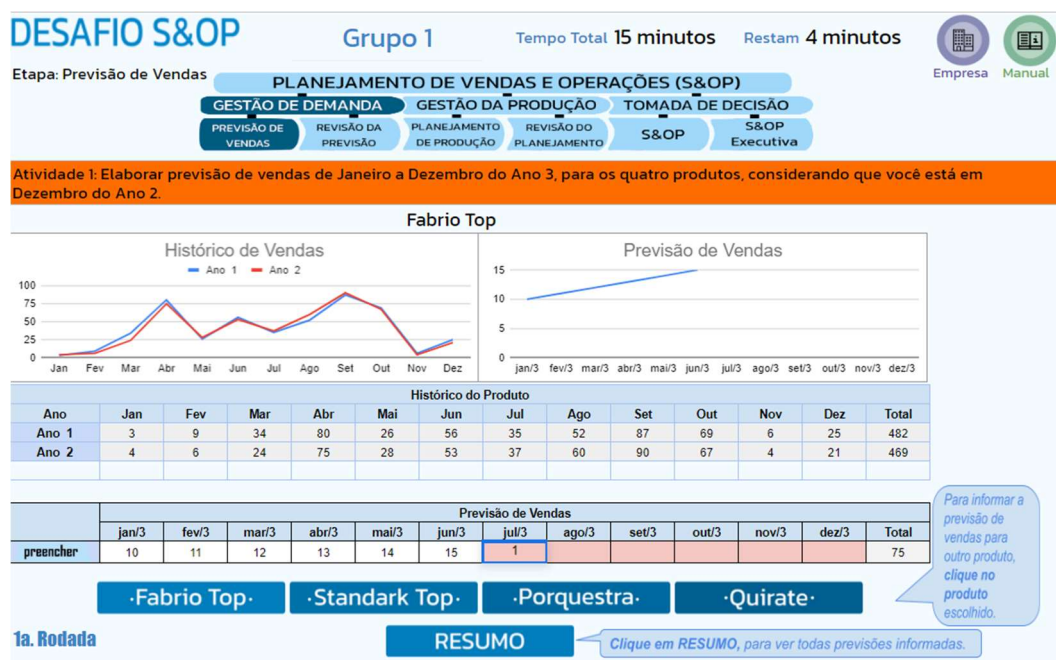


Fonte: Elaborado pelo autor.

As atividades de cada rodada de planejamento são assim definidas:

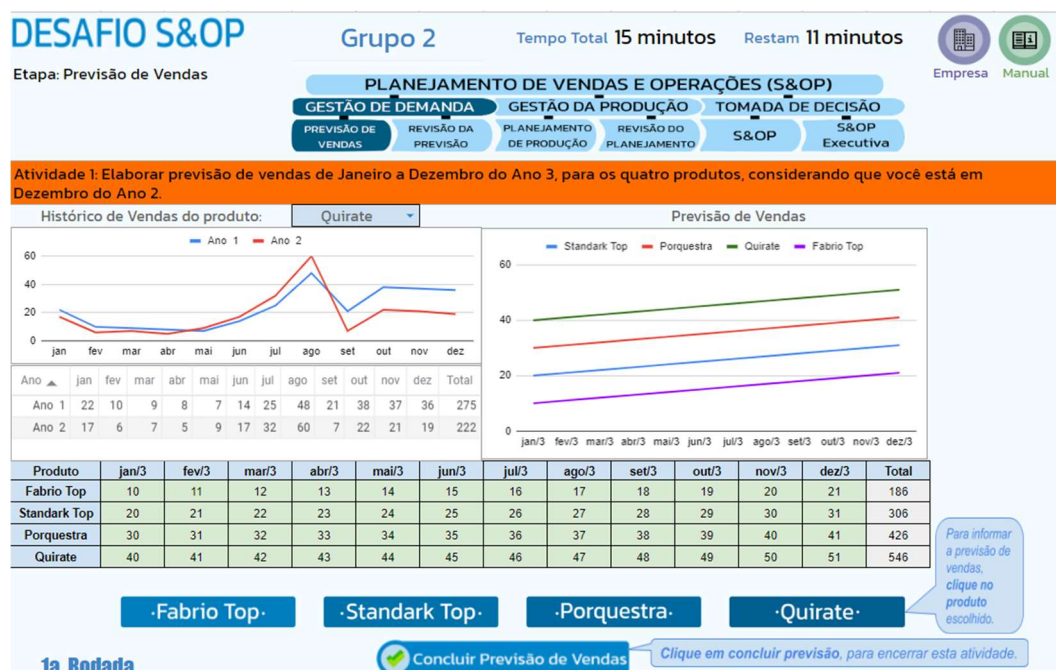
1. Elaborar previsão de vendas: o departamento de Vendas elabora a previsão de vendas para um horizonte de 12 meses, com base no histórico de vendas dos últimos 24 meses. O jogo apresenta uma página por produto para informar a previsão de vendas (Figura 19), e uma página que sumariza as previsões informadas para os quatro produtos (Figura 20).

Figura 19 – Planilha de Vendas, página da previsão de vendas de um produto



Fonte: Elaborado pelo autor.

Figura 20 – Planilha de Vendas, página do resumo das previsões



Fonte: Elaborado pelo autor.

A cada rodada, o período de planejamento avança um mês, e a equipe de Vendas toma conhecimento de ocorrências que podem influenciar o comportamento da demanda futura, por meio de notícias e comunicações internas da empresa, que são apresentadas pelo jogo. A Figura 21 é um exemplo.

O tempo máximo sugerido para conclusão desta atividade é de 15 minutos na primeira

rodada, e 10 minutos nas rodadas seguintes.

Figura 21 – Planilha de Vendas, página de notícias



Market News
Caderno de Negócios / Edição Rural

Produtos da China para agricultura estão proibidos no Brasil

Devido às denúncias que ocorreram nas últimas semanas, a Justiça decidiu cancelar, em última instância, a importação e comercialização de produtos genéricos originários da China, utilizados na área agrícola. "Recomendamos que os agricultores suspendam o uso de inseticidas provenientes da China em suas lavouras, pois a efetividade de sua ação não está comprovada. Além disto, não sabemos quais consequências estes produtos podem trazer para as plantações", afirma o advogado José Henrique Pereira, que está tratando do assunto. "Assim que as autoridades competentes tiverem uma posição definitiva, a Justiça garantirá que todas as ações cabíveis serão executadas", acrescenta Pereira.

Avançar para a 2ª Rodada

Fonte: Elaborado pelo autor.

2. Revisar previsão de vendas: o gerente do departamento de Vendas revisa a previsão de vendas junto com sua equipe, podendo efetuar ajustes na previsão (Figura 22).

O tempo máximo sugerido para conclusão desta atividade é de 5 minutos.

Figura 22 – Planilha de Vendas, página da revisão da previsão de vendas

DESAFIO S&OP Grupo 1 Tempo Total 0 minutos Resta Acabou!

Etapas: Empresa Manual

PLANEJAMENTO DE VENDAS E OPERAÇÕES (S&OP)

GESTÃO DE DEMANDA GESTÃO DA PRODUÇÃO TOMADA DE DECISÃO

PREVISÃO DE VENDAS REVISÃO DA PREVISÃO PLANEJAMENTO DE PRODUÇÃO REVISÃO DO PLANEJAMENTO S&OP S&OP Executiva

Atividade 2: Faça uma revisão de demanda com o Gerente de Vendas, sobre a previsão de vendas de Janeiro a Dezembro do Ano 3, para os quatro produtos, considerando que você está em Dezembro do Ano 2.

Todos produtos

Histórico de Vendas do produto: Quirate

Previsão de Vendas

Produto	jan/3	fev/3	mar/3	abr/3	mai/3	jun/3	jul/3	ago/3	set/3	out/3	nov/3	dez/3	Total
Fabrio Top	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	186
Standark Top	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	306
Porquestra	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	426
Quirate	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	546

1a. Rodada

Concluir Revisão de Vendas

Fonte: Elaborado pelo autor.

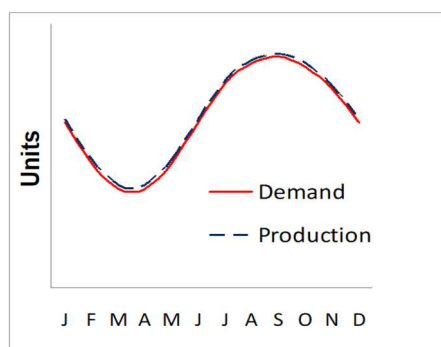
3. Elaborar plano da produção: a partir da previsão de vendas, realizada na etapa anterior, o departamento de PCP realiza o plano de produção para atender à demanda dos clientes, também para um horizonte de 12 meses. Para o desenvolvimento do plano de produção, são considerados alguns parâmetros, como, por exemplo, o Estoque Disponível Projetado (EDP), calculado por (1), e Alcance do estoque, calculado por (2).

$$EDP = \text{Estoque inicial} + \text{Produção Planejada} - \text{Previsão de vendas} \quad (1)$$

$$\text{Alcance estoque} = \frac{\sum_{n=1}^4 (\text{Estoque final } P_n)}{\sum_{n=1}^4 (\text{Previsão Vendas } P_n)} \times 30 \quad (2)$$

Na elaboração do plano de produção, o planejador pode adotar algumas estratégias de produção, tais como, *chase* e *leveling*. Quando adota a estratégia *chase*, o plano é preparado para atender exatamente a previsão de vendas sem sobras (Figura 23).

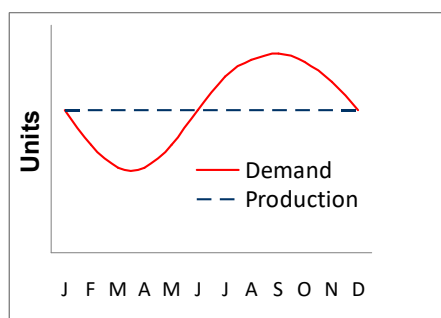
Figura 23 – Estratégia de produção *chase*



Fonte: Arnold, Chapman e Clive (2011).

Se a estratégia *leveling* é adotada, o plano é preparado para atender a média da demanda (Figura 24).

Figura 24 – Estratégia de produção *leveling*



Fonte: Arnold, Chapman e Clive (2011).

São apresentados diversos indicadores da produção e do negócio, tais como capacidade de produção, nível e valor do estoque, margem por produto, custos de

armazenagem e lucratividade, que são recalculados à medida que o plano de produção é elaborado. Restrições ao planejamento, como capacidade máxima e lote mínimo de produção, precisam ser consideradas. A planilha de PCP tem uma página destinada à elaboração do plano de produção, apresentada na Figura 25.

Figura 25 – Planilha de PCP, página do plano de produção

DESAFIO S&OP Grupo 1 Tempo Total 15 minutos Restam 9 minutos

Etapas: Planejamento da Produção

PLANEJAMENTO DE VENDAS E OPERAÇÕES (S&OP)

GESTÃO DE DEMANDA GESTÃO DA PRODUÇÃO TOMADA DE DECISÃO

PREVISÃO DE VENDAS REVISÃO DA PREVISÃO PLANEJAMENTO DE PRODUÇÃO REVISÃO DO PLANEJAMENTO S&OP S&OP Executiva

Atividade 3: Elaborar o Planejamento de Produção para cada um dos quatro produtos de Janeiro a Dezembro do Ano 3, considerando que estamos em Dezembro do Ano 2.

		jan/3	fev/3	mar/3	abr/3	mai/3	jun/3	jul/3	ago/3	set/3	out/3	nov/3	dez/3
Fabrio Top	Previsão de Vendas (t)	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21
	Plano de Produção (t)	preencher ▶	10	10	10	10							
	Estoque Projetado (t)	Estoque inicial: 45 t	45	44	42	39	35	20	4	-13	-31	-50	-70
	Margem (mil R\$ / t)	R\$ 13,97	R\$ 140	R\$ 154	R\$ 168	R\$ 182	R\$ 196	R\$ 210	R\$ 224	R\$ 237	R\$ 251	R\$ 265	R\$ 279
Standard Top	Previsão de Vendas (t)	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31
	Plano de Produção (t)	preencher ▶	20	20	20	20	20						
	Estoque Projetado (t)	Estoque inicial: 10 t	10	9	7	4	0	-5	-31	-58	-86	-115	-145
	Margem (mil R\$ / t)	R\$ 44,88	R\$ 898	R\$ 942	R\$ 987	R\$ 1.032	R\$ 1.077	R\$ 1.122	R\$ 1.167	R\$ 1.212	R\$ 1.257	R\$ 1.302	R\$ 1.346
Porquestra	Previsão de Vendas (t)	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41
	Plano de Produção (t)	preencher ▶	30	30	30	30							
	Estoque Projetado (t)	Estoque inicial: 40 t	40	39	37	34	0	-35	-71	-108	-146	-185	-225
	Margem (mil R\$ / t)	R\$ 30,43	R\$ 913	R\$ 943	R\$ 974	R\$ 1.004	R\$ 1.035	R\$ 1.065	R\$ 1.095	R\$ 1.126	R\$ 1.156	R\$ 1.187	R\$ 1.217
Quirate	Previsão de Vendas (t)	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51
	Plano de Produção (t)	preencher ▶	40	40	40	40	40	5					
	Estoque Projetado (t)	Estoque inicial: 10 t	10	9	7	4	0	-5	-51	-98	-146	-195	-245
	Margem (mil R\$ / t)	R\$ 13,97	R\$ 559	R\$ 573	R\$ 587	R\$ 601	R\$ 615	R\$ 629	R\$ 643	R\$ 657	R\$ 671	R\$ 685	R\$ 699
Valor do Estoque (mil R\$)		R\$ 21,00	R\$ 210	R\$ 189	R\$ 147	R\$ 84	R\$ 0	R\$ 0	R\$ 0	R\$ 0	R\$ 0	R\$ 0	R\$ 0
Alcance de Estoque (Meta)		25 dias	32	29	26	22	9	-6	-36	-65	-93	-120	-147
Capacidade Máxima de Armazenagem (t)		150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150
Quantidade Armazenada Planejada		105	101	93	81	35	-25	-149	-277	-409	-545	-685	-829
Capacidade de Produção		200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200
Capacidade de Produção Utilizada		100	100	100	100	70	60	0	0	0	0	0	0
EBIT Projetado (mil \$)		R\$ 2.334	R\$ 2.634	R\$ 2.935	R\$ 3.238	R\$ 5.105	R\$ 1.992	R\$ 714	R\$ 175	R\$ -5	R\$ -5	R\$ -5	R\$ -5

Fonte: Elaborado pelo autor.

A cada rodada o período de planejamento avança um mês e a equipe de PCP é chamada a tomar decisões que podem afetar a capacidade de produção. Um exemplo disso é apresentado na Figura 26.

Figura 26 – Planilha de PCP, memorando

Memorando Interno

A equipe de manutenção preventiva da planta de São Paulo detectou um problema em uma das máquinas utilizadas na produção.

Se o problema não for solucionado a tempo, a máquina corre o risco de quebrar.

Para o conserto, a equipe de manutenção estima que a capacidade de produção seria prejudicada em 25%.

Caso seja decidido fazer a manutenção preventiva deste equipamento, a previsão é de que a capacidade de produção seja restrita em 10%.

A manutenção aguarda a decisão do Planejamento quanto à parada preventiva no mês de Março para que esta possa realizar a programação de seus serviços.

A Equipe de PCP decide realizar a manutenção preventiva no mês de Março reduzindo sua capacidade produtiva de 200 para 180 toneladas?

Sim
Não

Fonte: Elaborado pelo autor.

O tempo máximo sugerido para conclusão desta atividade é de 15 minutos na primeira rodada, e 10 minutos nas demais.

4. Revisar o plano de produção: o gerente do departamento de PCP revisa o plano de produção junto com sua equipe, podendo efetuar ajustes no plano. A página de revisão do plano de produção tem as mesmas informações da página de planejamento, como pode ser observado na Figura 27.

O tempo máximo sugerido para conclusão desta atividade é de 5 minutos.

Figura 27 – Planilha de PCP, página de revisão do plano de produção

DESAFIO S&OP

Grupo 2

Tempo Total 5 minutos

Restam 2 minutos

Empresa Manual

Etapa: Revisão da Produção

PLANEJAMENTO DE VENDAS E OPERAÇÕES (S&OP)

GESTÃO DE DEMANDA GESTÃO DA PRODUÇÃO TOMADA DE DECISÃO

PREVISÃO DE VENDAS REVISÃO DA PREVISÃO PLANEJAMENTO DE PRODUÇÃO REVISÃO DO PLANEJAMENTO S&OP S&OP EXECUTIVA

Atividade 4: Faça uma revisão do plano de produção de Janeiro a Dezembro do Ano 3 com o Gerente de PCP, para os quatro produtos, considerando que estamos em Dezembro do Ano2.

		jan/3	fev/3	mar/3	abr/3	mai/3	jun/3	jul/3	ago/3	set/3	out/3	nov/3	dez/3
Fábrio Top	Previsão de Vendas (t)		50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60
	Plano de Produção (t)	preencher ▶	50	50	50	50	50	50	50	50	50	60	60
	Estoque Projetado (t)	Estoque inicial: 45 t	45	44	42	39	35	30	24	17	9	0	-1
	Margem (mil R\$ / t)	R\$ 13,97	R\$ 699	R\$ 712	R\$ 726	R\$ 740	R\$ 754	R\$ 768	R\$ 782	R\$ 796	R\$ 810	R\$ 824	R\$ 838
Standard Top	Previsão de Vendas (t)		30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40
	Plano de Produção (t)	preencher ▶	30	30	30	30	30	40	40	40	40	40	40
	Estoque Projetado (t)	Estoque inicial: 10 t	10	9	7	4	0	5	9	12	14	15	14
	Margem (mil R\$ / t)	R\$ 44,88	R\$ 1.346	R\$ 1.391	R\$ 1.436	R\$ 1.481	R\$ 1.526	R\$ 1.571	R\$ 1.616	R\$ 1.661	R\$ 1.705	R\$ 1.750	R\$ 1.795
Porquestra	Previsão de Vendas (t)		10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
	Plano de Produção (t)	preencher ▶	10	10	10	10	10	10	10	10	20	20	20
	Estoque Projetado (t)	Estoque inicial: 40 t	40	39	37	34	30	25	19	12	4	5	4
	Margem (mil R\$ / t)	R\$ 30,43	R\$ 304	R\$ 335	R\$ 365	R\$ 396	R\$ 426	R\$ 456	R\$ 487	R\$ 517	R\$ 548	R\$ 578	R\$ 609
Quirete	Previsão de Vendas (t)		70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80
	Plano de Produção (t)	preencher ▶	70	70	70	70	70	80	80	80	80	80	80
	Estoque Projetado (t)	Estoque inicial: 10 t	10	9	7	4	0	5	9	12	14	15	14
	Margem (mil R\$ / t)	R\$ 13,97	R\$ 978	R\$ 992	R\$ 1.006	R\$ 1.020	R\$ 1.034	R\$ 1.048	R\$ 1.062	R\$ 1.076	R\$ 1.090	R\$ 1.104	R\$ 1.118
Valor do Estoque (mil R\$)		R\$ 21,00	R\$ 210	R\$ 189	R\$ 147	R\$ 84	R\$ 0	R\$ 105	R\$ 189	R\$ 252	R\$ 294	R\$ 315	R\$ 294
Alcance de Estoque (Meta)		25 dias	20	18	17	14	11	11	10	8	6	5	5
Capacidade Máxima de Armazenagem (Ton)			150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150
Quantidade Armazenada Planejada			105	101	93	81	65	65	61	53	41	35	31
Capacidade de Produção			200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200
Capacidade de Produção Utilizada			160	160	160	160	160	180	180	180	190	200	200
EBIT Projetado (mil \$)			R\$ 3.280	R\$ 3.580	R\$ 3.881	R\$ 4.185	R\$ 4.490	R\$ 3.409	R\$ 3.707	R\$ 4.007	R\$ 4.309	R\$ 4.093	R\$ 4.080

OBS: Os dados de "Previsão de Vendas" vieram diretamente da planilha da Equipe de Vendas.

