Despertando o potencial dos alunos através da motivação e envolvimento no processo de aprendizagem por meio de jogos com propósito:

Estudos na engenharia

Organizadores

Marcele Elisa Fontana · Vilmar Santos Nepomuceno

Wesley Douglas Oliveira Silva · Janaina Moreira de Meneses

Armando Dias Duarte

Pedro & João editores

Despertando o potencial dos alunos através da motivação e envolvimento no processo de aprendizagem por meio de jogos com propósito:

Estudos na engenharia

Pedro & João
editores

Marcele Elisa Fontana
Vilmar Santos Nepomuceno
Wesley Douglas Oliveira Silva
Janaina Moreira de Meneses
Armando Dias Duarte
(Organizadores)

Despertando o potencial dos alunos através da motivação e envolvimento no processo de aprendizagem por meio de jogos com propósito:

Estudos na engenharia

Pedro & João
editores

Copyright © Autoras e autores

Todos os direitos garantidos. Qualquer parte desta obra pode ser reproduzida, transmitida ou arquivada desde que levados em conta os direitos das autoras e dos autores.

Marcele Elisa Fontana; Vilmar Santos Nepomuceno; Wesley Douglas Oliveira Silva; Janaina Moreira de Meneses; Armando Dias Duarte [Orgs.]

Despertando o potencial dos alunos através da motivação e envolvimento no processo de aprendizagem por meio de jogos com propósito: Estudos na engenharia. São Carlos: Pedro & João Editores, 2025. 143p. 16 x 23cm.

ISBN: 978-65-265-1728-4 [Impresso]
978-65-265-1729-1 [Digital]

1. Educação. 2. Gamificação. 3. Jogos com propósito. 4. Engenharia. I. Título.

CDD – 370

Capa: Luidi Belga Ignacio
Ficha Catalográfica: Hélio Márcio Pajeú – CRB - 8-8828
Revisão: Loudes Kaminski
Diagramação: Diany Akiko Lee
Editores: Pedro Amaro de Moura Brito & João Rodrigo de Moura Brito

Conselho Editorial da Pedro & João Editores:
Augusto Ponzio (Bari/Itália); João Wanderley Geraldi (Unicamp/Brasil); Hélio Márcio Pajeú (UFPE/Brasil); Maria Isabel de Moura (UFSCar/Brasil); Maria da Piedade Resende da Costa (UFSCar/Brasil); Valdemir Miotello (UFSCar/Brasil); Ana Cláudia Bortolozzi (UNESP/Bauru/Brasil); Mariangela Lima de Almeida (UFES/Brasil); José Kuiava (UNIOESTE/Brasil); Marisol Barenco de Mello (UFF/Brasil); Camila Caracelli Scherma (UFFS/Brasil); Luís Fernando Soares Zuin (USP/Brasil); Ana Patrícia da Silva (UERJ/Brasil).

Pedro & João Editores
www.pedroejoaoeditores.com.br
13568-878 – São Carlos – SP
2025

AGRADECIMENTOS

Agradecimento especial aos alunos que participaram ativamente no desenvolvimento dos jogos e elaboração de conteúdo deste livro, bem como aqueles que vivenciaram a experiência de jogar os jogos.

Agradecemos, também, ao apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) (Código de Financiamento 001); à Universidade Federal de Pernambuco (Edital Propesqi nº 05/2024, Edital Propesqi/Propg nº 06/2024 e Edital PIBExt nº 03/2024) e ao Programa de Pós-Graduação em Gestão, Inovação e Consumo (PPGIC).

Por fim, agradecemos aos projetos e grupos de pesquisa parceiros:

SUMÁRIO

ÍNDICE DE ILUSTRAÇÕES 11
APRESENTAÇÃO 13
1. JOGOS COM PROPÓSITO NA EDUCAÇÃO 15
1.1. O QUE SÃO JOGOS COM PROPÓSITO? 15
1.2. POR QUÊ JOGOS NO ENSINO SUPERIOR EM ENGENHARIA? 17
1.3. MODELO PARA ELABORAR JOGOS COM PROPÓSITO 20
1.3.1. Plano do jogo 21
1.3.2. Jogar – desenvolvendo o jogo 21
1.3.3. Verificar a experiência e Agir nas melhorias 22
2. GESTÃO AMBIENTAL 23
2.1. O QUE É GESTÃO AMBIENTAL CORPORATIVA? 23
2.2. O QUE É ECONOMIA CIRCULAR? 24
2.2.1. Jogo - Sustainability Bank 27
2.2.1.1. Descrição e regras do jogo 28
2.2.1.2. A experiência de jogar 32
2.3. O QUE É GESTÃO RESÍDUOS? 35
2.3.1. Jogo - Arena REEE 36
2.3.1.1. Descrição e regras do jogo 37
2.3.1.2. A experiência de jogar 43
3. ENGENHARIA DE PRODUÇÃO 46
3.1. O QUE É ENGENHARIA DA PRODUÇÃO? 47
3.2. JOGO - TRILHA DA PRODUÇÃO 48
3.2.1. Descrição e regras do jogo 49
3.2.2. A experiência de jogar 51
4. GESTÃO DA PRODUÇÃO 55
4.1. PLANEJAMENTO E CONTROLE DA PRODUÇÃO 55
4.2. O QUE É PLANEJAMENTO DE VENDAS E OPERAÇÕES? 57
4.2.1. Jogo das caixas PVO 59