1a. Rodada

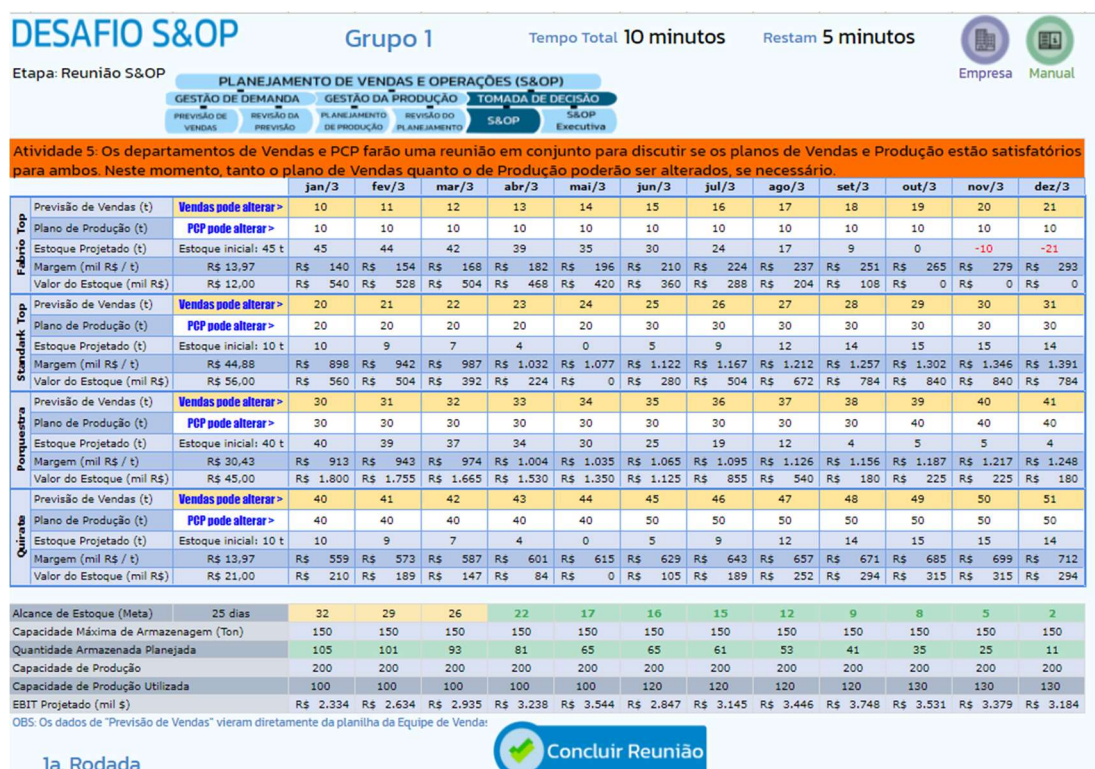
Concluir Revisão do Plano de Produção

Fonte: Elaborado pelo autor.

5. Tomada de decisão (reunião S&OP): os departamentos de Vendas e de PCP simulam uma reunião de S&OP, onde discutem ajustes na previsão de vendas e no plano de produção, buscando uma solução de consenso, de forma que restrições de produção e de demanda e excessos de capacidade ociosa possam ser acomodadas em ajustes consensuais, tanto na previsão de vendas como no plano de produção. As equipes de vendas e de planejamento da produção têm acesso às mesmas informações que o jogo apresentou à equipe de PCP na etapa de elaboração do plano de produção, como pode ser observado na Figura 28.

O tempo máximo sugerido para conclusão desta atividade é de 10 minutos na primeira rodada, e 5 minutos nas demais.

Figura 28 – Planilha da Reunião S&OP, página da reunião S&OP

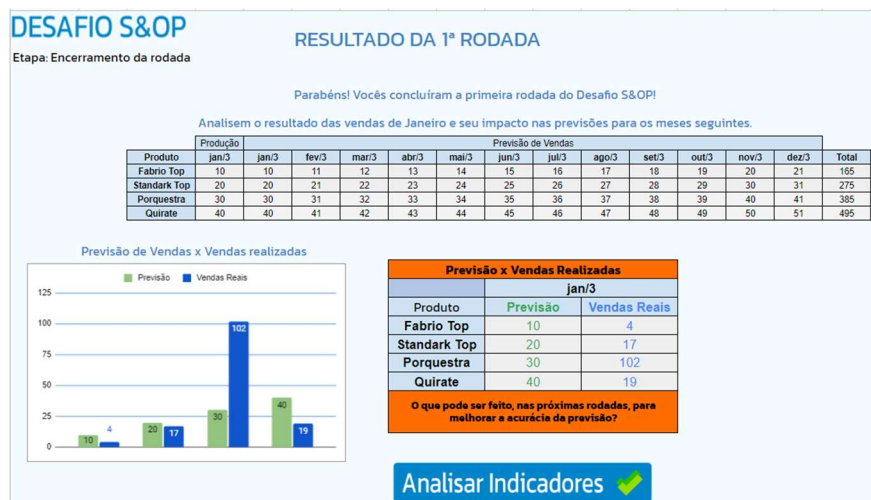


Fonte: Elaborado pelo autor.

6. Analisar resultados: ao término da rodada, as vendas reais do mês são divulgadas (Figura 29), e a equipe tem a possibilidade de realizar uma análise dos resultados alcançados, por meio de gráficos de acurácia da previsão de vendas, de utilização da capacidade de produção, de margem, do valor e do alcance do estoque, do lucro operacional (Figura 30).

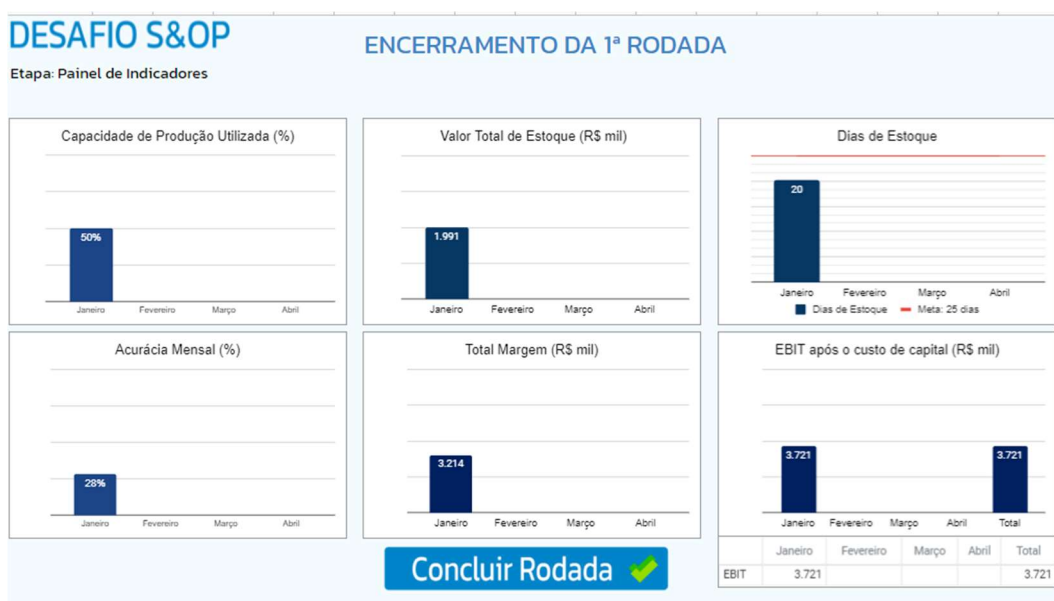
O tempo máximo sugerido para conclusão desta atividade é de 5 minutos.

Figura 29 – Planilha da Reunião S&OP, página de resultados da rodada



Fonte: Elaborado pelo autor.

Figura 30 – Planilha da Reunião S&OP, página de encerramento da rodada



Fonte: Elaborado pelo autor.

Uma nova rodada é iniciada, para os próximos 12 meses, e assim sucessivamente, até que o número de rodadas previsto para o término do jogo seja alcançado.

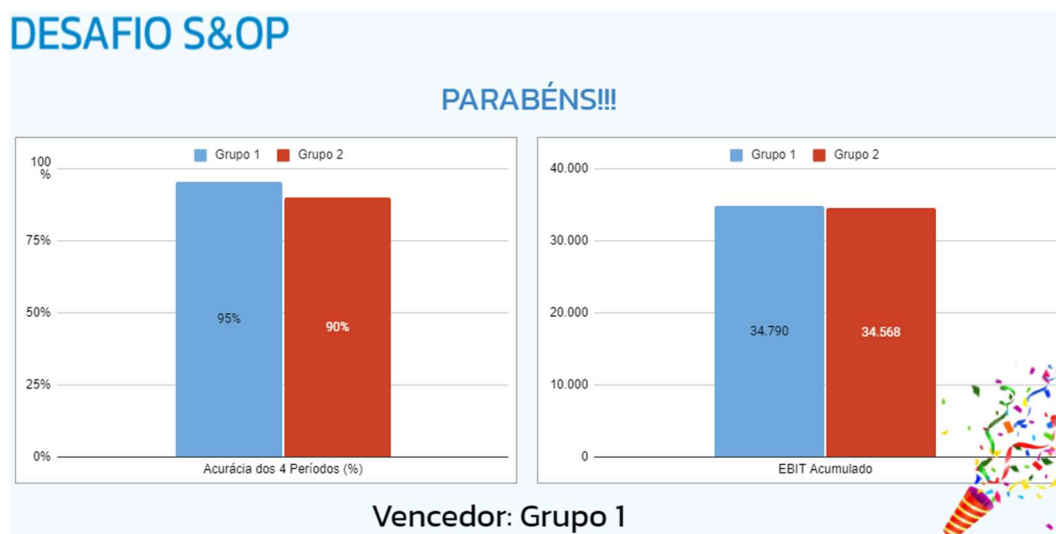
Na etapa de término do jogo, o professor apresenta, compara e discute os resultados dos grupos (Figura 31) com todos os participantes e anuncia o grupo vencedor (Figura 32). O vencedor é o grupo que alcança a melhor acurácia da previsão de vendas, e, no caso de empate, o lucro operacional é também avaliado.

Figura 31 – Planilha do Professor, gráficos dos resultados dos grupos



Fonte: Elaborado pelo autor.

Figura 32 – Planilha do Professor, página da apresentação do grupo vencedor



Fonte: Elaborado pelo autor.

Uma roda de conversa sobre a experiência, as impressões dos estudantes, e as lições aprendidas pode ser realizada nesse momento.

4.4 MODELO DE PLANILHAS ADOTADO

O jogo foi estruturado em planilhas do Google e compreende seis tipos de planilha: do Professor, de Vendas, de PCP, da Reunião S&OP, de Interface de PCP e de Interface de Vendas.

A planilha do Professor é utilizada para criar a competição, organizar os estudantes em grupos e atribuir seus papéis no jogo, e acompanhar a evolução da competição.

As demais planilhas são utilizadas pelos estudantes, e um conjunto delas é criado para cada grupo participante do jogo, com as seguintes finalidades:

- Planilha de Vendas: onde a equipe de Vendas elabora e revisa a previsão de vendas.
- Planilha de PCP: onde a equipe de PCP elabora e revisa o plano de produção.
- Planilha da Reunião S&OP: em conjunto, e compartilhando a mesma planilha, as equipes de PCP e de Vendas ajustam a previsão de vendas e o plano de produção, na construção de um consenso entre as duas equipes.
- Planilha de interface de PCP: utilizada para o compartilhamento das informações de Produção com a equipe de Vendas e com o professor.
- Planilha de interface de Vendas: utilizada para o compartilhamento das informações de Vendas com a equipe de PCP e com o professor.

No Apêndice A, são apresentados o modelo de dados, o diagrama de fluxo de dados, e uma descrição detalhada dos processos do jogo.

5 RESULTADOS

A dinâmica foi aplicada em quatro turmas diferentes na busca de melhorar as etapas da dinâmica e o *software* do jogo, que consiste em planilhas do Google Planilhas, automatizados por *scripts*. Em todas as aplicações preocupou-se em identificar novas lições aprendidas por meio do julgamento dos estudantes, tanto pontos positivos (Quadro 12 do Apêndice C), como oportunidades de melhoria (Quadro 13 do Apêndice D). As duas primeiras aplicações permitiram consolidar o seguinte roteiro de aplicação, empregado nas aplicações 3 e 4:

- Preparação da dinâmica.
- Apresentação da dinâmica.
- Definição dos estudantes que lideram o exercício e são “operadores do jogo”.
- Preparação do Google Planilhas somente para os operadores.
- Distribuição do manual do jogo e informações da empresa por PDF a todos participantes.
- 1a. Rodada do jogo.
- 2a. Rodada do jogo.
- Encerramento.
- Questionário de avaliação.

A partir da segunda aplicação, os estudantes de três turmas distintas responderam um questionário adaptado de avaliação de motivação, baseada nos critérios de Atenção, Relevância, Satisfação, Confiança (Quadro 4). Optou-se por calcular o grau de favorabilidade, para agrupar os julgamentos de “Concordo” e “Concordo totalmente” de forma a avaliar o quanto o critério foi julgado positivamente pelos estudantes.

Optou-se por analisar a terceira aplicação, realizada com os estudantes da Engenharia de Produção, e a quarta aplicação, realizada com os estudantes da Especialização em Gestão da Produção, uma vez que as duas primeiras aplicações foram conduzidas com o propósito de validar o jogo e as etapas da dinâmica. Na segunda aplicação, a dinâmica foi aplicada em duas aulas, em dias diferentes, sem participação dos mesmos estudantes em ambas, sendo executada somente a primeira rodada do jogo. Na terceira aplicação, reservou-se um tempo adicional para que a dinâmica acontecesse num único dia. A quarta aplicação foi a mais completa, pois aconteceu com todos os estudantes participando desde o início.

Um resumo das aplicações do jogo é apresentado no Quadro 6.

Quadro 6 – Resumo das aplicações do Jogo

(continua)

	1ª aplicação	2ª aplicação		3ª aplicação	4ª aplicação
Curso	Engenharia de Materiais	Engenharia Mecânica		Engenharia de Produção	Especialização em Gestão da Produção
Disciplina	Gestão da produção	Gestão da produção		Estudo do Trabalho	Gestão de Operações
Duração (horas)	3:00	1:30	2:00	3:20	3:30
Total de Estudantes	13	19	16	12	20
Etapas (vide 4.3 Características Gerais do Simulador)	<ol style="list-style-type: none"> 1. Apresentação da dinâmica. 2. Organização das equipes. 3. Preparação do Google Planilhas. 4. Estudo do manual do jogo e das informações da empresa. 5. 1a. Rodada do Jogo. 6. Encerramento. 7. Roda de conversa. 	<ul style="list-style-type: none"> • Apresentação da dinâmica. • Organização das equipes. • Preparação do Google Planilhas para todos os estudantes. • Envio do manual do jogo e das informações sobre a empresa por e-mail para estudo. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Reorganização das equipes (novos participantes e participantes que não compareceram). 2. Estudo do manual do jogo e das informações da empresa. 3. 1a. Rodada do jogo. 4. Encerramento. 5. Questionário de avaliação. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Apresentação da dinâmica para um grupo inicial de estudantes, que compareceram 1h20 antes do início da aula. Os demais estudantes entraram na sequência. 2. Definição dos estudantes que lideraram o exercício e foram os “operadores do jogo”. 3. Preparação do Google Planilhas somente para os operadores. 4. Estudo do manual do jogo e das informações da empresa (grupo inicial). 5. Reapresentação da dinâmica (para todos os estudantes). 6. Estudo do manual do jogo e das informações da empresa (todos). 7. 1a. Rodada do jogo. 8. 2a. Rodada do jogo. 9. Encerramento. 10. Questionário de avaliação. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Apresentação da dinâmica. 2. Definição dos estudantes que lideraram o exercício e foram os “operadores do jogo”. 3. Preparação do Google Planilhas somente para os operadores. 4. Estudo do manual do jogo e das informações da empresa (todos). 5. 1a. Rodada do jogo. 6. 2a. Rodada do jogo. 7. Encerramento. 8. Questionário de avaliação.

Quadro 6 – Resumo das aplicações do Jogo

(conclusão)				
	1ª aplicação	2ª aplicação	3ª aplicação	4ª aplicação
Curso	Engenharia de Materiais	Engenharia Mecânica	Engenharia de Produção	Especialização em Gestão da Produção
Pontos positivos	<ul style="list-style-type: none"> • O jogo funcionou bem. • Os estudantes gostaram da dinâmica. 	<ul style="list-style-type: none"> • Os estudantes gostaram da dinâmica. • O instrumento de avaliação foi aplicado, e teve respostas favoráveis. 	<ul style="list-style-type: none"> • Os estudantes gostaram da dinâmica. • Ter um único operador do <i>software</i> do jogo por equipe (redução do tempo de preparação). • Começar a aula uma hora antes, viabilizou a execução de duas rodadas do jogo. 	<ul style="list-style-type: none"> • Os estudantes gostaram da dinâmica. • Foi possível executar duas rodadas do jogo.
Oportunidades de melhoria	<ul style="list-style-type: none"> • Controle do início da simulação pelo Professor, para que todas as equipes comecem e terminem simultaneamente a leitura do material de apoio. • Independente do jogo já ter um cronômetro automático por atividade, orientar as equipes para controlar o tempo. 	<ul style="list-style-type: none"> • Definir somente um operador do jogo por equipe, para agilizar a preparação. • O jogo deve ser aplicado numa única aula. 	<ul style="list-style-type: none"> • Corrigir controle de atualização das planilhas de interface (data/hora da atualização) • Na apresentação do exercício, explicar: <ul style="list-style-type: none"> ○ como elaborar previsão de vendas e plano de produção. ○ como os indicadores de planejamento são calculados. ○ Explicar a duração das atividades simula os prazos da vida real. • Aumentar o tempo de leitura do material. 	<ul style="list-style-type: none"> • Estudantes que foram definidos como líderes usavam o Google Meeting gratuito, e a sala expirava a cada hora, o que exigiu um tempo adicional para reiniciar o trabalho das equipes.

Fonte: Elaborado pelo autor.

A primeira aplicação foi satisfatória, no julgamento dos estudantes. O jogo (planilhas e *scripts*) funcionou de acordo com a especificação. Uma oportunidade de melhoria foi identificada: o início da simulação deveria acontecer sob o comando do professor. Um dos participantes acionou o início da simulação, antes que seus colegas concluíssem a leitura do material de apoio (manual e informações sobre a empresa), e antes que o tempo reservado para essa leitura tivesse terminado. Embora fosse possível continuar a leitura, o jogo já contabilizava o tempo para execução da previsão de vendas. A atribuição do acesso dos participantes às planilhas do jogo também não previa que participantes retardatários fossem incorporados às equipes, e, a partir dessa constatação, essa lógica pôde ser melhorada. Melhorias nas orientações aos estudantes, relativas ao uso do Google Planilhas, também puderam ser identificadas. Identificou-se ainda um tempo elevado para organizar as equipes, atribuir o acesso às planilhas, e orientar os participantes quanto aos ajustes de parametrização e uso dos recursos do Google Planilhas (autorizar execução de *scripts*, ajustes de *zoom*, uso do *chat*, uso das planilhas do jogo). No final, os estudantes externaram verbalmente suas impressões sobre a dinâmica, que posteriormente foram transcritas e incluídas na lista de pontos positivos, apresentada no apêndice C (Quadro 12) ou na lista de melhorias apresentada do apêndice D (Quadro 13).

A segunda aplicação foi realizada em duas aulas em dias diferentes, uma vez que o tempo normal de uma aula não foi suficiente para aplicação da dinâmica. No primeiro dia, foram realizadas a apresentação da dinâmica, a organização das equipes e as orientações quantos aos ajustes de parametrização e uso dos recursos do Google Planilhas. Na aula do segundo dia, algumas atividades tiveram que ser refeitas. Alguns estudantes que estavam na primeira aula não compareceram na segunda, e uma das equipes ficou com apenas um participante, o que exigiu uma reorganização das equipes, para equilibrar o número de participantes. Embora a leitura do manual do jogo e das informações sobre a empresa tivesse sido proposta como uma atividade extraclasse, foi necessário reservar um tempo para que todos os alunos completassem a leitura no início da segunda aula. O tempo disponível para execução da dinâmica só foi suficiente para executar uma rodada do jogo. Aprendeu-se, com isso, que a dinâmica exige uma aplicação contínua, no mesmo dia, e, no mínimo, 3 horas para sua execução. Embora o jogo tenha sido construído sob a premissa de que todos os participantes teriam acesso às planilhas do jogo, na prática, constatou-se que apenas um estudante de cada equipe deveria ter acesso ao jogo, compartilhando a imagem da tela com os demais, ficando a participação do grupo focada na elaboração das atividades, e o estudante

com acesso ao jogo, realizando a digitação. O questionário de avaliação foi encaminhado como atividade extraclasse, e foi respondido pelos participantes.

Na terceira aplicação foi proposto aos estudantes que o início da aula fosse antecipado, de forma a adequar o tempo disponível para a realização da dinâmica. Uma apresentação do jogo foi realizada, os líderes de cada equipe foram escolhidos e seu acesso às planilhas do jogo foi franqueado. Eles foram instruídos a criar salas do Google Meeting, para as reuniões das equipes. Alguns alunos chegaram no horário normal da aula, e, devido a isso, a apresentação do exercício foi repetida. Os alunos receberam os manuais do jogo e as informações sobre a empresa em PDF, para que a etapa inicial do exercício fosse realizada. Duas rodadas do jogo foram executadas, e os alunos responderam ao questionário de avaliação após o término da aula, como atividade extraclasse.

A quarta aplicação aconteceu com todos os estudantes participando desde o início. Utilizou-se novamente a estratégia de definir um líder para cada equipe, que ficou responsável por operar o jogo e criar a sala de reunião da equipe no Google Meeting. Como os alunos utilizaram a versão gratuita do Google Meeting, essas salas tiveram que ser recriadas após cada hora de utilização, resultando num tempo adicional gasto para recriar as salas e reagrupar os participantes. Duas rodadas do jogo foram completadas, e o questionário de avaliação foi respondido após o término da dinâmica, como uma atividade extraclasse.

No Quadro 7 são sumarizadas as respostas dos estudantes das três turmas onde o questionário de motivação foi aplicado. Serão analisadas as respostas da terceira e quarta aplicações (Produção e Especialização).

O critério Atenção indica o quanto o jogo e a dinâmica atraem e mantem a atenção dos estudantes (HUANG; HEW, 2016). Este critério obteve um grau de favorabilidade de 91,3% entre os estudantes da Especialização e 87,9% entre os da Engenharia de Produção.

O critério da Relevância busca mensurar o quanto a dinâmica e o jogo contêm informações e experiências que são consideradas importantes pelo estudante. O grau de favorabilidade deste critério foi de 88,9% para a Especialização e 87,9% para a Engenharia de Produção. Os estudantes julgaram que o tema S&OP é interessante e útil (favorabilidade acima de 90%). No entanto, somente duas das quatro rodadas previstas para execução completa do jogo puderam ser realizadas, devido à limitação do tempo de aula. Na aplicação da turma de Engenharia de Produção o início da aula foi antecipado, mas nem todos os estudantes puderam entrar mais cedo. Isso exigiu que as atividades iniciais (apresentação e preparação) tivessem que ser repetidas, ou só pudessem ocorrer com a sala completa. Na aplicação da turma de Especialização, poucos estudantes tinham familiaridade com criação de

salas no Google Meeting, e, usando o acesso gratuito, a duração das salas era de, no máximo uma hora, exigindo que novas salas fossem criadas, e um tempo adicional fosse gasto com a acomodação dos participantes.

O critério da Confiança verifica o quanto as informações fornecidas durante a dinâmica e o jogo facilitam a participação do estudante e sua compreensão do exercício. O grau de favorabilidade foi de 79,4% para a Especialização e de 66,7% para a Produção.

O critério da Satisfação avalia quanto o estudante gostou de participar da dinâmica e do jogo, e seu interesse em conhecer mais sobre S&OP. Para a Especialização, este critério alcançou o grau de favorabilidade de 92,9% e, para a Produção, 77,3%, indicando que, apesar das dificuldades encontradas, os estudantes ficaram satisfeitos por participar da aplicação da dinâmica e do jogo.

Como média geral, as aplicações da dinâmica e do jogo alcançaram graus de favorabilidade de 88,4% na Especialização e de 81,8% na Produção.

Quadro 7 – Respostas ao Questionário de motivação

(continua)

	Turma	Respostas	Discordo totalmente	Discordo	Não sei	Concordo	Concordo totalmente	Grau de favorabilidade
Atenção	ESP	126	0,0%	4,0%	4,8%	52,4%	38,9%	91,3%
	PRD	66	0,0%	7,6%	4,5%	53,0%	34,8%	87,9%
	MCN	102	0,0%	21,6%	14,7%	53,9%	9,8%	63,7%
A1. O jogo prendeu minha atenção.	ESP	21	0,0%	0,0%	0,0%	47,6%	52,4%	100,0%
	PRD	11	0,0%	0,0%	0,0%	54,5%	45,5%	100,0%
	MCN	17	0,0%	29,4%	11,8%	52,9%	5,9%	58,8%
A2. As telas do jogo são atraentes.	ESP	21	0,0%	9,5%	4,8%	71,4%	14,3%	85,7%
	PRD	11	0,0%	9,1%	9,1%	63,6%	18,2%	81,8%
	MCN	17	0,0%	29,4%	11,8%	52,9%	5,9%	58,8%
A3. As informações nas telas do jogo me ajudaram.	ESP	21	0,0%	4,8%	4,8%	71,4%	19,0%	90,5%
	PRD	11	0,0%	18,2%	0,0%	54,5%	27,3%	81,8%
	MCN	17	0,0%	17,6%	17,6%	58,8%	5,9%	64,7%
A4. O jogo estimulou minha curiosidade.	ESP	21	0,0%	0,0%	4,8%	38,1%	57,1%	95,2%
	PRD	11	0,0%	0,0%	9,1%	36,4%	54,5%	90,9%
	MCN	17	0,0%	17,6%	11,8%	41,2%	29,4%	70,6%
A5. Eu aprendi coisas interessantes.	ESP	21	0,0%	0,0%	4,8%	52,4%	42,9%	95,2%
	PRD	11	0,0%	0,0%	9,1%	54,5%	36,4%	90,9%
	MCN	17	0,0%	11,8%	17,6%	58,8%	11,8%	70,6%
A6. A dinâmica do jogo é estimulante.	ESP	21	0,0%	9,5%	9,5%	33,3%	47,6%	81,0%
	PRD	11	0,0%	18,2%	0,0%	54,5%	27,3%	81,8%
	MCN	17	0,0%	23,5%	17,6%	58,8%	0,0%	58,8%

Quadro 7 – Respostas ao Questionário de motivação

(conclusão)

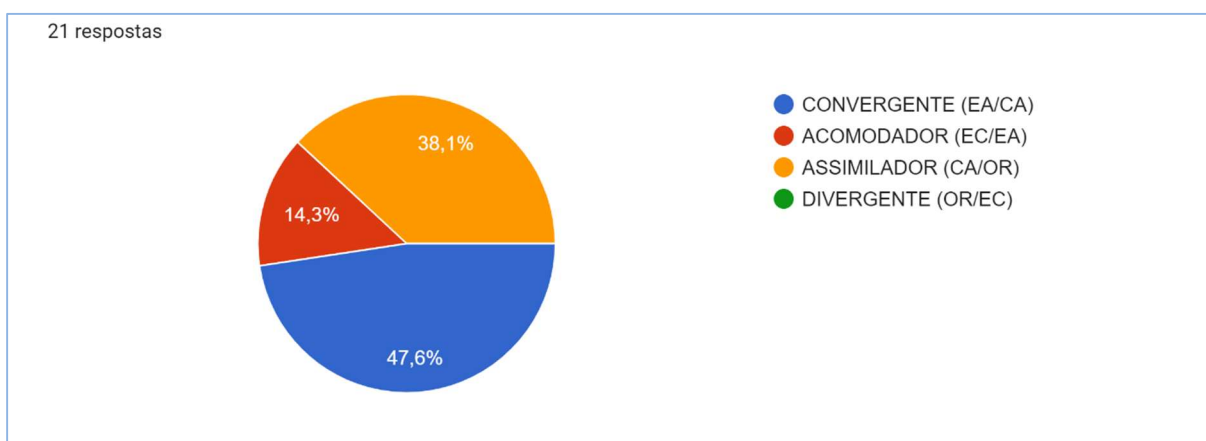
	Turma	Respostas	Discordo totalmente	Discordo	Não sei	Concordo	Concordo totalmente	Grau de favorabilidade
<u>Relevância</u>	ESP	63	1,6%	0,0%	9,5%	52,4%	36,5%	88,9%
	PRD	33	0,0%	0,0%	12,1%	45,5%	42,4%	87,9%
	MCN	51	0,0%	9,8%	21,6%	52,9%	15,7%	68,6%
R1. Finalizar o jogo foi empolgante.	ESP	21	4,8%	0,0%	23,8%	47,6%	23,8%	71,4%
	PRD	11	0,0%	0,0%	27,3%	45,5%	27,3%	72,7%
	MCN	17	0,0%	11,8%	17,6%	58,8%	11,8%	70,6%
R2. O conteúdo do jogo despertou meu interesse	ESP	21	0,0%	0,0%	4,8%	57,1%	38,1%	95,2%
	PRD	11	0,0%	0,0%	9,1%	45,5%	45,5%	90,9%
	MCN	17	0,0%	11,8%	29,4%	41,2%	17,6%	58,8%
R3. O tema da dinâmica será útil para mim	ESP	21	0,0%	0,0%	0,0%	52,4%	47,6%	100,0%
	PRD	11	0,0%	0,0%	0,0%	45,5%	54,5%	100,0%
	MCN	17	0,0%	5,9%	17,6%	58,8%	17,6%	76,5%
<u>Confiança</u>	ESP	63	3,2%	14,3%	3,2%	68,3%	11,1%	79,4%
	PRD	33	0,0%	12,1%	21,2%	33,3%	33,3%	66,7%
	MCN	51	2,0%	23,5%	17,6%	51,0%	5,9%	56,9%
C1. A dinâmica do jogo foi fácil de entender.	ESP	21	9,5%	28,6%	4,8%	52,4%	4,8%	57,1%
	PRD	11	0,0%	27,3%	9,1%	45,5%	18,2%	63,6%
	MCN	17	5,9%	52,9%	11,8%	29,4%	0,0%	29,4%
C2. A leitura do manual do jogo me ajudou na execução do jogo.	ESP	21	0,0%	9,5%	4,8%	81,0%	4,8%	85,7%
	PRD	11	0,0%	9,1%	36,4%	27,3%	27,3%	54,5%
	MCN	17	0,0%	5,9%	29,4%	52,9%	11,8%	64,7%
C3. A dinâmica do jogo me ajudou a entender S&OP	ESP	21	0,0%	4,8%	0,0%	71,4%	23,8%	95,2%
	PRD	11	0,0%	0,0%	18,2%	27,3%	54,5%	81,8%
	MCN	17	0,0%	11,8%	11,8%	70,6%	5,9%	76,5%
<u>Satisfação</u>	ESP	42	0,0%	0,0%	7,1%	38,1%	54,8%	92,9%
	PRD	22	0,0%	13,6%	9,1%	36,4%	40,9%	77,3%
	MCN	34	2,9%	23,5%	26,5%	41,2%	5,9%	47,1%
S1. Tive satisfação em participar das rodadas do jogo.	ESP	21	0,0%	0,0%	9,5%	33,3%	57,1%	90,5%
	PRD	11	0,0%	9,1%	18,2%	36,4%	36,4%	72,7%
	MCN	17	0,0%	17,6%	29,4%	47,1%	5,9%	52,9%
S2. O jogo me fez querer saber mais sobre S&OP.	ESP	21	0,0%	0,0%	4,8%	42,9%	52,4%	95,2%
	PRD	11	0,0%	18,2%	0,0%	36,4%	45,5%	81,8%
	MCN	17	5,9%	29,4%	23,5%	35,3%	5,9%	41,2%
<u>Total</u>	ESP	294	1,0%	4,8%	5,8%	53,7%	34,7%	88,4%
	PRD	154	0,0%	7,8%	10,4%	44,8%	37,0%	81,8%
	MCN	238	0,8%	19,7%	18,5%	51,3%	9,7%	60,9%

Legenda: ESP: Especialização; PRD: Produção; MCN: Mecânica

Fonte: Elaborado pelo autor.

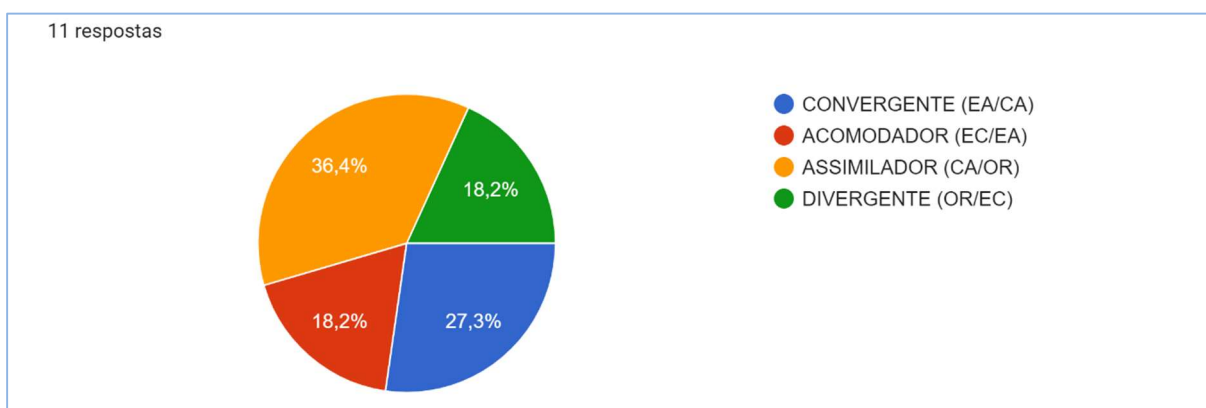
A autoaplicação do teste de Kolb permitiu que os estudantes identificassem e informassem seu estilo de aprendizado (Figura 33 e Figura 34). Com base nessa informação, identificou-se que os critérios de motivação obtiveram graus de favorabilidade positivos independentemente do estilo de aprendizado dos estudantes (Quadro 8).

Figura 33 – Estilo de aprendizado dos estudantes da Especialização



Fonte: Elaborado pelo autor.

Figura 34 – Estilo de aprendizado dos estudantes da Engenharia de Produção



Fonte: Elaborado pelo autor.

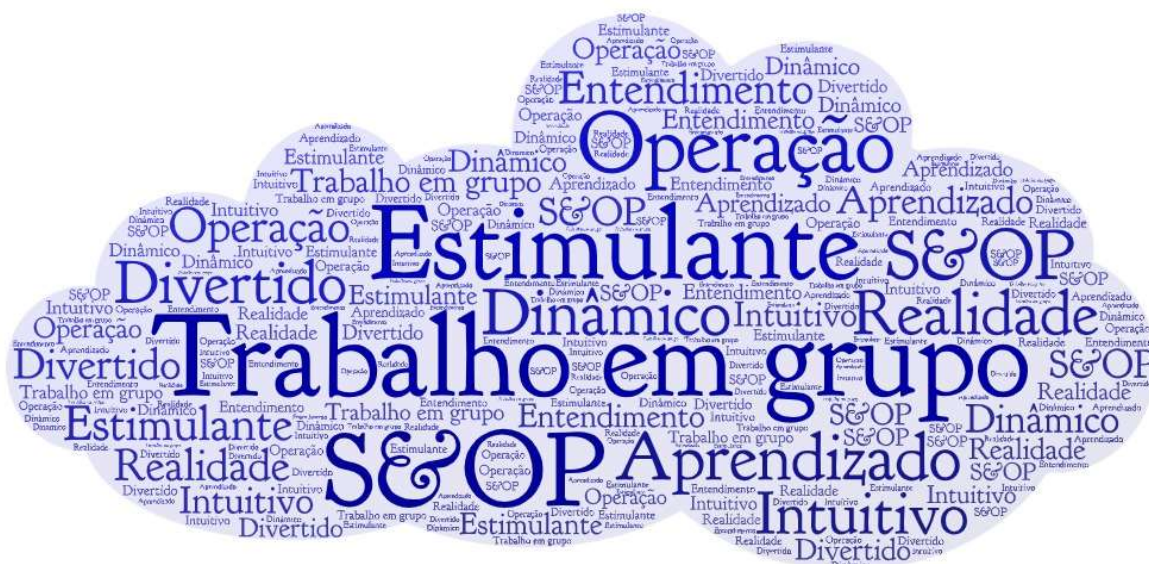
Quadro 8 – Motivação dos estudantes x Estilo de aprendizado

		Atenção						Relevância						Confiança						Satisfação					
Estilos de aprendizado	Estudantes	Discordo Totalmente	Discordo	Não Sei	Concordo	Concordo Totalmente	Grau de favorabilidade	Discordo Totalmente	Discordo	Não Sei	Concordo	Concordo Totalmente	Grau de favorabilidade	Discordo Totalmente	Discordo	Não Sei	Concordo	Concordo Totalmente	Grau de favorabilidade	Discordo Totalmente	Discordo	Não Sei	Concordo	Concordo Totalmente	Grau de favorabilidade
Especialização	21	0	5	6	66	49	91,3%	1	0	6	33	23	88,9%	2	9	2	43	7	79,4%	0	0	3	16	23	92,9%
Acomodador (EC/EA)	3	0	1	3	9	5	77,8%	0	0	1	7	1	89%	0	2	0	7	0	77,8%	0	0	1	3	2	83%
Assimilador (CA/OR)	8	0	2	0	30	16	96%	0	0	2	13	9	91,7%	2	2	1	18	1	79,2%	0	0	1	8	7	93,8%
Convergente (EA/CA)	10	0	2	3	27	28	91,7%	1	0	3	13	13	87%	0	5	1	18	6	80,0%	0	0	1	5	14	95,0%
Divergente (OR/EC)	0	0	0	0	0	0	-	0	0	0	0	0	-	0	0	0	0	0	-	0	0	0	0	0	-
Produção	11	0	5	3	35	23	87,9%	0	0	4	15	14	87,9%	0	4	7	11	11	66,7%	0	3	2	8	9	77,3%
Acomodador (EC/EA)	2	0	0	1	5	6	91,7%	0	0	0	3	3	100%	0	0	1	2	3	83,3%	0	0	0	2	2	100%
Assimilador (CA/OR)	4	0	0	0	15	9	100%	0	0	2	5	5	83,3%	0	1	2	5	4	75,0%	0	0	1	4	3	87,5%
Convergente (EA/CA)	3	0	3	1	8	6	77,8%	0	0	0	6	3	100%	0	1	3	2	3	55,6%	0	1	1	1	3	66,7%
Divergente (OR/EC)	2	0	2	1	7	2	75,0%	0	0	2	1	3	66,7%	0	2	1	2	1	50,0%	0	2	0	1	1	50,0%
Especialização+Produção	32	0	10	9	101	72	90,1%	1	0	10	48	37	88,5%	2	13	9	54	18	75,0%	0	3	5	24	32	87,5%
Acomodador (EC/EA)	5	0	1	4	14	11	83,3%	0	0	1	10	4	93%	0	2	1	9	3	80,0%	0	0	1	5	4	90%
Assimilador (CA/OR)	12	0	2	0	45	25	97%	0	0	4	18	14	88,9%	2	3	3	23	5	77,8%	0	0	2	12	10	91,7%
Convergente (EA/CA)	13	0	5	4	35	34	88,5%	1	0	3	19	16	90%	0	6	4	20	9	74,4%	0	1	2	6	17	88,5%
Divergente (OR/EC)	2	0	2	1	7	2	75,0%	0	0	2	1	3	66,7%	0	2	1	2	1	50,0%	0	2	0	1	1	50,0%

Fonte: Elaborado pelo autor.

Traduziram-se os comentários sobre os pontos positivos em palavras-chave (a tabela completa é apresentada no Quadro 12, do apêndice C; um exemplo pode ser visto no Quadro 10), cuja frequência é ilustrada na nuvem de palavras da Figura 35. Identifica-se que os estudantes valorizaram o “trabalho em grupo”, por meio da interação com os demais colegas, consideraram a dinâmica “estimulante”, ressaltaram a importância do tema abordado, “S&OP”, o funcionamento do jogo, “Operação”. Alguns comentários, identificados como “Realidade”, indicam que o jogo reflete o que acontece no dia a dia do trabalho, e é uma boa forma de “aprender na prática”.

Figura 35 – Nuvem de palavras-chave relacionadas aos pontos positivos



Fonte: Elaborado pelo autor.