4.2.1.1. Descrição e regas do jogo 60
4.2.1.2. A experiência de jogar 61
4.3. O QUE É PLANEJAMENTO MESTRE DA PRODUÇÃO? 63
4.3.1. Jogo - Master Production Schedule (MSP) *64*
4.3.1.1. Descrição e regras do jogo 65
4.3.1.2. A experiência de jogar 67
5. GESTÃO DA CADEIA DE SUPRIMENTOS 71
5.1. CADEIA DE SUPRIMENTOS E SUAS DEFINIÇÕES 71
5.2. CADEIA INTERNA E CONFLITO ENTRE SUAS ÁREAS FUNCIONAIS 72
5.2.1. Jogo – Definindo um pacote de ações estratégicas *73*
5.2.1.1. Descrição e regras do jogo 74
5.2.1.2. A experiência de jogar 75
5.3. VARIABILIDADE DA DEMANDA AO LONGO DA CADEIA DE SUPRIMENTOS 76
5.3.1. Jogo – Chocolate Game *77*
5.3.1.1. Descrição e regras do jogo 78
5.3.1.2. A experiência de jogar 86
6. GESTÃO DA QUALIDADE 88
6.1. O QUE É GESTÃO DA QUALIDADE? 89
6.2. CONTROLE ESTATÍSTICO DO PROCESSO 90
6.3. CORRIDA ATRÁS DOS DADOS 92
6.3.1. Descrição e regras do jogo *93*
6.3.2. A experiência de jogar *95*
7. ENGENHARIA DA COMPUTAÇÃO 97
7.1. O QUE É PENSAMENTO COMPUTACIONAL? 97
7.2. IMPORTÂNCIA DO PENSAMENTO COMPUTACIONAL 98
7.3. JOGO - UNO 0101 98
7.3.1. Descrição e regras do jogo *100*
7.3.2. A experiência de jogar *104*
8. MOTIVAÇÃO E ENVOLVIMENTO NO PROCESSO DE APRENDIZAGEM 107

8.1. HABILIDADES PARA ENGENHEIROS 107
8.2. AVALIAÇÃO DOS JOGOS 109
8.2.1. Instrumento de coleta de dados 109
8.2.2. Perfil dos respondentes 110
8.2.2. Resultados 112
CONSIDERAÇÕES FINAIS 117
REFERÊNCIAS 119
APÊNDICE A – ROTEIRO JOGO DAS CAIXAS 129
APÊNDICE B - LISTA PERGUNTAS JOGO DAS CAIXAS 131
APÊNDICE C – JOGO DO MPS 133
APÊNDICE D – JOGO DO MPS – FORMULÁRIO 1 134
APÊNDICE E – JOGO DO MPS – FORMULÁRIO 2 135
APÊNDICE F – JOGO DO PACOTE DE AÇÕES ESTRATÉGICAS 136
APÊNDICE G – FICHA DE CONTROLE DO JOGO CHOCOLATE GAME 138
APÊNDICE H – FORMULÁRIO DO JOGO "CORRIDA ATRÁS DOS DADOS" 139
SOBRE OS AUTORES 141

ÍNDICE DE ILUSTRAÇÕES

Tabela 1. Jogo das caixas PVO: Produtividade individual das caixas de perguntas. 60
Tabela 2. MPS: Sugestão de demandas reais 66
Tabela 3. Resultados: Habilidades estimuladas pelo ensino Tradicional 113
Tabela 4. Resultados: Habilidades estimuladas pelo ensino por meio de Jogos 114

Quadro 1. *Sustainability Bank*: Descrição das casas do tabuleiro .. 30
Quadro 2. Arena REEE: Descrição das casas de ataque e defesa .. 39
Quadro 3. Habilidades do futuro 108