Elaborou-se uma associação entre os pontos positivos citados pelos estudantes, com os critérios de avaliação do questionário de motivação. Por exemplo, considerou-se que o ponto positivo “Foi legal o jogo, é um modo diferente de aprender”, está relacionado com os critérios de Atenção (A1, A5, A6), e Satisfação (S1); ou “O tema é de extrema relevância, provavelmente eu devo encontrar isso na empresa e eu já estarei com alguns conceitos mais claros”, tem relação com os critérios de Relevância (R3) e Confiança (C3); ou, ainda, “o uso de apenas uma planilha acaba simplificando a execução do jogo”, associa-se a Atenção (A3) e Confiança (C1). Alguns exemplos dessas associações são apresentados no Quadro 10. O Quadro 12, do Apêndice C, tem a relação completa.

O Quadro 9 resgata as afirmações do questionário de avaliação da motivação (Quadro 4), para facilitar a compreensão do Quadro 10.

Quadro 9 – Afirmações do questionário de avaliação da motivação

Critérios	Questões
Atenção	A1. O jogo prendeu minha atenção. A2. As telas do jogo são atraentes. A3. As informações nas telas do jogo me ajudaram. A4. O jogo estimulou minha curiosidade. A5. Eu aprendi coisas interessantes. A6. A dinâmica do jogo é estimulante.
Relevância	R1. Finalizar o jogo foi empolgante. R2. O conteúdo do jogo despertou meu interesse. R3. O tema da dinâmica será útil para mim.
Confiança	C1. A dinâmica do jogo foi fácil de entender. C2. A leitura do manual do jogo me ajudou na execução do jogo. C3. A dinâmica do jogo me ajudou a entender S&OP.
Satisfação	S1. Tive satisfação em participar das rodadas do jogo. S2. O jogo me fez querer saber mais sobre S&OP.

Fonte: Elaborado pelo autor.

Quadro 10 – Exemplos dos pontos positivos, relacionados no Quadro 12

Ponto positivo	Palavra-chave	A1	A2	A3	A4	A5	A6	R1	R2	R3	C1	C2	C3	S1	S2
Ver a dinâmica de 2 setores diferentes da indústria que trabalham com informações e objetivos secundários diferentes.	Realidade					x		x	x				x		
Similaridade com a vida real na empresa	Realidade									x			x		
Estimulação da criatividade para resolução dos desafios propostos	Estimulante	x			x	x				x					
Facilidade de reconhecimento de onde deve ser preenchido	Operação		X												
Trabalho em grupo	Trabalho em grupo					x			x						
Jogo como bastante auto explicações	Operação		X									x			
Aprender se divertindo	Divertido	x				x	x				x			x	
Nível de detalhes.	Operação														
Foi legal o jogo, é um modo diferente de aprender.	Estimulante	x				x	x							x	
Gostei bastante da atividade.	Estimulante	x												x	
Achei que ficou bem legal. Foi bem interessante fazer mais na prática o que a gente estava vendo em aula.	Aprendizado												X	x	
Exibição dos resultados finais e possibilidade de melhoria nas próximas rodadas	Entendimento			x					x						
Entender sobre S&OP na prática	S&OP					x								x	
Automação simples de entender	Entendimento			x			x				x				
Balões com informações para ajudar o andamento	Entendimento		X	x											
Atiça a curiosidade sobre o tema	S&OP				x										x
Espírito de competição	Estimulante						x	x							
Planilha dinâmica e didática	Operação										x				
Mostra uma visão de concorrência de mercado que eu ainda não tinha visto	Realidade					x			x	x					
O tema é de extrema relevância, provavelmente eu devo encontrar isso na empresa e eu já estarei com alguns conceitos mais claros.	S&OP									x			x		
Da forma como o jogo foi estruturado ficou praticamente intuitiva a percepção da relação entre os setores de PCP e de Vendas.	Aprendizado	x									x		x		
O uso de apenas uma planilha acaba simplificando a execução do jogo.	Operação			x							x				

Fonte: Elaborado pelo autor.

Quanto à organização das equipes, a sugestão foi parcialmente contemplada, ao definir que apenas um participante como o líder da equipe, com a responsabilidade de operar as planilhas do jogo, criar a sala para reunião da equipe, e compartilhar as telas do jogo com os demais participantes. Mesmo assim, a movimentação dos estudantes entre as salas virtuais – da sala da aula para a sala de cada equipe, da sala da equipe de vendas para a sala do PCP, para a reunião S&OP e o retorno para a sala de vendas – toma um tempo considerável, de forma que, mesmo numa aula de três horas, só é possível executar duas rodadas do jogo,

quando o desejável seriam quatro rodadas.

Quanto à duração das etapas, o tempo disponível é um elemento de pressão que traz para a dinâmica a simulação da pressão de prazos do mundo real, onde as equipes precisam realizar as atividades mensalmente, em poucos dias, com um número de variáveis muito maior.

6 CONCLUSÕES

Neste Capítulo, apresentam-se as conclusões sobre o atingimento do objetivo principal e dos objetivos secundários, as contribuições para oportunidades de pesquisa apontadas pela literatura e para as demandas trazidas pelas novas diretrizes curriculares, e são apresentadas sugestões para trabalhos futuros.

A presente pesquisa apresenta um jogo desenvolvido para simular o processo S&OP, com as etapas de previsão de vendas, de planejamento da produção e de tomada de decisão, a reunião S&OP. Desenvolvido na plataforma Google Planilhas, o jogo funciona *online*, pode ser acessado de modo compartilhado, tanto em aulas presenciais como à distância, e permite que o professor configure a competição e acompanhe a atividade dos estudantes à medida em que o jogo se desenrola, cumprindo desta forma o primeiro objetivo secundário: o desenvolvimento de um jogo *online* de simulação do processo S&OP. Sua especificação é apresentada na Seção 4.3 - CARACTERÍSTICAS GERAIS DO SIMULADOR, p. 46, com detalhamento adicional no Apêndice A – Especificação detalhada do simulador, p. 87 (Objetivo secundário 1).

No intuito de avaliar o uso dos jogos no ensino de Engenharia, foi feita uma avaliação da motivação numa amostra de estudantes de Engenharia de Produção, durante a aplicação da dinâmica do jogo. Para tanto, foi aplicado um instrumento de avaliação do uso do jogo (Quadro 4, p. 39), adaptado do *Instructional Material Motivation Survey* (Keller, 2010), atendendo ao segundo objetivo secundário da pesquisa.

Os resultados, apresentados no Quadro 7 – Respostas ao Questionário de motivação, p. 69, indicaram graus de favorabilidade acima de 80% nas duas turmas, indicando um impacto positivo na motivação dos estudantes. Para todos os estilos de aprendizado informados pelos estudantes, com base na autoaplicação do teste de Kolb, o grau de favorabilidade geral ficou próximo de 90%, com exceção do estilo Divergente, que apresentou grau de favorabilidade de 50% (Quadro 8 – Motivação dos estudantes x Estilo de aprendizado, p. 72).

A aplicação do jogo desenvolvido para a dinâmica e os resultados do questionário de avaliação com alto grau de favorabilidade pelos estudantes da Engenharia de Produção, e da Especialização em Gestão da Produção, indica que o uso de jogos para o aprendizado de S&OP no ensino de Engenharia de Produção favorece o aprendizado dos estudantes, atendendo ao objetivo geral da pesquisa.

Os resultados se alinham às oportunidades de pesquisa apresentadas por Reis *et al.* (2020) e por Zydney e Warner (2016), de analisar a prática do uso de jogos para formação de

engenheiros, desenvolvimento de habilidades, e a avaliação de resultados baseados em habilidades, como a resolução de problemas. Evidenciou-se que a dinâmica de aplicação do jogo contribui para o estímulo ao trabalho em equipe, resolução de problemas, negociação, tomada de decisão, em consonância com as novas diretrizes curriculares definidas pelo Ministério da Educação (MEC, 2019). Como modalidade de Aprendizagem Ativa, a contribuição no estímulo de competências e habilidades foram destacados pelos estudantes, conforme Figura 35 – Nuvem de palavras-chave relacionadas aos pontos positivos, p. 73, e detalhados no Quadro 12 – Pontos positivos da dinâmica, indicados pelos estudantes, p. 105.

O desenvolvimento do jogo e a avaliação positiva da sua influência na motivação dos estudantes são, também, uma contribuição à oportunidade de pesquisa de projetar jogos para fins de aprendizado e pesquisa, com medições mais precisas dos resultados da aprendizagem, a fim de obter evidências da influência positiva dos jogos no contexto da educação, destacada por Wardaszko e Podgórski (2017).

Como propostas para trabalhos futuros, sugere-se:

- outros professores aplicarem a dinâmica do jogo, ampliando a amostra de estudantes e professores que aplicam o jogo; e
- desenvolver um instrumento de avaliação do aprendizado, para ser aplicado antes e depois da aplicação da dinâmica.

REFERÊNCIAS

ANGOLIA, M. G.; PAGLIARI, L. R. Experiential learning for logistics and supply chain management using an SAP ERP software simulation. **Decision Sciences Journal of Innovative Education**, v. 16, n. 2, p. 104-125, 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.1111/dsji.12146>. Acesso em: 13 maio 2020.

ARNOLD, J. R. T.; CHAPMAN, S. N.; CLIVE, L. M. **Introduction to materials management**. 7th ed. New Jersey: Prentice Hall, 2011. 515 p.

BAI, H. Pedagogical practices of mobile learning in K-12 and higher education settings. **TechTrends**, v. 63, n. 5, p. 611-620, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/s11528-019-00419-w>. Acesso em: 10 jul. 2020.

BARAN, E. A review of research on mobile learning in teacher education. **Educational Technology & Society**, v.17, n. 4, p. 17-32, 2014. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/267337349_A_Review_of_Research_on_Mobile_Learnin_in_Teacher_Education . Acesso em: 18 jul. 2020.

BARR, M. Video games can develop graduate skills in higher education students: a randomised trial. **Computers & Education**, v. 113, p. 86-97, 2017. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2017.05.016>. Acesso em: 11 ago. 2020.

BERNARDES, E.; MUNIZ JUNIOR, J.; NAKANO, D. **Pesquisa qualitativa em Engenharia de Produção e Gestão de Operações**, São Paulo, Atlas, 2019. 166 p.

BLACKSTONE, J. J. H. (ed.). **APICS Dictionary**. 14th ed. Chicago, APICS. 2013. 192 p.

BLAŽIČ, A. J.; NOVAK, F. Challenges of business simulation games - a new approach of teaching business. In: GRADINAROVA, B. (ed.). **E-learning - instructional design, organizational strategy and management** [Internet]. London: IntechOpen, 2015. p. 227-259. Disponível em: <https://doi.org/10.5772/61242>. Acesso em: 19 abr. 2020.

BODNAR, C. A.; CLARK, R. M. Exploring the impact game-based learning has on classroom environment and student engagement within an engineering product design class. In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON TECHNOLOGICAL ECOSYSTEMS FOR ENHANCING MULTICULTURALITY, 2., 2014, Salamanca . **Proceedings...**, New York: Association for Computing Machinery, 2014, p. 191-196. Disponível em: <https://doi.org/10.1145/2669711.2669899>. Acesso em: 19 abr. 2020.

BUTZKE, M. A.; ALBERTON, A. Estilos de aprendizagem e jogos de empresa: a percepção discente sobre estratégia de ensino e ambiente de aprendizagem. **REGE-Revista de Gestão**, v. 24, n. 1, p. 72-84, 2017. Disponível em: <https://www.revistas.usp.br/rege/article/view/131535>. Acesso em: 05 out. 2021.

CALDERÓN, A.; RUIZ, M. A systematic literature review on serious games evaluation: an application to software project management. **Computers & Education**, v. 87, p. 396-422, 2015. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2015.07.011>. Acesso em: 19 abr. 2020.

CARDOSO-JR, A.; GARCIA, V. C. S.; COELHO, D. V.; SAID, C. C.; STRAPASSON, A. C. P.; RESENDE, I. S. Tradução e adaptação transcultural do Instructional Materials Motivation Survey (IMMS) para o português do Brasil. **Revista Brasileira de Educação Médica**, v. 44, n. 04, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/1981-5271v44.4-20200142>. Acesso em: 04 jan. 2022.

CHEN, L.; CHEN, T. L.; LIU, H. K. J. Perception of young adults on online games: Implications for higher education. **Turkish Online Journal of Educational Technology-TOJET**, v. 9, n. 3, p. 76-84, 2010. Disponível em: <https://files.eric.ed.gov/fulltext/EJ898016.pdf>. Acesso em: 18 jul. 2020.

CHOI, G. W.; PURSEL, B. K.; STUBBS, C. Supporting educational games in higher education: the creation and implementation of custom game engine for a university. **TechTrends**, v. 61, n. 4, p. 341-348, 2017. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/s11528-017-0163-7>. Acesso em: 18 jul. 2020.

CHUNG, C. H.; SHEN, C.; QIU, Y. Z. Students' acceptance of gamification in higher education. **International Journal of Game-Based Learning (IJGBL)**, v. 9, n. 2, p. 1-19, 2019. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.4018/IJGBL.2019040101>. Acesso em: 10 jul. 2020.

CORRÊA, H. L.; GIANESI, I. G. N.; CAON, M. **Planejamento, programação e controle da produção**. 6. ed. São Paulo: Atlas, 2018. 472 p.

COSTA, V. P.; SILVA, C. E. S. Avaliação de jogos educacionais: uma revisão teórica. In: ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO – ENEGEP, 37., 2017, Joinville, **Anais...**, Rio de Janeiro: ABEPRO, 2018. Disponível em: http://dx.doi.org/10.14488/ENECEP2017_TN_WIC_247_428_34828. Acesso em: 19 abr. 2020.

CWTS. Centre for Science and Technology Studies. VOSviewer version: 1.6.15, Leiden, SH, 2020.

DÍAZ, I. A.; RECHE, M. P. C.; RODRÍGUEZ, J. M. R. Indicadores de calidad para evaluar buenas prácticas docentes de “mobile learning” en educación superior. **Ediciones Universidade de Salamanca**, v. 19 n.3, p. 53-68, 2018. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.14201/eks20181935368>. Acesso em: 11 ago. 2020.

DUMITRESCU, A.; LIMA, R.M.; CHATTINNAWAT, W.; SAVU; T. Industry 4.0 competencies gap analysis. **International Scientific Journal “Industry 4.0”**, p. 138-141, 2019. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/338685141_INDUSTRY_40_COMPETENCIES'_GAP_ANALYSIS. Acesso em: 11 fev. 2020.

ECK, N. J. V.; WALTMAN, L. CitNetExplorer: a new software tool for analysing and visualizing citation networks. **Journal of Informetrics**, v.8, p.802–823, 2014. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.joi.2014.07.006>. Acesso em: 01 jun. 2020.

ESTEVEES, M.; PEREIRA, A.; VEIGA, N.; VASCO, R.; VEIGA, A. The use of new learning technologies in higher education classroom: a case study. *In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON INTERACTIVE COLLABORATIVE LEARNING*, 20., 2017, Budapest. **Teaching and learning in a digital world – Proceedings...**, v. 1, p. 499-506. Cham: Springer, 2018. Disponível em: https://doi.org/10.1007/978-3-319-73210-7_59. Acesso em: 18 jul. 2020.

FORTI, A. W.; MUNIZ JUNIOR, J. Aplicação do método intitulado dinâmica da cozinha em aula de gestão da produção. **Revista Produção Online**, v. 19, n. 4, p. 1304-1326, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.14488/1676-1901.v19i4.3422>. Acesso em: 31 jan. 2020.

FREEMAN, S.; EDDY, S. L.; MCDONOUGH, M.; SMITH, M. K.; OKOROAFOR, N.; JORDT, H.; WENDEROTH, M. P. Active learning increases student performance in science, engineering, and mathematics. **Proceedings of the National Academy of Sciences**, v. 111, n. 23, p. 8410-8415, 2014. Disponível em: <https://doi.org/10.1073/pnas.1319030111>. Acesso em: 13 maio 2020.

GIRARD, C.; ECALLE, J.; MAGNAN, A. Serious games as new educational tools: how effective are they? A meta-analysis of recent studies. **Journal of Computer Assisted Learning**, v. 29, n. 3, p. 207-219, 2012. Disponível em: <https://doi-org.ez87.periodicos.capes.gov.br/10.1111/j.1365-2729.2012.00489.x>. Acesso em: 19 abr. 2020.

GONG, D.; YANG, H. H.; CAI, J. Exploring the key influencing factors on college students' computational thinking skills through flipped-classroom instruction. **International Journal of Educational Technology in Higher Education**, v. 17, n. 1, p. 1-13, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.1186/s41239-020-00196-0>. Acesso em: 17 jul. 2020.

HERRO, D.; CLARK, R. An academic home for play: games as unifying influences in higher education. **On the Horizon**, v. 24, n. 1, p. 17-28, 2016. Disponível em: <https://doi-org.ez87.periodicos.capes.gov.br/10.1108/OTH-08-2015-0060>. Acesso em: 10 jul. 2020.

HERRO, D.; KIGER, D.; OWENS, C. Mobile technology: case-based suggestions for classroom integration and teacher educators. **Journal of Digital in Teacher Education**, v. 30, n. 1, p. 30-40, 2013. Disponível em: <https://doi.org/10.1080/21532974.2013.10784723>. Acesso em: 10 jul. 2020.

HIRSCH, J. E. An index to quantify an individual's scientific research output. **Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America**, v. 102, n. 46, p. 16569–16572 November 15th 2005. Disponível em: <https://doi.org/10.1073/pnas.0507655102>. Acesso em: 29 jun. 2020.

HUANG, W. H.; HEW, K. F. Measuring learners' motivation level in massive open online courses. **International Journal of Information and Education Technology (IJJET)**, v. 6, n. 10, p. 759-764, 2016. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.7763/IJJET.2016.V6.788>. Acesso em: 05 out. 2021.

HÜBL, A.; FISCHER, G. Simulation-based business game for teaching methods in logistics and production. *In: WINTER SIMULATION CONFERENCE (WSC)*, 2017, Las Vegas. **Proceedings...**, p. 4228-4239. Las Vegas: IEEE, 2018. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1109/WSC.2017.8248129>. Acesso em: 06 fev. 2020.

IBRAHIM, R.; MASROM, S.; YUSOFF, R. C. M.; ZAINUDDIN, N. M. M.; RIZMAN, Z. I. Student acceptance of educational games in higher education. **Journal of Fundamental and Applied Sciences**, v. 9, n. 3S, p. 809-829, 2017. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.4314/jfas.v9i3s.62>. Acesso em: 21 ago. 2020.

KELLER, J. M. Development and use of the ARCS model of instructional design. **Journal of Instructional Development**, v. 10, n. 3, p. 2-10, 1987. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/BF02905780>. Acesso em: 24 set. 2021.

KELLER, J. M. **Motivational design of learning and performance: the ARCS model approach**. New York: Springer, 2010. 345 p.

KOLB, D.; KOLB, A. **The Kolb learning style inventory 4.0**: guide to theory, psychometrics, research on validity and educational applications. 2013. Disponível em: <https://learningfromexperience.com/downloads/research-library/the-kolb-learning-style-inventory-4-0.pdf>. Acesso em: 15 dez. 2021.

KOOMSAP, P.; HUSSADINTORN NA AYUTTHAYA, D., LIMA, R.M.; KENGPOL, A.; JIRASATITSIN, S. Strategic design for Industrial Engineering curriculum development to support sustainable smart industry. *In*: INTERNATIONAL TECHNOLOGY, EDUCATION AND DEVELOPMENT CONFERENCE, 14., 2020, Valencia. **Proceedings...**, p. 6150-6155, Valencia: IATED, 2020. Disponível em: <https://hdl.handle.net/1822/70074>. Acesso em: 11 jul. 2020.

KOOMSAP, P.; HUSSADINTORN NA AYUTTHAYA, D.; NITKIEWICZ, T.; LIMA, R. M.; LUONG, H. T. Course design and development: focus on student learning experience. *In*: INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON PROJECT APPROACHES IN ENGINEERING EDUCATION (PAEE), 11., ACTIVE LEARNING IN ENGINEERING EDUCATION WORKSHOP (ALE), 16., 2019, Hammamet. **Proceedings...**, v. 9, p. 144-153, Guimarães: University of Minho, 2019. Disponível em: <https://hdl.handle.net/1822/66290>. Acesso em: 11 fev. 2020.

LAINEMA, T.; HILMOLA, O. Learn more, better and faster: computer-based simulation gaming of production and operations. **International Journal of Business Performance Management**, v. 7, n. 1, p. 34-59, 2005. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1504/IJBPM.2005.006242>. Acesso em: 13 maio 2020.

LALA, R.; JEURING, J.; VAN DORTMONT, J.; VAN GEEST, M. Scenarios in virtual learning environments for one-to-one communication skills training. **International Journal of Educational Technology in Higher Education**, v. 14, n. 1, p. 1-15, 2017. Disponível em: <https://doi.org/10.1186/s41239-017-0054-1>. Acesso em: 18 jul. 2020.

LAPIDE, L. Sales and operations planning part I: the process. **The Journal of Business Forecasting**, Fall 2004, p. 17-19, 2004. Disponível em: https://ctl.mit.edu/sites/ctl.mit.edu/files/library/public/article_jbf_soplanningi_lapide.pdf. Acesso em: 31 jan. 2020.

LAPIDE, L. Sales and operations planning part III: a diagnostic model. **The Journal of Business Forecasting**, p. 13-16, 2005. Disponível em: https://ctl.mit.edu/sites/ctl.mit.edu/files/library/public/article_jbf_soplanningiii_lapide.pdf. Acesso em: 31 jan. 2020.

LEAL, F.; MARTINS, P. C.; TORRES, A. F.; QUEIROZ, J. A.; MONTEVECH, J. A. Learning lean with lego: developing and evaluating the efficacy of a serious game. **Production**, v.27, 2017. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/0103-6513.222716>. Acesso em: 15 jul. 2021.

LENGYEL, P. S. Can the game-based learning come? virtual classroom in higher education of 21st Century. **International Journal of Emerging Technologies in Learning (IJET)**, v. 15, n. 2, p. 112-126, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.3991/ijet.v15i02.11521>. Acesso em: 11 ago. 2020.

LIMA, R. M.; ANDERSSON, P. H.; SAALMAN, E. Active learning in Engineering education: a (re) introduction. **European Journal of Engineering Education**, v. 42, n. 1, p. 1-4, 2017. Disponível em: <https://doi.org/10.1080/03043797.2016.1254161>. Acesso em: 11 fev. 2020.

LING, D.; COLDRICK, A. Breakthrough Sales & Operations Planning: how we developed the process. **Journal of Marketing Vistas**, 2009. Disponível em: <https://dickling.net/wp-content/uploads/2016/07/breakthrough.pdf>. Acesso em: 19 abr. 2020.

LOCK, J.; KIM, B.; KOH, K.; WILCOX, G. Navigating the tensions of innovative assessment and pedagogy in higher education. **Canadian Journal for the Scholarship of Teaching and Learning**, v. 9, n. 1/8, p. 1-18, 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.5206/cjsotl-rcacea.2018.1.8>. Acesso em: 10 jul. 2020.

MARTIN, A. The design and evolution of a simulation/game for teaching information systems development. **Simulation & Gaming**, v. 31, n. 4, p. 445-463, 2000. Disponível em: <https://doi.org/10.1177/104687810003100401>. Acesso em: 10 jul. 2020.

MARTIN, F.; ERTZBERGER, J. Here and now mobile learning: an experimental study on the use of mobile technology. **Computers & Education**, v. 68, 76-85, 2013. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2013.04.021>. Acesso em: 18 jul. 2020.

MESQUITA, D.; SALIMOVA, T.; SOLDATOVA, E.; ATOEV, S.; LIMA, R. M. What can be recommended to engineering teachers from the analysis of 16 European teaching and learning best practices? In: SEFI ANNUAL CONFERENCE, 47., 2019, Budapest. **Proceedings...**, p. 770-779, Budapest: SEFI, 2020. Disponível em: <https://hdl.handle.net/1822/66285>. Acesso em: 19 abr. 2020.

MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO E CULTURA (MEC). Conselho Nacional de Educação – Câmara de Educação Superior. **Resolução CNE/CES 2/2019**, de 24 de abril de 2019. Brasília, 2019. Disponível em: http://portal.mec.gov.br/index.php?option=com_docman&view=download&alias=112681-rces002-19&category_slug=abril-2019-pdf&Itemid=30192. Acesso em: 23 fev. 2020.

MOYLAN, G.; BURGESS, A. W.; FIGLEY, C.; BERNSTEIN, M. Motivating game-based learning efforts in higher education. **International Journal of Distance Education Technologies (IJDET)**, v. 13, n. 2, p. 54-72, 2015. Disponível em: <https://doi.org/10.4018/IJDET.2015040104>. Acesso em: 17 jun. 2020.

NAIK, N. The use of GBL to teach mathematics in higher education. **Innovations in Education and Teaching International**, v. 54, n. 3, p. 238-246, 2015. Disponível em: <https://doi.org/10.1080/14703297.2015.1108857>. Acesso em: 17 jun. 2020.

O'CONNELL, J. Networked participatory online learning design and challenges for academic integrity in higher education. **International Journal for Educational Integrity**, v. 12, n. 1, p. 1-15, 2016. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/s40979-016-0009-7>. Acesso em: 17 jun. 2020.

QIAN, M.; CLARK, K. R. Game-based learning and 21st century skills: A review of recent research. **Computers in Human Behavior**, v. 63, p. 50-58, 2016. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.chb.2016.05.023>. Acesso em: 27 mar. 2020.

REIS, A. C. B.; SILVA JR, E.; GEWEHR, B. B.; TORRES, M. H. Prospects for using gamification in Industry 4.0. **Production**, 30, p. 1-13, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/0103-6513.20190094>. Acesso em: 24 jun. 2020.

HAUGE, J. B.; RIEDEL, J. C. K. H. Evaluation of simulation games for teaching engineering and manufacturing. **Procedia Computer Science**, v. 15, p. 210-220, 2012. Disponível em: <https://doi-org.ez87.periodicos.capes.gov.br/10.1016/j.procs.2012.10.073>. Acesso em: 05 fev. 2020.

RITTERFELD, U.; CODY, M.; VORDERER, P. (ed.). **Serious games: mechanisms and effects**. New York: Routledge, 2009. 552 p.

ROBSON, K.; PLANGGER, K.; KIETZMANN, J. H.; MCCARTHY, I.; PITT, L. Is it all a game? Understanding the principles of gamification. **Business Horizons**, v. 58, p. 411-420, 2015. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.bushor.2015.03.006>. Acesso em: 01 jul. 2020.

RODRIGUES, J. S. **Ensino de gestão da capacidade e da empresa com o apoio do jogo Mercado Virtual no curso de Mestrado Integrado em Engenharia Industrial e Gestão da UMINHO/Azurém e no Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção da FEB/Bauru/UNESP**. 2010. Tese (livre docência) – Universidade Estadual Paulista, Bauru, 2010. Disponível em: <https://acervodigital.unesp.br/handle/11449/106711>. Acesso em: 06 out. 2020.

ROMERO, M.; KALMPOURTZIS, G. Constructive alignment in game design for learning activities in higher education. **Information**, v. 11(3), n. 126, p. 1-11, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.3390/info11030126>. Acesso em: 01 jul. 2020.

ROMERO-RODRÍGUEZ, J. M.; AZNAR-DÍAZ, I.; HINOJO-LUCENA, F. J.; CÁCERES-RECHE, M. P. (). Models of good teaching practices for mobile learning in higher education. **Palgrave Communications**, v. 6, n.1, p. 1-7, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.1057/s41599-020-0468-6>. Acesso em: 01 jul. 2020.

SCAVARDA, L. F.; HELLINGRATH, B.; KREUTER, T.; THOMÉ, A. M. T.; SEELING, M. X.; FISCHER, J. H.; MELLO, R. A case method for Sales and Operations Planning: a learning experience from Germany. **Production**, v. 27 (spe), 2017. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/0103-6513.219916>. Acesso em: 08 mar. 2020.

SCHWABE, G.; GÖTH, C. Mobile learning with a mobile game: design and motivational effects. **Journal of computer assisted learning**, v. 21, n. 3, p. 204-216, 2005. Disponível em: <https://doi.org/10.1111/j.1365-2729.2005.00128.x>. Acesso em: 01 jul. 2020.

SINGHAL, J.; SINGHAL, K. Holt, Modigliani, Muth, and Simon's work and its role in the renaissance and evolution of operations management. **Journal of Operations Management**, v. 25, n. 2, p. 300-309, 2007. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.jom.2006.06.003>. Acesso em: 01 jul. 2020.

TAYLOR, M. J.; BASKETT, M.; HUGHES, G. D.; WADE, S. J. Using soft systems methodology for computer game design. **Systems Research and Behavioral Science: The Official Journal of the International Federation for Systems Research**, v. 24, n. 3, p. 359-368, 2007. Disponível em: <https://doi.org/10.1002/sres.805>. Acesso em: 20 jul. 2020.

THOMÉ, A. M. T.; SCAVARDA, L. F.; FERNANDEZ, N. S.; SCAVARDA, A. J. Sales and Operations Planning and the firm performance. **International Journal of Productivity and Performance Management**, v. 61, n. 4, p. 359-381, 2012. Disponível em: <https://doi.org/10.1108/17410401211212643>. Acesso em: 18 jun. 2020.

TROUSSAS, C.; KROUSKA, A.; SGOUROPOULOU, C. Collaboration and fuzzy-modeled personalization for mobile game-based learning in higher education. **Computers & Education**, v. 144/103698, p. 1-18, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2019.103698>. Acesso em: 15 jul. 2020.

TUBINO, D. F.; SCHAFRANSKI, L. E. **Simulação empresarial em Gestão da Produção**. manual de simulação. Universidade Federal de Santa Catarina, 2000.

UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAIBA (UFPB) **Inventário de estilo de aprendizagem de Kolb**. Disponível em: <http://www.cchla.ufpb.br/ccmd/aprendizagem/>. Acesso em 10 jan. 2022.

VLACHOPOULOS, D.; MAKRI, A. The effect of games and simulations on higher education: a systematic literature review. **International Journal of Educational Technology in Higher Education**, v. 1, n.1, p. 22, 2017. Disponível em: <https://doi.org/10.1186/s41239-017-0062-1>. Acesso em: 15 jul. 2020.

VOLLMANN, T. E.; BERRY, W. L.; WHYBARK, D. C.; JACOBS, **Manufacturing planning and control systems for supply chain management**. Irwin, NY: McGraw-Hill, 2005. 598 p.

WALLACE, T. **Planejamento de vendas e operações – S&OP: guia Prático**. São Paulo: IMAM, 2001. 145 p.

WARDASZKO, M.; PODGÓRSKI, B. Mobile learning game effectiveness in cognitive learning by adults: a comparative study. **Simulation & Gaming**, v.48, n. 4, 435-454, 2017. Disponível em: <https://doi.org/10.1177/1046878117704350>. Acesso em: 15 jul. 2020.

WHITTON, N.; LANGAN, M. Fun and games in higher education: an analysis of UK student perspectives. **Teaching in Higher Education**, v. 24, n. 8, p. 1000-1013, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.1080/13562517.2018.1541885>. Acesso em: 08 jun. 2020.

WIGGINS, B. E. An overview and study on the use of games, simulations, and gamification in higher education. **International Journal of Game-Based Learning (IJGBL)**, v. 6, n. 1, p. 18-29, 2016. Disponível em: <https://doi.org/10.4018/IJGBL.2016010102>. Acesso em: 08 jun. 2020.

ZYDNEY, J. M.; WARNER, Z. Mobile apps for science learning: review of research. **Computers & Education**, v. 94, p. 1-17, 2016. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2015.11.001>. Acesso em: 05 mar. 2020.

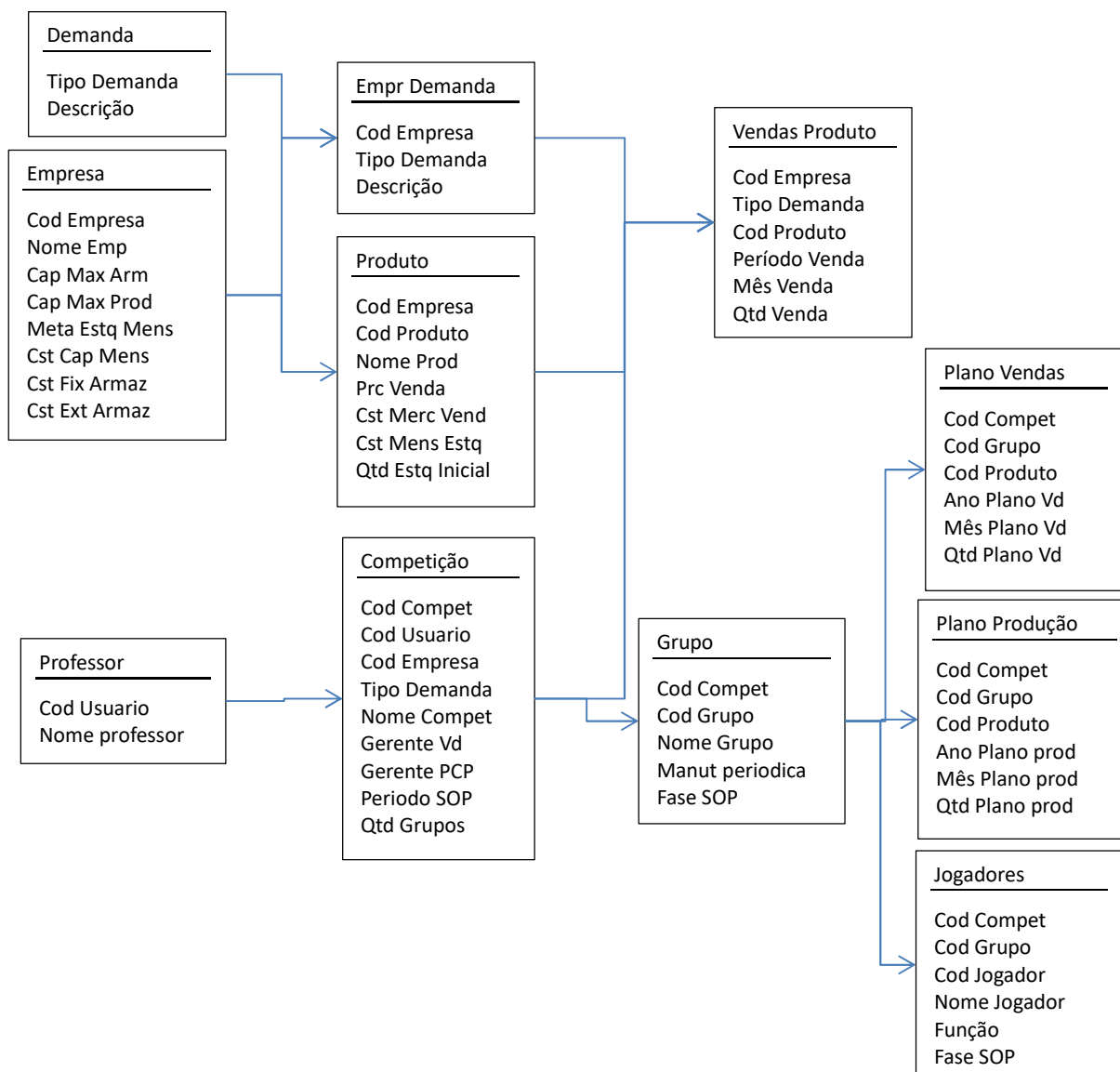
APÊNDICE A – ESPECIFICAÇÃO DETALHADA DO SIMULADOR

A especificação detalhada é composta pelo modelo de dados, pelo diagrama de fluxo de dados e pela descrição detalhada dos processos do Simulador.

A.1 MODELO DE DADOS

Um esboço esquemático do modelo de dados do Simulador é apresentado na Figura 37. O modelo físico foi implementado em diversas tabelas, nas planilhas do Simulador.

Figura 37 – Modelo Entidade Relacionamento

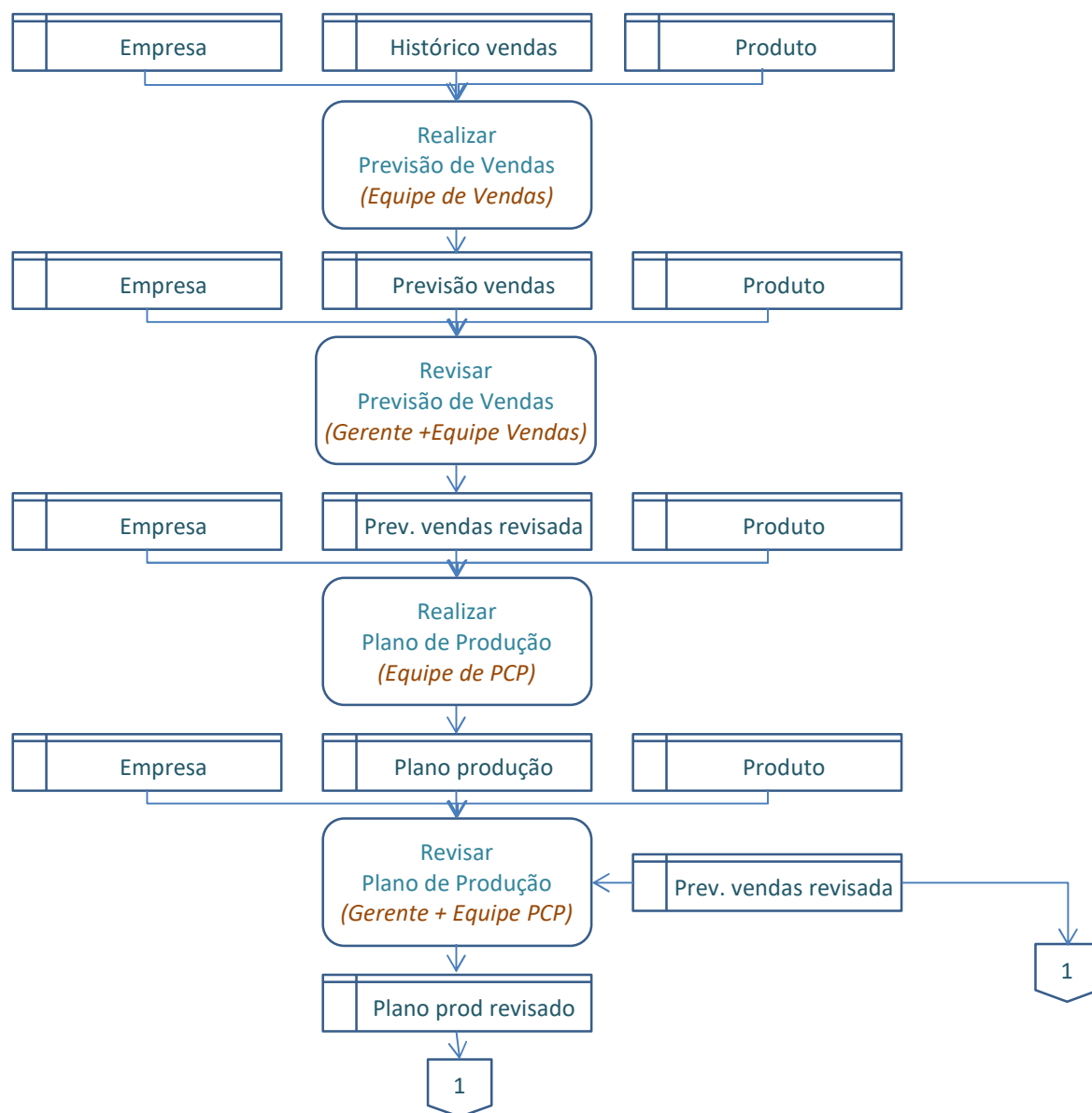


Fonte: Elaborado pelo autor.

A.2 DIAGRAMA DE FLUXO DE DADOS DO SIMULADOR

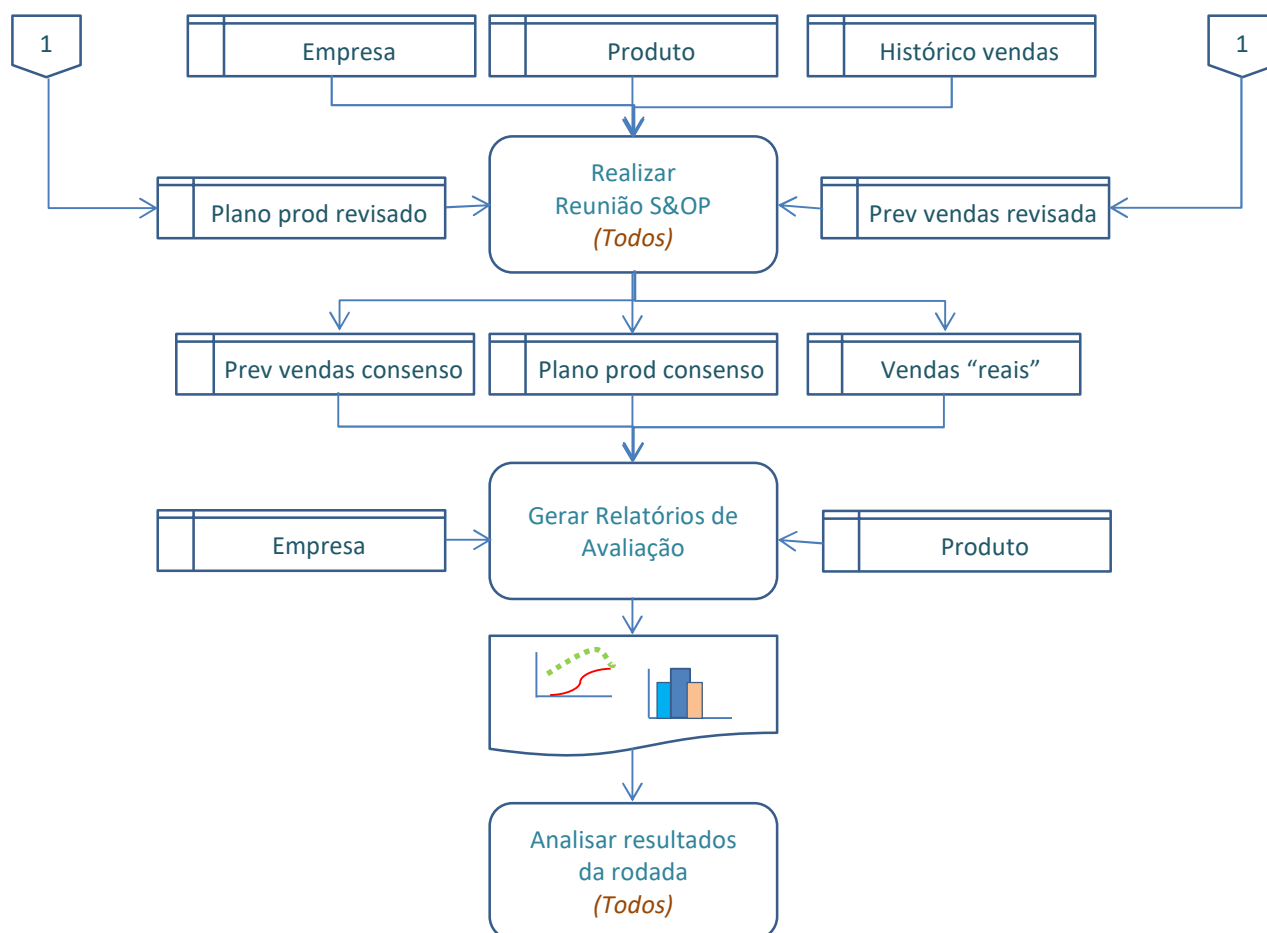
Um esboço do diagrama de fluxo de dados é apresentado na Figura 38, com continuação na Figura 39.

Figura 38 – Diagrama de Fluxo de Dados do Simulador



Fonte: Elaborado pelo autor.

Figura 39 – Diagrama de Fluxo de Dados do Simulador (continuação)



Fonte: Elaborado pelo autor.

A.3 DESCRIÇÃO DETALHADA DOS PROCESSOS

A.3.1 Parâmetros do Jogo

Os parâmetros do jogo são informações previamente carregadas, e que servirão de base para sua aplicação. Elas definem características da empresa e de seus produtos.

- Parâmetros relacionados à empresa
 - Custo de Capital ao Mês (%)
 - Capacidade máxima de Armazenagem (em unidades)
 - Capacidade Máxima de Produção (em unidades)
 - Custo fixo de armazenagem (R\$)
 - Custo Extra de Armazenagem por unidade (R\$)
 - Meta mensal de Estoque (em dias de venda)
 - Tipos de Demanda: Sazonal, Estável, Variável.
- Parâmetros relacionados a cada produto:
 - Nome do produto
 - Estoque inicial (em unidades)
 - Unidade de fabricação, armazenagem e vendas
 - Custo mensal de estoque por unidade (R\$)
 - Custo da Mercadoria Vendida por unidade (CMV) (R\$)
 - Preço de Venda por unidade (R\$)
 - Lote mínimo de produção (em unidades)
 - Lote ideal de produção (em unidades)
 - Acréscimo de custo lote produção diferente do ideal (%).
 - Para cada tipo de comportamento de demanda:
 - Histórico de vendas (em unidades) Jan/01 a Dez/02
 - Vendas reais (em unidades) Jan/03 a Mar/04
- Configurações que podem ser escolhidas pelo professor, para uma competição:
 - Gerente de Vendas: sim ou não
 - Gerente de PCP: sim ou não
 - Tipo de Demanda: Sazonal ou Estável ou Variável
 - Tipo de Empresa: Agro
 - Quantidade de grupos que vão participar da competição: 2 a 5.

A.3.2 Processo: Realizar previsão de vendas

- Primeira rodada:
 - O tempo máximo sugerido para realização desta atividade é de 15 minutos.
 - O histórico de vendas se refere ao período de Jan/01 a Dez/02.
 - O período para previsão de vendas é Jan/03 a Dez/03.
 - Devem ser consideradas para elaboração da previsão as informações sobre a empresa, sua participação no mercado, o grau de concorrência, obtidas no descritivo da empresa, e o histórico de vendas dos últimos 24 meses.
- Segunda rodada
 - O tempo máximo sugerido para realização desta atividade é de 10 minutos.
 - O histórico de vendas se refere ao período de Fev/01 a Jan/03.
 - O período para previsão de vendas é Fev/03 a Jan/04.
 - Além do que foi avaliado na primeira rodada, a equipe tomará conhecimento:
 - das vendas reais do mês de Jan/03, que deverão ser comparadas com a previsão realizada na rodada anterior.
 - de mudança na concorrência, por meio da notícia de proibição de importação de produtos de um determinado país.
- Terceira rodada
 - O tempo máximo sugerido para realização desta atividade é de 10 minutos.
 - O histórico de vendas se refere ao período de Mar/01 a Fev/03.
 - O período para previsão de vendas é Mar/03 a Fev/04.
 - Além do que foi avaliado na primeira rodada, a equipe tomará conhecimento:
 - das vendas reais do mês de Fev/03, que deverão ser comparadas com a previsão realizada na rodada anterior.
 - de possível mudança na demanda, por meio da notícia de possível retração da demanda em um determinado segmento do mercado.
- Quarta rodada
 - O tempo máximo sugerido para realização desta atividade é de 10 minutos.
 - O histórico de vendas se refere ao período de Abr/01 a Mar/03.
 - O período para previsão de vendas é Abr/03 a Mar/04.
 - Além do que foi avaliado na primeira rodada, a equipe tomará conhecimento:
 - das vendas reais do mês de Mar/03, que deverão ser comparadas com a previsão

realizada na rodada anterior.

- de nova mudança na concorrência, por meio da notícia da volta da importação dos produtos de um determinado país, autorizada por liminar conseguida na Justiça.
- De outra mudança de concorrência, por meio de memorando interno da área de inteligência interna, que identificou que a concorrência vai antecipar campanha de vendas.
- Procedimento
 - A equipe de Vendas informa previsão de vendas para os próximos 12 meses.
 - As seguintes informações ficam disponíveis para consulta:
 - o manual do jogo, clicando no botão [Manual].
 - Notícias e memorandos da rodada.
 - Informações sobre a empresa.
 - Gráficos e tabelas do histórico de vendas dos últimos 24 meses, podendo escolher o produto que vai ser apresentado.
 - Gráfico e tabela com os dados da previsão de vendas que está sendo informada.
 - Quando a equipe informa que concluiu a previsão:
 - O programa verifica se todos os valores foram informados e são válidos (inteiros e $>$ ou $= 0$), e emite uma mensagem em caso de erro.
 - Estando os valores corretos, estes ficam disponíveis para a próxima etapa, que será:
 - Revisar previsão de vendas, se o jogo estiver configurado com gerente de Vendas.
 - Realizar plano de produção, caso não haja um gerente de Vendas.

A.3.3 Processo: Revisar previsão de vendas

- O tempo máximo sugerido para realização desta atividade é de 5 minutos.
- A Equipe e o Gerente de Vendas revisam previsão de vendas, informada na etapa anterior, e o gerente de Vendas pode fazer alterações.
- As mesmas informações disponíveis para realizar a previsão de vendas estarão disponíveis nesta etapa.
- Quando o gerente de Vendas informa que concluiu a revisão:
 - O programa verifica se todos os valores foram informados e são válidos (inteiros

$e > \text{ou} = 0$), e emite uma mensagem em caso de erro.

- Estando os valores corretos, estes ficam disponíveis para a próxima etapa, que será:
 - Realizar plano de produção.

A.3.4 Processo: Realizar plano de produção

- Primeira rodada:
 - O tempo máximo sugerido para execução dessa atividade é de 15 minutos.
 - O período para planejamento da produção é Jan/03 a Dez/03.
 - Devem ser consideradas para elaboração do planejamento:
 - A previsão de vendas para o período.
 - Informações sobre a operação, tais como:
 - Custo de Capital ao Mês (%)
 - Capacidade máxima de Armazenagem
 - Capacidade Máxima de Produção
 - Custo fixo de armazenagem (R\$)
 - Custo Extra de Armazenagem (R\$)
 - Meta mensal de Estoque
 - Tipos de Demanda: Sazonal, Estável, Variável.
 - Informações sobre os produtos, tais como:
 - Estoque inicial
 - Custo mensal de estoque (R\$)
 - Custo da Mercadoria Vendida (CMV) (R\$)
 - Preço de Venda (R\$)
 - Lote mínimo de produção
 - Lote ideal de produção
 - Acréscimo de custo para lote de produção diferente do ideal.
- 2ª rodada
 - O tempo máximo sugerido para execução dessa atividade é de 10 minutos.
 - O período para planejamento da produção é Fev/03 a Jan/04.
 - Devem ser consideradas, para elaboração do planejamento, a previsão de vendas para o período, e as informações relacionadas na 1ª rodada.

- 3ª rodada
 - O tempo máximo sugerido para execução dessa atividade é de 10 minutos.
 - O período para planejamento da produção é Mar/03 a Fev/04.
 - Além do que foi avaliado na primeira e na segunda rodada, a equipe terá que decidir sobre a realização da manutenção preventiva na 3ª rodada:
 - Se decidir fazer a manutenção preventiva, a capacidade de produção é reduzida em 10% na terceira rodada.
 - Se decidir não fazer a manutenção preventiva, a capacidade de produção da 3ª rodada não é afetada. Em contrapartida, na 4ª rodada haverá uma quebra de máquina, que reduzirá a capacidade de produção em 25%.
- 4ª rodada
 - O tempo máximo sugerido para execução desta atividade é de 10 minutos.
 - O período para planejamento da produção é Abr/03 a Mar/04.
 - Além do que foi avaliado nas rodadas anteriores, a decisão sobre manutenção preventiva na 3ª rodada tem as seguintes consequências:
 - Se a decisão tomada foi fazer a manutenção preventiva na 3ª rodada, a capacidade de produção volta aos 100% na quarta rodada.
 - Se a decisão tomada foi não fazer a manutenção preventiva na 3ª rodada, a equipe é comunicada que houve uma quebra de máquina, que reduzirá a capacidade de produção da 4ª rodada em 25%.
- Procedimento
 - A Equipe de PCP informa o plano de produção para os próximos 12 meses. As seguintes informações são mostradas para orientar a atividade:
 - A previsão de vendas revisada, para os próximos 12 meses.
 - O estoque disponível de cada produto (estoque final do mês anterior).
 - Margem (R\$ mil) por unidade, calculada pela fórmula:

$$\text{Margem R\$ mil por unidade } P_n = \text{Preço Venda } P_n - \text{CMV Unitário } P_n$$
 - Valor do estoque (R\$ mil) por unidade
 - Para cada valor do plano de produção informado, fazer as seguintes validações:
 - O valor deve ser inteiro e \geq zero. Se não for, rejeita o valor digitado, e emite erro.
 - O valor deve ser múltiplo de Lote mínimo de produção P_n . Se não for, rejeita o valor digitado, e emite erro.
 - A soma dos valores planejados de cada mês não pode ultrapassar a Capacidade de

Produção do mês. Se ultrapassar, rejeita o valor digitado, e emite erro.

- À medida que o plano de produção vai sendo informado, os seguintes valores são calculados e mostrados na planilha:

- O Estoque disponível de cada produto (estoque final do mês anterior).
- O estoque final de cada produto, para cada mês, calculado por (3):

$$\begin{aligned} \text{Estoque final } P_n \\ = \text{Estoque final mês ant. } P_n + \text{Produção Planej. do mês } P_n \\ - \text{Vendas do mês } P_n \end{aligned} \quad (3)$$

- Margem (R\$ mil/unidade), calculada por (4):

$$\text{Margem R\$ mil por unidade } P_n = \text{Preço Venda } P_n - \text{CMV Unitário } P_n \quad (4)$$

- Margem (R\$ mil) por mês, para cada produto, calculada por (5):

$$\begin{aligned} \text{Margem mensal } P_n \\ = \text{Margem R\$ mil por unidade } P_n * \text{Previsão Vendas do mês } P_n \end{aligned} \quad (5)$$

- O estoque final de cada produto, para cada mês, calculado por (6):

$$\begin{aligned} \text{Estoque projetado } P_n \\ = \text{Estoque final mês ant. } P_n + \text{Produção Plan. } P_n \\ - \text{Vendas do mês } P_n \end{aligned} \quad (6)$$

- O Valor do Estoque (R\$ mil/unidade), para cada produto, calculado por (7):

$$\text{Valor Estoque R\$ mil por } P_n = \text{Custo Mensal Estoque } P_n \quad (7)$$

- O Valor Mensal do Estoque (R\$ mil), para cada produto, calculado por (8):

$$\text{Valor Mensal Estoque } P_n = \text{Custo Mensal Estoque } P_n \times \text{Estoque projetado } P_n \quad (8)$$

- Valores totais também são calculados e podem ser acessados, a saber:

- O Alcance do Estoque (em dias), para cada mês, calculado por (9):

$$\text{Alcance Estoque} = \frac{\sum_{n=1}^4 (\text{Estoque final } P_n)}{\sum_{n=1}^4 (\text{Previsão Vendas } P_n)} \times 30 \quad (9)$$

- O Alcance do Estoque de cada mês, terá a cor de fundo, de acordo com este valor:

- Amarela, para Alcance do Estoque > que meta (em dias de estoque) para o mês.
- Verde, para Alcance do Estoque < que a meta e > ou = Zero
- Vermelha, para Alcance do Estoque < zero

- Capacidade Máxima de Armazenamento, para cada mês, calculada por (10):

$$\begin{aligned} \text{Capacidade máxima de Armazenamento} \\ = \text{Capacidade máxima de armazenamento da empresa} \end{aligned} \quad (10)$$

- Quantidade Armazenada planejada, para cada mês, calculado por (11):

$$\text{Quantidade Armazenada planejada} = \sum_{n=1}^4 (\text{estoque final do produto } n) \quad (11)$$

- A Quantidade Armazenada planejada de cada mês, terá a cor de fundo, de acordo com este valor:
 - Verde, ara Quantidade Armazenada \leq capacidade máxima de armazenamento e $>$ que Zero
 - Amarela, para Quantidade Armazenada $>$ que capacidade máxima de armazenamento
 - Vermelha, para Quantidade armazenada $<$ zero.
- Capacidade de produção, para cada mês, calculado por (12):

$$\begin{aligned} \text{Capacidade de produção} \\ = \text{Parâmetro}[\text{Capacidade máxima produção empresa}] \end{aligned} \quad (12)$$

- Na 3ª rodada, para o mês março/03, calculada por (13) ou (14), de acordo com a opção escolhida para manutenção preventiva:

$$\begin{aligned} \text{Capacidade de produção} &= \text{Capacidade máxima produção empresa} \\ \text{para manutenção preventiva} &= \text{Não} \end{aligned} \quad (13)$$

$$\begin{aligned} \text{Capacidade de produção} &= \text{Capacidade máx. produção empresa} \times 0,9 \\ \text{para manutenção preventiva} &= \text{Sim} \end{aligned} \quad (14)$$

- Na 4ª rodada, para o mês abril/03 calculada por (15) ou (16), de acordo com a opção escolhida para manutenção preventiva:

$$\begin{aligned} \text{Capacidade de produção} &= \text{Capacidade máxima produção empresa} \times 0,75 \\ \text{para manutenção preventiva} &= \text{Não} \end{aligned} \quad (15)$$

$$\begin{aligned} \text{Capacidade de produção} &= \text{Capacidade máxima produção empresa} \\ \text{para manutenção preventiva} &= \text{Sim} \end{aligned} \quad (16)$$

- Capacidade de produção utilizada, para cada mês, calculada por (17):

$$\text{Capacidade Produção Utilizada} = \sum_{n=1}^4 \text{Produção Planejada Pn} \quad (17)$$

- EBIT Projetado, calculado por (18):

$$\text{EBIT} = (\text{Valor Total Vendas} - \text{CMV Total} - \text{Despesas Armaz.}) - \text{Custo Capital} \quad (18)$$

- Valor Total Vendas, calculado por (19)

$$\text{Valor Total das Vendas} = \sum_{n=1}^4 (\text{Valor Total das Vendas Pn}) \quad (19)$$

- Valor Total Vendas Pn, calculado por (20).

$$\begin{aligned} \text{Valor Total Vendas Pn} \\ = \text{Quantidade vendida Pn} \times \text{Parâmetro}[\text{Preço venda Pn}] \end{aligned} \quad (20)$$

- Quantidade Vendida Pn, calculado por (21) ou (22), de acordo com Estoque e Produção planejada.

$$\begin{aligned}
 \text{Quantidade vendida } P_n &= \text{Vendas planejadas } P_n \\
 p / \text{Vendas planejadas } P_n &\leq (\text{Estoque anterior } P_n \\
 &\quad + \text{Produção planejada } P_n)
 \end{aligned} \tag{21}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Quantidade vendida } P_n &= (\text{Estoque anterior de } P_n + \text{Produção planejada } P_n) \\
 p / \text{Vendas planejadas de } P_n &> (\text{Estoque anterior } P_n \\
 &\quad + \text{Produção planejada } P_n)
 \end{aligned} \tag{22}$$

- CMV Total, calculado por (23)

$$\text{CMV Total} = \sum_{n=1}^4 \text{CMV Mensal } P_n \tag{23}$$

- CMV Mensal P_n , calculado por (24).

$$\begin{aligned}
 \text{CMV Mensal } P_n &= \sum_{n=1}^4 (\text{Produção planejada } P_n \times \text{Parâmetro}[\text{CMV Unit } P_n] \\
 &\quad \times \text{Fator Ad. Custo } P_n)
 \end{aligned} \tag{24}$$

- Fator Adicional Custo P_n , calculado por (25) ou (26), dependendo da relação entre produção planejada e lote ideal de produção para o produto.

$$\begin{aligned}
 \text{Fator Ad. Custo } P_n &= 1 \\
 &\text{para Produção planejada } P_n \text{ múltiplo de lote ideal de prod } P_n
 \end{aligned} \tag{25}$$

- Despesas de Armazenamento, calculado por (26)

$$\begin{aligned}
 \text{Despesas de Armaz.} &= \frac{\text{Parâmetro}[\text{Custo fixo de armaz}] + \text{Custo variável de armazenamento}}{1000}
 \end{aligned} \tag{26}$$

- Custo variável de armazenamento, calculado por (27).

$$\begin{aligned}
 \text{Custo variável de armazenamento} &= \text{Parâmetro}[\text{Custo Extra Armaz por Unid.}] \times \text{Estoque excedente}
 \end{aligned} \tag{27}$$

- Estoque excedente, calculado por (28) ou (29), dependendo da relação entre Quantidade Armazenada planejada e Capacidade máxima de armazenamento.

$$\begin{aligned}
 \text{Estoque excedente} &= \text{Quant. Armaz. Planejada} \\
 &\quad - \text{Capacidade Máx. Armazenamento}
 \end{aligned} \tag{28}$$

$$\begin{aligned}
 &\text{para Qtd. Armaz. planejada} \\
 &\quad > \text{Capacidade máx. de armazenamento} \\
 \text{Estoque excedente} &= \text{zero}
 \end{aligned} \tag{29}$$

para Qtd. Armaz. planejada

≤ Capacidade máx. de armazenamento

- Custo de capital, calculado por (30)

$$\text{Custo de capital} = \sum_{n=1}^4 (\text{Custo de capital } P_n) \quad (30)$$

- Custo de capital P_n , calculado por (31) ou (32), de acordo com Estoque final do mês P_n .

Custo de capital P_n

= Estoque final do mês $P_n \times \% \text{custo capital a. m.}$

$\times \text{CMV } P_n$ (31)

para Estoque final do mês $P_n \geq \text{zero}$

Custo de capital $P_n = \text{ZERO}$

para Estoque final do mês $P_n < \text{zero}$ (32)

- Quando a Equipe de PCP informar que concluiu o plano de produção:
 - O programa verifica se todos os valores foram informados e são válidos, e emite uma mensagem em caso de erro.
 - Estando tudo preenchido corretamente, o plano de produção fica disponível para a próxima etapa:
 - Revisar o plano de produção, se o jogo estiver configurado com gerente de PCP.
 - Realizar reunião S&OP, caso não haja um gerente de PCP.

A.3.5 Processo: Revisar plano de produção

- O tempo máximo sugerido para execução dessa atividade é de 5 minutos.
- A Equipe e o Gerente de PCP revisam o plano de produção informado na etapa anterior, e o gerente de PCP pode fazer alterações.
- As mesmas informações disponíveis para realizar planejamento de produção estarão disponíveis nesta etapa.
- Quando o gerente de PCP informar que concluiu a revisão:
 - O programa verifica se todos os valores foram informados e são válidos, e emite uma mensagem em caso de erro.
 - Se os dados estão corretos, ficam disponíveis para a próxima etapa:
 - Realizar reunião S&OP.

A.3.6 Processo: Realizar reunião S&OP

- O tempo máximo sugerido para execução desta atividade é:
 - na 1ª rodada: 10 minutos.
 - na 2ª, 3ª e 4ª rodadas: 5 minutos.
- A Equipe e o Gerente de PCP e a Equipe e Gerente de Vendas realizam uma reunião para discutir ajustes na previsão de vendas e no plano de produção, buscando encontrar uma solução de consenso, de forma que restrições de produção e de demanda e excessos de capacidade ociosa possam ser acomodadas em ajustes consensuais tanto na previsão de vendas como no plano de produção.
- As mesmas informações disponíveis para realizar planejamento de produção estarão disponíveis nesta etapa.
- Quando as equipes informarem que a revisão foi concluída:
 - O programa verifica se todos os valores foram informados e são válidos, e emite uma mensagem em caso de erro.
 - Se os dados estiverem corretos, ficam disponíveis para a próxima etapa:
 - Gerar e avaliar relatórios de avaliação.

A.3.7 Processo: Gerar e avaliar relatórios de avaliação da rodada

- O tempo máximo sugerido para execução desta atividade é de 5 minutos.
- Informações a serem avaliadas pela Equipe e Gerente de Vendas, em conjunto com a Equipe e gerente de PCP:
 - Vendas “reais” do mês, para cada produto, informadas pelo Jogo.
 - Acurácia da Previsão de Vendas
 - O gráfico deve mostrar, para cada um dos meses da competição (janeiro a abril/03), a acurácia da previsão de vendas, calculada por (33), (34) ou (35), de acordo com a relação entre vendas reais e vendas planejadas.

$$\text{Acurácia do mês } m = 100\%$$

$$\text{para } \sum_{n=1}^4 \text{ABS}(\text{Vendas reais } P_n \text{ no mês } m - \text{Prev. Vendas } P_n \text{ do mês } m) = \text{ZERO} \quad (33)$$

$$\text{Acurácia do mês } m = 0\% \quad (34)$$

$$\begin{aligned}
& \text{para } \sum_{n=1}^4 ABS(\text{Vendas reais } Pn \text{ no mês } m - \text{Prev. Vendas } Pn \text{ do mês } m) \\
& \qquad \qquad \qquad > \sum_{n=1}^4 (\text{Vendas reais } Pn \text{ no mês } m) \\
& \text{Acurácia do mês } m \\
& = \frac{\sum_{n=1}^4 ABS(\text{Vendas reais } Pn \text{ no mês } m - \text{Prev. Vendas } Pn \text{ do mês } m)}{\sum_{n=1}^4 (\text{Vendas reais } Pn \text{ no mês } m)} \quad (35) \\
& \text{para } \sum_{n=1}^4 ABS(\text{Vendas reais } Pn \text{ no mês } m - \text{Prev. Vendas } Pn \text{ do mês } m) \\
& \qquad \qquad \qquad \leq \sum_{n=1}^4 (\text{Vendas reais } Pn \text{ no mês } m)
\end{aligned}$$

- Capacidade de Produção Utilizada:

- O gráfico deve mostrar, para cada um dos meses da competição (janeiro a abril/03), o percentual de utilização da capacidade produtiva, calculado de acordo com (36):

$$\% \text{ Utilização no mês} = \frac{\sum_{n=1}^4 \text{Produção Planejada } Pn}{\text{Capacidade de produção no mês}} \quad (36)$$

- Capacidade de produção no mês, calculada por (12), (13), (14),(15) ou (16), conforme definido anteriormente em “Realizar plano de produção”.

- Total Margem (Mil R\$):

- O gráfico deve mostrar, para cada um dos meses da competição (janeiro a abril/03), a Margem Total, em milhares de R\$, obtida com as vendas, calculada de acordo com (37).

$$\begin{aligned}
& \text{Margem mensal } Pn \\
& = \text{Margem R\$ mil por unidade } Pn * \text{Vendas Efetivas do mês } Pn \quad (37)
\end{aligned}$$

$$\text{Vendas Efetivas do mês } Pn = \text{Vendas Reais do mês } Pn$$

$$\text{para Vendas Reais do mês } Pn$$

$$\leq \text{Estoque final do mês anterior } Pn$$

$$+ \text{Produção Planejada } Pn$$

$$\text{Vendas Efetivas do mês } Pn$$

$$= \text{Estoque final do mês anterior } Pn + \text{Produção Planejada } Pn$$

$$\text{para Estoque final do mês anterior } Pn + \text{Produção Planejada } Pn \geq 0$$

$$\text{Vendas Efetivas do mês } Pn = 0$$

$$\text{para Estoque final do mês anterior } Pn + \text{Produção Planejada } Pn < 0$$

- Valor Total de Estoque (Mil R\$):

- O gráfico deve mostrar, para cada um dos meses da competição (janeiro a abril/03), o Valor Total do Estoque, em milhares de R\$, calculado como definido

anteriormente em “Realizar plano de produção”.

- Dias de Estoque:
 - O gráfico deve mostrar, para cada um dos meses da competição (janeiro a abril/03), a quantidade de dias de vendas que o estoque seria capaz de atender, contrapondo com a meta de dias de estoque estabelecida inicialmente para o jogo, calculado como apresentado anteriormente em “Realizar plano de produção”, como alcance de estoque, em (9).
- Acurácia da Previsão de Vendas
 - O gráfico deve mostrar, para cada um dos meses da competição (janeiro a abril/03), a acurácia da previsão de vendas, calculada por (33), (34) ou (35), como apresentado anteriormente nas informações a serem avaliadas pela equipe de vendas.
- EBIT após o custo de capital
 - O gráfico deve mostrar, para cada um dos meses da competição (janeiro a abril/03), O EBIT apurado no mês, calculado como apresentado anteriormente em “Realizar plano de produção”, em (18).
 - EBIT, ou “Earnings Before Interest and Taxes”, significa “lucro antes dos juros e tributos” (LAJIR).

A.3.8 Processo: Definição do grupo vencedor

- O Grupo Vencedor será aquele que conseguir alcançar o maior FCA acumulado. Havendo empate no FCA, o desempate será definido pelo maior EBIT. Persistindo o empate (FCA e EBIT), os grupos empatados dividem a vitória.
- O FCA (Acurácia da previsão) de cada grupo é calculado por (38), (39) ou (40), de acordo com a relação entre desvio de acurácia acumulado e vendas reais acumuladas.

$$FCA = 100\% \quad \text{para Desvio de acurácia acumulado} = 0 \quad (38)$$

$$FCA = 0\% \quad \text{para Desvio de acurácia acumulado} > \text{Vendas reais acumuladas} \quad (39)$$

$$FCA = \frac{\text{Desvio de acurácia acumulado}}{\text{Vendas reais acumuladas}} \quad \text{para Desvio de acurácia acumulado} \leq \text{Vendas reais acumuladas} \quad (40)$$

- Desvio de acurácia acumulado, calculado por (41):

$$\text{Desvio de Acurácia acumulado} = \sum_{m=1}^4 (\text{Desvio de acurácia do mês } m) \quad (41)$$

- Desvio de acurácia para cada mês, calculada por (42):

$$\begin{aligned} \text{Desvio de acurácia do mês } m \\ = \sum_{p=1}^4 \text{ABS}(\text{Vendas reais de } P_n \text{ no mês } m \\ - \text{Prev. Vendas } P_n \text{ no mês } m) \end{aligned} \quad (42)$$

- Vendas reais acumuladas, calculado por (43):

$$\text{Vendas reais acumuladas} = \sum_{p=1}^4 (\text{Vendas reais de Produto } p) \quad (43)$$

- Vendas reais do produto p, calculada por (44)(10):

$$\text{Vendas reais de Produto } p = \sum_{m=1}^4 (\text{Vendas reais do Produto } p \text{ no mês } m, \text{ ano } 03) \quad (44)$$

APÊNDICE B – ESTUDO PARA TELA DE ENTRADA DE DADOS DA PREVISÃO DE VENDAS

Para avaliar a viabilidade de operar o aplicativo em dispositivos móveis, foi elaborado um protótipo da tela de entrada de dados da previsão de vendas, como é apresentado na Figura 40.

Figura 40 – Estudo da tela de entrada de dados da previsão de vendas

Simulação ISOP - 1a Rodada

Gestão da Demanda
Gestão de Supply
Tomada de Decisão do Negócio

Atividade 3: Inserir a **Previsão de Vendas** entregue pelo departamento de Vendas.

Produto 1
Produto 2
Produto 3
Produto 4

Janeiro	Fevereiro	Março	Abril
Maior	Junho	Julho	Agosto
Setembro	Outubro	Novembro	Dezembro

VISÃO GERAL

JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ
999	999	999	999	999	999	999	999	999	999	999	999
999	999	999	999	999	999	999	999	999	999	999	999
999	999	999	999	999	999	999	999	999	999	999	999
999	999	999	999	999	999	999	999	999	999	999	999

1

2

3

4

5

6

7

8

9

← x

0

←

Simulação ISOP - 1a Rodada

Gestão da Demanda
Gestão de Supply
Tomada de Decisão do Negócio

Atividade 3: Inserir a **Previsão de Vendas** entregue pelo departamento de Vendas.

JAN - MAR
ABR - JUN
JUL - SET
OUT - DEZ

Fabrio Top	Horas	Horas	Horas
Standark Top	Horas	Horas	Horas
Porquestra	Horas	Horas	Horas
Quirate	Horas	Horas	Horas

JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ
999	999	999	999	999	999	999	999	999	999	999	999
999	999	999	999	999	999	999	999	999	999	999	999
999	999	999	999	999	999	999	999	999	999	999	999
999	999	999	999	999	999	999	999	999	999	999	999

1

2

3

4

5

6

7

8

9

← x

0

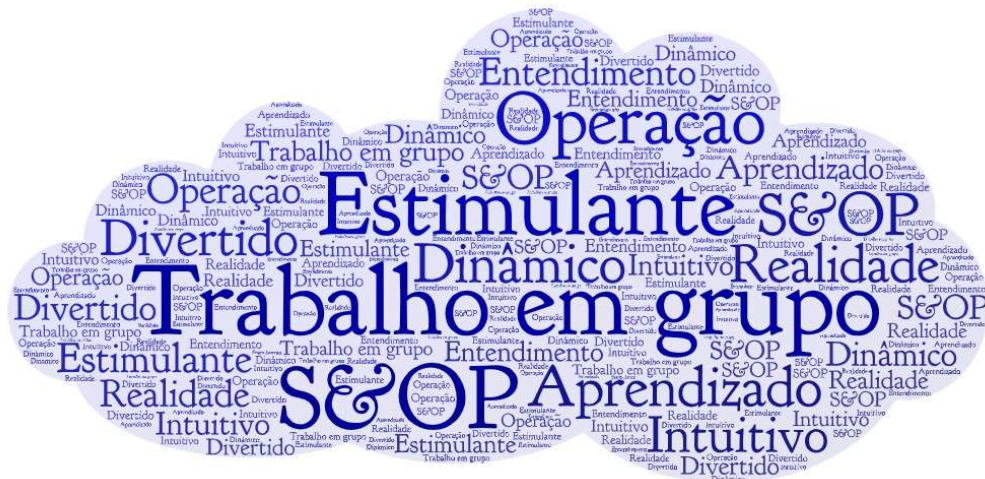
←

Fonte: Elaborado pelo autor.

APÊNDICE C – PONTOS POSITIVOS RELATADOS PELOS ESTUDANTES

O Quadro 12, a seguir, relaciona as indicações feitas pelos estudantes de pontos positivos da sua participação na dinâmica. Procurou-se estabelecer uma relação desses pontos positivos com o questionário de motivação. Cada ponto positivo indicado pelos estudantes também foi sintetizado em uma palavra-chave que melhor exprimisse seu significado, de forma a possibilitar a ilustração da frequência dessas palavras-chave em uma nuvem de palavras, apresentada na Figura 41.

Figura 41 – Nuvem de palavras relativas aos pontos positivos indicados pelos estudantes.



Fonte: Elaborado pelo autor.

O Quadro 11 resgata as afirmações do questionário de avaliação da motivação (Quadro 4), para facilitar a compreensão do Quadro 12.

Quadro 11 – Afirmações do questionário de avaliação da motivação

CrITÉrio	Questão
Atenção	A1. O jogo prendeu minha atenção. A2. As telas do jogo são atraentes. A3. As informações nas telas do jogo me ajudaram. A4. O jogo estimulou minha curiosidade. A5. Eu aprendi coisas interessantes. A6. A dinâmica do jogo é estimulante.
Relevância	R1. Finalizar o jogo foi empolgante. R2. O conteúdo do jogo despertou meu interesse. R3. O tema da dinâmica será útil para mim.
Confiança	C1. A dinâmica do jogo foi fácil de entender. C2. A leitura do manual do jogo me ajudou na execução do jogo. C3. A dinâmica do jogo me ajudou a entender S&OP.
Satisfação	S1. Tive satisfação em participar das rodadas do jogo. S2. O jogo me fez querer saber mais sobre S&OP.

Fonte: Elaborado pelo autor.

Os estudantes são identificados pelas iniciais, seguidas da abreviação do curso: Esp – Especialização em Gestão da Produção; Mat, Engenharia de Materiais; Mcn, Engenharia Mecânica; e, Prd, Engenharia de Produção.

Quadro 12 – Pontos positivos da dinâmica, indicados pelos estudantes

(continua)

Estudante	Ponto positivo	Palavra-chave	A1	A2	A3	A4	A5	A6	R1	R2	R3	C1	C2	C3	S1	S2
AC Esp	Interação com colegas da sala	Trabalho em grupo						x								
AC Esp	Aprendizagem para prever vendas mensais	S&OP			x				x	x				x		
AC Esp	Interesse em ver o resultado final	Estimulante							x							
BP Esp	O tema	S&OP							x	x				x		
BP Esp	Colocar na prática o que observamos nas aulas teóricas	Realidade					x		x	x						
BP Esp	Ver a dinâmica de 2 setores diferentes da indústria que trabalham com informações e objetivos secundários diferentes.	Realidade						x	x	x				x		
DY Esp	Dinâmica entre os participantes	Trabalho em grupo						x	x							
DY Esp	Tema proposto foi atual.	S&OP							x	x				x		
EL Esp	Conhecimento sobre as áreas	Aprendizado			x		x							x		
EL Esp	Dificuldades	Realidade						x								
EL Esp	Visão sistêmica	Aprendizado			x		x							x		
GA Esp	Técnica	Operação														
GA Esp	Habilidade	Operação														
GA Esp	Trabalho em grupo	Trabalho em grupo						x	x							
GF Esp	Dinâmico	Dinâmico	x					x								
GF Esp	Cria integração entre os participantes	Trabalho em grupo						x				x				
GF Esp	Funciona muito bem	Operação	x	x												
GG Esp	Integração	Trabalho em grupo						x								
GG Esp	Empolgante	Estimulante	x			x	x	x								
GG Esp	Dinâmico	Dinâmico	x					x								
GH Esp	Dinâmica	Estimulante						x	x						x	
GH Esp	Conteúdo	S&OP								x				x		x
GH Esp	Interatividade	Trabalho em grupo						x								
IB Esp	Similaridade com a vida real na empresa	Realidade								x				x		
IB Esp	Interação em grupo	Trabalho em grupo						x								
IB Esp	Conhecimento do processo de planejamento de demanda	Aprendizado			x				x	x				x		
JL Esp	Tomada de decisão	Realidade					x	x		x						
JL Esp	Pensamento rápido	Dinâmico					x	x		x						
JL Esp	Diálogo com os participantes	Trabalho em grupo						x	x							

Quadro 12 – Pontos positivos da dinâmica, indicados pelos estudantes

(continuação)

Estudante	Ponto positivo	Palavra-chave	A1	A2	A3	A4	A5	A6	R1	R2	R3	C1	C2	C3	S1	S2
ES Mat	Achei bem legal, deu para conhecer um pouco, o jogo deu para a gente ver um pouquinho. Que eu vejo mais na teoria essa parte PCP [disciplina teórico de PCP], e onde eu faço estágio. O jogo me ajudou a entender o papel do PCP de discutir o plano de vendas e não o de apenas aceitá-lo diretamente, entendi que posso argumentar e reconheço que não entendia que isso era possível antes.	S&OP						x						x	x	
ES Mat	Achei bem interessante, que a gente acaba conhecendo mais coisas.	Aprendizado					x	x							x	
JF Mat	Foi legal o jogo, é um modo diferente de aprender.	Estimulante						x							x	
JF Mat	Gostei bastante, foi um bom aprendizado para todos nós.	Aprendizado					x									
JV Mat	Gostei bastante. Muito bem feito. Parabéns. Ficou bem legal.	Estimulante						x							x	
JV Mat	Considerando o que o colega falou, das duas equipes ficarem juntas, e o que vocês explicaram, acho que as equipes têm que ficar separadas mesmo. No trabalho, as equipes trabalham separadas. E o jogo simula bem essa parte.	Realidade								x				x		
JV Mat	Parabéns, ficou muito bom.	Estimulante						x							x	
MB Mat	Jogo foi bem interessante. Foi uma boa forma de aprender.	Aprendizado						x							x	
RF Mat	Gostei bastante da atividade.	Estimulante	x												x	
RF Mat	Dúvida quanto à aplicabilidade do processo S&OP. Uma coisa é trabalhar numa empresa grande, como a Gerdau, a Basf, que tem uma programação de venda e produção. Outra é uma empresa pequena, onde não há essa previsibilidade. A produção tem que reagir às vendas que estão acontecendo, não dá para conhecer antecipadamente o que vai acontecer ao longo do ano.	S&OP									x					
RF Mat	É legal também sair do teórico e ir para a prática. ajuda bastante a aprender.	Aprendizado					x								x	
TT Mat	Assim como muitos comentaram, eu também estava meio perdido no começo, mas foi legal. Deu para ir entendendo conforme a gente foi fazendo. No final, quando juntou tudo, ficou 100% claro.	Aprendizado					x					x				
TT Mat	Ficou muito bom. Parece que deu bastante trabalho, mas o resultado ficou bem legal	Estimulante	x					x		x						
VL Mat	Achei que ficou bem legal. Foi bem interessante fazer, mas na prática o que a gente estava vendo em aula.	Aprendizado												x	x	
AB Mcn	Exibição dos resultados finais e possibilidade de melhoria nas próximas rodadas	Entendimento			x					x						
AB Mcn	Simples preenchimento das planilhas	Operação			x							x				
AB Mcn	Nos "dá" o poder de tomar decisões, como a quantidade esperada de vendas e quanto produzir para os próximos meses.	Entendimento						x						x		X
GA Mcn	É bom para interagir com as pessoas	Trabalho em grupo						x								
GA Mcn	Entender sobre S&OP na prática	S&OP					x							x		
GA Mcn	Diversão	Divertido						x							x	

Quadro 12 – Pontos positivos da dinâmica, indicados pelos estudantes

(continuação)

Estudante	Ponto positivo	Palavra-chave	A1	A2	A3	A4	A5	A6	R1	R2	R3	C1	C2	C3	S1	S2
GB Mcn	Interação entre os estudantes	Trabalho em grupo														
GB Mcn	Trabalho em grupo	Trabalho em grupo						x							x	
GB Mcn	Dinamismo	dinâmico						x								
GM Mcn	Automação simples de entender	Entendimento			x			x				x				
GM Mcn	Fácil manejo	Operação										x				
GM Mcn	Conteúdo didático	Entendimento					x							x		
GR Mcn	Aprender fazendo	Aprendizado	x					x			x			x		
GR Mcn	Balões com informações para ajudar o andamento	Entendimento		x	x											
GR Mcn	Interatividade	Operação						x								
HA Mcn	Interação em grupo	Trabalho em grupo													x	
HA Mcn	Pensamento rápido	dinâmico	x					x								
HA Mcn	Aprendizado de S&OP	S&OP												x		
JM Mcn	Estímulo	Estimulante						x								
JM Mcn	Curiosidade	Estimulante	x			x				x						
JM Mcn	Diversão	Divertido						x							x	
JV Mcn	As planilhas e os macros eram interessantes	Operação		x			x									
LC Mcn	Atiça a curiosidade sobre o tema	S&OP				x										X
LC Mcn	É empolgante	Estimulante	x			x		x	x	x						
LC Mcn	Intuitivo.	Intuitivo			x		x					x				
MV Mcn	Necessidade de discussão em grupo	Trabalho em grupo								x						
MV Mcn	Boa visualização dos resultados	Operação		x												
MV Mcn	Espírito de competição	Estimulante						x	x							
PH Mcn	Uma aplicação dos conceitos vistos em aula	S&OP					x				x					
PH Mcn	Planilha dinâmica e didática	Operação										x				
PH Mcn	Mostra uma visão de concorrência de mercado que eu ainda não tinha visto	Realidade					x			x	x					
CM Prd	Aprender na prática	Aprendizado					x							x		
GL Prd	Aprender sobre S&OP	S&OP												x		
GL Prd	Desenvolver estratégias sobre estoque e produção	Aprendizado					x							x		
GL Prd	Entender mais sobre a dependência entre os setores de uma empresa para não haver prejuízo	S&OP					x				x			x		
GN Prd	O tema é de extrema relevância, provavelmente eu devo encontrar isso na empresa e eu já estarei com alguns conceitos mais claros.	S&OP									x					
GN Prd	O jogo foi bem feito, os <i>scripts</i> , as tabelas, muito legais na questão da automatização.	Operação						x							x	
LB Prd	A dinâmica em grupos, o tempo, dá para entender bem o conceito ensinado	Trabalho em grupo												x		
MR Prd	A dinâmica do jogo foi bastante interessante	Estimulante						x								
MR Prd	A programação que possibilitou a execução da dinâmica citada	Operação				x				x						

Quadro 12 – Pontos positivos da dinâmica, indicados pelos estudantes

(conclusão)

Estudante	Ponto positivo	Palavra-chave	A1	A2	A3	A4	A5	A6	R1	R2	R3	C1	C2	C3	S1	S2
MR Prd	Da forma como o jogo foi estruturado ficou praticamente intuitiva a percepção da relação entre os setores de PCP e de Vendas.	Aprendizado										x		x		
MV Prd	Adequamos da melhor forma tomando decisão em grupo	Trabalho em grupo					x									
MV Prd	Interatividade com outra área	Trabalho em grupo					x	x								
PP Prd	O uso de gamificação torna o ensino bem mais interessante	Estimulante	x			x	x	x		x						
PP Prd	O jogo foi focado em trabalho em equipe e discussão, o que estimula a oratória em grupo e participação no geral	Trabalho em grupo	x					x			x				x	
PP Prd	O uso de apenas uma planilha acaba simplificando a execução do jogo.	Operação			x							x				
RA Prd	A dinâmica	Operação												x		
RA Prd	O tema	S&OP								x				x		
RA Prd	A forma que foi proposto	Estimulante						x							x	
VY Prd	Ver a acurácia das nossas previsões	Entendimento			x											
VY Prd	Ver como funciona o planejamento de produção	Aprendizado					x			x				x		
VY Prd	Ser possível discutir as decisões em grupo	Trabalho em grupo						x							x	

Fonte: Elaborado pelo autor.

APÊNDICE D – PONTOS DE MELHORIA RELATADOS PELOS ESTUDANTES

O Quadro 13, a seguir, relaciona as indicações feitas pelos estudantes de melhorias desejáveis na condução da dinâmica.

Os estudantes são identificados pelas iniciais, seguidas da abreviação do curso: Esp, Especialização em Gestão da Produção; Mat, Engenharia de Materiais; Mcn, Engenharia Mecânica; Prd, Engenharia de Produção.

Quadro 13 – Melhorias desejadas da dinâmica, indicadas pelos estudantes

(continua)

Estudante	Opinião	Palavra-chave
AC Esp	Como os tempos são curtos, colocar o pessoal de PCP junto com o de Vendas	Organização das equipes
BP Esp	O processo de divisão dos grupos tem que ser feito antes	Organização das equipes
BP Esp	Avisar que o líder do grupo precisa saber abrir reunião no Google Meet, ter uma boa conexão com a internet, pois terá que abrir várias abas do jogo.	Organização das equipes
BP Esp	Disponibilizar o manual e as informações básicas do jogo com antecedência para que os estudantes já cheguem para a dinâmica mais bem preparados e com as dúvidas já elaboradas para que a dinâmica flua melhor.	Tutorial prévio
DY Esp	Enviar os PDFs com antecedência iriam ajudar na dinâmica do jogo	Tutorial prévio
DY Esp	A criação das salas já poderia ter sido feita.	Organização das equipes
GA Esp	O tempo de 15 minutos é extremamente pouco para definição das ações	Duração
GF Esp	Passar as regras no dia no início do jogo para leitura antecipada e entendimento das regras	Tutorial prévio
GF Esp	Disponibilizar como material de apoio um vídeo com tutorial de jogabilidade	Tutorial prévio
GG Esp	Dificuldade em entender e aplicar os conceitos de gestão devido o pouco tempo e ter sido <i>online</i>	Duração
GH Esp	Disposição prévia do manual do jogo	Tutorial prévio
JL Esp	Tempo maior nas etapas	Duração
LG Esp	Melhora da interface do jogo	Interface
LG Esp	Um detalhamento maior das regras.	Manual do jogo
LM Esp	Disponibilização do manual para leitura de todos anteriormente	Tutorial prévio
LM Esp	Disponibilização de um jogo teste para todos.	Jogo teste
PC Esp	As rodadas contêm muitas informações, necessitando de mais tempo.	Duração
PC Esp	Seria também interessante se os grupos e a pessoas que seriam responsáveis pelas salas dos grupos já terem sido escolhidas anteriormente.	Organização das equipes
RJ Esp	Poderia ser mais dinâmico. Ficamos muito tempo parados esperando a jogada da outra equipe.	Organização
RC Esp	Organização dos grupos	Organização das equipes
RC Esp	As informações serem mais claras e resumidas	Manual do jogo
SF Esp	Mais tempo.	Duração
WR Esp	Outra plataforma. Trocar os links dificulta o acompanhar as sequencias.	Interface
AT Mat	Sugestão: ao invés de dividir, deixe PCP e Vendas na mesma sala. Todos poderiam participar dos 2 lados do exercício. Para quem está aprendendo, consegue enxergar os dois lados, e aprender muito mais	Organização das equipes
HM Mat	Sugestão, com relação aos botões, deveria ter um planejamento melhor. Por exemplo, alguém clicou no botão errado e o jogo começou antes da hora. Perdeu-se uns 10 minutos para restaurar.	Interface

Quadro 13 – Melhorias desejadas da dinâmica, indicadas pelos estudantes

(conclusão)

Estudante	Opinião	Palavra-chave
JF Mat	Fiquei um pouco confuso no começo. Concordo com o colega, os botões as vezes confundem.	Interface
JV Mat	No jogo, poderia alternar as equipes de uma rodada para outra.	Organização das equipes
RF Mat	O que eu senti mais dificuldade, foi com o tempo. A falta de familiaridade com o processo, faz com que o tempo passe muito rápido.	Duração
RF Mat	Tempo passa mais rápido do que gente percebe.	Duração
RF Mat	Que tal um sinal sonoro a cada 5 minutos?	Duração
TS Mat	Eu achei bastante interessante, mas, como o colega falou, a gente não tinha noção do tempo.	Duração
TS Mat	Sugestão: Precisaria ter um relógio na tela.	Duração
TS Mat	O controle do tempo é uma coisa que a equipe tem que se organizar para gerenciar.	Duração
VL Mat	E acredito que, nas próximas vezes, a gente vai fazer melhor. Agora que já fizemos uma vez e já temos uma noção de como é.	
GB Mcn	Planejamento na divisão dos grupos e tarefas.	Organização das equipes
GM Mcn	Melhorias na divisão	Organização das equipes
GM Mcn	Automação dos grupos.	Organização das equipes
GA Mcn	Talvez mais tempo para executar o jogo melhor.	Duração
GR Mcn	Melhora no formato de divisão dos grupos	Organização das equipes
GR Mcn	Estruturar melhor a explicação antes de começar a separar os grupos	Apresentação
HA Mcn	Otimizar a organização do jogo (muita demora e confusão para configurar os grupos e planilhas).	Organização das equipes
LC Mcn	Explicação sobre seu uso deveria ser mais breve, deveria, por exemplo, ser preparado um material de fácil leitura para isso.	Manual do jogo
MV Mcn	Melhorar layout e acessibilidade	Interface
PS Mcn	Mais agilidade na hora da separação de grupos	Organização das equipes
PS Mcn	Explicação mais clara do passo a passo.	Apresentação
PH Mcn	A organização dos grupos pode melhorar, no quesito de convites para sala de discussão e substituição dos ausentes	Organização das equipes
GL Prd	Aumentar o tempo de preenchimento das tabelas	Duração
GN Prd	O jogo parece ser bem legal, mas acho que na nossa dinâmica as coisas ficaram muito confusas, o tempo foi muito mal otimizado e, dessa vez, a didática deixou um pouco a desejar.	Duração
MR Prd	Talvez um tempo maior para podermos planejar as vendas e as produções. Foram fornecidas diversas informações sobre o cenário proposto, porém muitas delas não chegaram a ser consideradas em virtude da restrição de tempo.	Duração
MV Prd	Um layout mais atrativo talvez.	Interface
MV Prd	Um vídeo explicativo	Tutorial prévio
PP Prd	No material didático de PCP pode ser interessante mostrar como alguns fatores da planilha influenciam outros, e principalmente o que é o "alcance de estoque"	Manual do jogo
VY Prd	Dividir a dinâmica em duas aulas, começando no horário de aula	Duração

Fonte: Elaborado pelo autor.

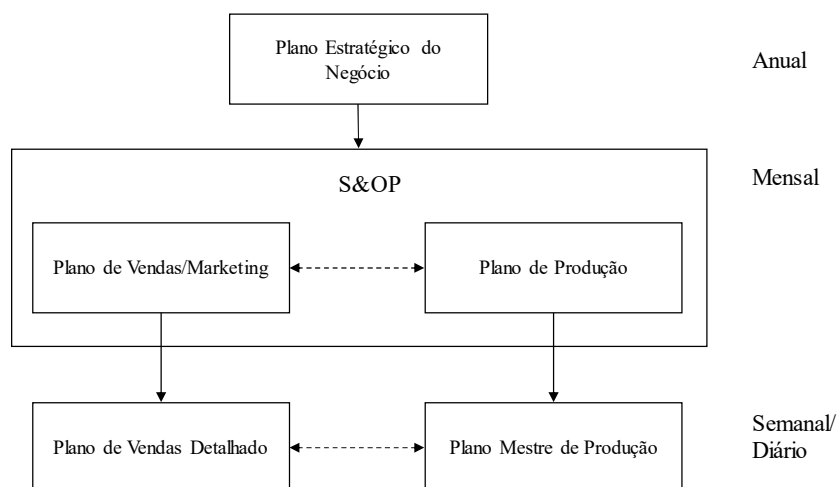
APÊNDICE E – INFORMAÇÕES ADICIONAIS SOBRE S&OP

Planejar a produção, de forma a responder rapidamente às mudanças da demanda em um mercado em constante evolução, é uma necessidade das empresas. Na década de 1950, a equipe liderada por Holt, Modigliani, Muth e Simon, que também incluía Bonini e Winters, desenvolveu os fundamentos desse trabalho, sob a denominação “Planejamento Agregado da Produção” (APP – *Aggregate Production Planning*). Ao longo dos anos, essa formulação inicial evoluiu para um importante processo de negócios conhecido como Planejamento de Vendas e Operações ou S&OP (SINGHAL; SINGHAL, 2007).

S&OP é um processo para desenvolver planos táticos que forneçam à gestão a capacidade de direcionar estrategicamente seus negócios para obter vantagem competitiva em uma base contínua, integrando planos de *marketing* focados no cliente, para produtos existentes ou novos, com a gestão da cadeia de suprimentos. O processo reúne todos os planos para o negócio (vendas, *marketing*, desenvolvimento, manufatura, compras e financeiro) em um conjunto integrado de planos. É realizado pelo menos uma vez por mês e é revisado pela administração a um nível agregado (família do produto). O processo deve conciliar todos os planos de oferta, demanda e novos produtos tanto nos níveis de detalhes quanto agregados e ligados ao plano de negócios. É a versão definitiva dos planos da empresa para o curto e médio prazo, cobrindo um horizonte suficiente para planejar recursos e apoiar o processo anual de planejamento empresarial. Executado corretamente, o processo de Planejamento de Vendas e Operações conecta os planos estratégicos para o negócio com sua execução e revisa medições de desempenho para melhoria contínua (BLACKSTONE, 2013, p.154).

O processo começa com o departamento de vendas, que compara a demanda real com o plano de vendas, avalia o potencial do mercado, e prevê a demanda futura. A previsão de vendas atualizada é então comunicada ao Planejamento da Produção, que ajusta o seu plano de produção para apoiar o plano revisado (ARNOLD; CHAPMAN; CLIVE, 2011). As etapas do S&OP estão ilustradas na Figura 42.

Figura 42 – Planejamento de Vendas e Operações



Fonte: Arnold, Chapman e Clive (2011).

Thomé *et al.* (2012), com base na análise dos 55 artigos revisados, agruparam os objetivos das empresas, ao implantar o processo de S&OP, nas seguintes categorias:

- Alinhamento e integração, abrangendo objetivos, tais como: alinhamento e integração vertical, alinhar e equilibrar demanda e suprimentos, alinhar diferentes funções da empresa, alinhar e integrar planos, refinar, ajustar e melhorar planos funcionais, alinhamento horizontal na cadeia de suprimentos.
- Melhoria operacional, englobando os seguintes objetivos: melhorar a previsão, melhorar o desempenho operacional, reduzir e gerenciar estoques e falta de estoque, gerenciar, equilibrar, alinhar volume e *mix*, gerenciar, equilibrar, alinhar recursos de capacidade, gerenciar restrições, gerenciar incertezas e riscos, alocar recursos críticos, otimizar a capacidade de fornecimento, ajudar na introdução de novos produtos, medir a criação de valor, medir e revisar o desempenho dos negócios.
- Resultados focados em uma única perspectiva, que reúnem os objetivos de: melhorar o desempenho da cadeia de suprimentos e dos negócios, melhorar a receita, melhorar o atendimento ao cliente, minimizar os custos da cadeia de suprimentos e negócios, minimizar a distorção da demanda, realizar gerenciamento e precificação de rendimento.
- Resultados baseados em trade-offs, que agrupam objetivos, tais como: aumento e otimização dos lucros da empresa, otimização do atendimento ao cliente *versus* estoque, atendimento à demanda com estoque reduzido, atendimento às necessidades do cliente com custo mínimo.

- Resultados finais, que resumizam a busca de: retorno sobre lucro bruto, retorno sobre o patrimônio líquido, retorno sobre lucro bruto no estoque, ganhos na rentabilidade da empresa e produto, ganhos nas margens de contribuição.

A adoção do processo S&OP proporciona alguns benefícios (CORRÊA; GIANESI; CAON, 2018; WALLACE, 2001), quais sejam:

- fornece um meio de gerenciar as mudanças em vez de reagir a elas depois que acontecem;
- obriga a administração a revisar mensalmente o plano, levando-a a uma melhor posição para planejar mudanças;
- garante que os vários planos de departamento sejam realistas, coordenados e apoiem o plano de negócios;
- permite um melhor gerenciamento da produção, estoques e pendências.

Para atingir tais benefícios, de acordo com Lapide (2004), os fatores que fazem o processo S&OP ser bem sucedido são:

- Reuniões rotineiras e frequentes, com uma agenda estruturada.
- Preparação prévia das informações para apoiar as reuniões.
- Participação ativa e com poder de decisão de gestores tanto da demanda (Vendas, Serviços ao cliente, *Marketing*), como do fornecimento (Manufatura, Logística, Compras, Suprimentos), e também de Finanças.
- Comitê organizador, imparcial e responsável, para disciplinar o processo.
- Processo colaborativo interno, buscando consenso e responsabilidade.
- Previsão de demanda imparcial, que seja a base para iniciar o processo.
- Planejamento conjunto de Produção e de Demanda, capaz de ajustar a demanda ou a oferta rapidamente, e possam aproveitar potenciais oportunidades de receita que poderiam ser geradas aproveitando as capacidades oportunistas e/ou excedentes de produção.
- Medição do processo de S&OP para que possa ser melhorado por meio da aprendizagem ao longo do tempo.
- Suporte por tecnologia integrada de planejamento de demanda e produção, que permita, inclusive, o uso de informações externas para o processo, obtidas pelo compartilhamento de dados de clientes e fornecedores.

A adoção de um processo S&OP vai evoluindo à medida que esses fatores vão sendo alcançados e pode ser compreendida nos seguintes estágios (LAPIDE, 2005):

- Processo marginal
- Processo rudimentar
- Processo clássico
- Processo ideal.

O modelo de maturidade, apresentado na Figura 43, é uma visão esquemática de como o processo S&OP pode evoluir, desde sua implantação, e compreende quatro estágios de evolução. O primeiro estágio representa o processo menos avançado, e o último, o mais avançado. Frequentemente o último estágio de maturidade é praticamente inatingível, tornando-se, desta forma, um modelo ideal que as empresas se esforçam para alcançar, uma referência para comparar seu progresso ao longo do tempo (LAPIDE, 2005).

Figura 43 – Modelo de maturidade do processo de S&OP em quatro estágios

Estágio 1 Processo Marginal	Estágio 2 Processo rudimentar	Estágio 3 Processo clássico	Estágio 4 Processo ideal
<u>Reuniões informais</u> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Agendamento esporádico <u>Processo desconexo</u> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Plano de demanda desconexo e separado ▪ Plano de produção não alinhado ao de demanda <u>Baixo uso de sistemas</u> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Multiplicidade de planilhas 	<u>Reuniões formais</u> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Agendamento rotineiro ▪ Comparecimento e participação irregular <u>Processo interfaceado</u> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Planos de demanda conciliados ▪ Planos de produção alinhados aos de demanda. <u>Sistemas independentes interfaceados</u> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Sistema de planejamento de demanda independente ▪ Sistema APS de plantas múltiplas independente ▪ Interface entre sistemas unidirecional 	<u>Reuniões formais</u> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Comparecimento e participação total <u>Processo integrado</u> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Planos de demanda e produção alinhados conjuntamente ▪ Colaboração externa com determinados fornecedores e clientes <u>Sistemas integrados</u> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Sistemas integrados de planejamento de demanda e de suprimentos ▪ Informações externas trazidas manualmente para o processo 	<u>Reuniões definidas por eventos</u> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Marcadas para avaliar uma alteração ou para analisar desequilíbrio entre produção e demanda <u>Processo ampliado</u> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Planos de demanda e produção alinhados interna e externamente. ▪ Colaboração externa com a maioria dos fornecedores e clientes. <u>Processo ampliado</u> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Aplicativos avançados de S&OP ▪ <i>Software</i> colaborativo externo integrado ao sistema interno de planejamento de suprimento e demanda

Fonte: Lapide (2005).