Figura 1. Modelo para elaboração de jogos com propósito para educação 20
Figura 2. *Sustainability Bank*: Tabuleiro 28
Figura 3. *Sustainability Bank:* (a) Cartas de impactos sustentáveis; (b) Cartas de Sorte ou Revés 31
Figura 4. *Sustainability Bank*: Imagens da aplicação do jogo *in loco* 33
Figura 5. Arena REEE: Tabuleiro 38
Figura 6. Arena REEE: (a) carta de ataque; (b) carta da sorte 38
Figura 7. Arena REEE: Imagens da aplicação do jogo *in loco* 43
Figura 8. Trilha da Produção: Tabuleiro 49
Figura 9. Trilha da Produção: Exemplo de cartas - Frente 50
Figura 10. Trilha da Produção: Exemplo de cartas - verso 50
Figura 11. Trilha da Produção: Imagens da aplicação do jogo *in loco* 52
Figura 12. Jogo das caixas PVO: Imagens da aplicação do jogo *in loco* 63

Figura 13. Jogo MPS: Imagens da aplicação do jogo *in loco* 67
Figura 14. Chocolate game: Tabuleiro 79
Figura 15. Chocolate game: Cartões de pedido 80
Figura 16. Chocolate game: Estoque inicial 80
Figura 17. Chocolate game: Movimentação de cartão/*post-it* de pedido 82
Figura 18. Chocolate game: Movimentação dos estoques 83
Figura 19. Chocolate game: Imagens da aplicação do jogo *in loco* 86
Figura 20. Gráfico de controle 91
Figura 21. Corrida atrás dos dados: Tabuleiro 93
Figura 22. Corrida atrás dos dados: Cartas de sorte ou revés do jogo 94
Figura 23. Corrida atrás dos dados: Imagens da aplicação do jogo *in loco* 96
Figura 24. UNO 0101: Exemplo de cartas 101
Figura 25. UNO 0101: Imagens da aplicação do jogo *in loco* 105
Figura 26. Perfil da amostra: Semestre de início do curso de graduação 111
Figura 27. Perfil da amostra: Semestre de provável termino do curso de graduação 112
Figura 28. Resultados: Sobre o jogo vivenciado 113
Figura 29. Resultados: Sobre o jogo vivenciado 116

APRESENTAÇÃO

O desenvolvimento deste livro iniciou-se por meio do projeto de extensão "*Gamification Engineering Project"*, coordenado pela professora Marcele Elisa Fontana. Durante o desenvolvimento do projeto foi possível estabelecer parcerias com docentes do Instituto Federal de Pernambuco, Universidade Federal de Alagoas e Universidade Federal do Oeste da Bahia, o que estimulou o desenvolvimento dos jogos e proporcionou o resultado apresentado neste livro.

O livro está organizado em oito (08) capítulos, em que o **Capitulo 1** realiza uma breve apresentação dos conceitos gerais e pertinentes a todos os jogos, bem como apresenta um modelo geral usado para a elaboração dos jogos. Do **Capítulo 2** ao **Capítulo 7** os jogos são apresentados, incluindo a descrição das suas vivências em sala de aula. No total oito (09) jogos foram desenvolvidos e validados neste livro, nas temáticas: Economia Circular (EC), Gestão de Resíduos Eletro Eletrônicos (REE), Engenharia de Produção (EP), Planejamento de Vendas e Operações (PVO), Planejamento Mestre da Produção (MPS), Cadeia de Suprimentos (CS) interna e conflitos entre áreas funcionais; CS total e problemas de variabilidade; Controle estatístico do processo (CEP) e Linguagem de programação computacional. É importante destacar que a maioria dos jogos foi desenvolvida por discentes de graduação em engenharias, reforçando o caráter extensionista desta obra e a promoção dos alunos como protagonistas do processo.

Por sua vez, o **Capítulo 8** traz um resumo sobre as habilidades esperadas para os profissionais do futuro, incluindo os engenheiros, categorizadas em técnicas (*hard*) e comportamentais (*soft*). Além disso, uma pesquisa realizada junto aos discentes que

vivenciaram os jogos oportunizou avaliar se os jogos na educação são capazes de promover o aprendizado, bem como o desenvolvimento das habilidades, tanto *hard* quanto *soft*.

Por fim, o conteúdo deste livro pode ser relacionado ao seguintes Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) do Brasil (https://brasil.un.org/pt-br):

- ODS nº 4 – Educação de Qualidade, ao engajar os estudantes por via das estratégias de gamificação de maneira focada;
- ODS nº 9 - Indústria, Inovação e Infraestrutura: uma vez que aborda temáticas relacionadas as áreas da engenharia, contribuindo para o estímulo de futuros profissionais que podem atuar no setor, propiciando um ambiente adequado ao desenvolvimento de infraestrutura de qualidade, confiável, sustentável e resiliente; e
- ODS nº 12 - Consumo e Produção Responsáveis: uma vez que dois jogos tratam da gestão sustentável e o uso eficiente dos recursos naturais.

1. JOGOS COM PROPÓSITO NA EDUCAÇÃO

Janaina Moreira de Meneses
Marcele Elisa Fontana
Vilmar Santos Nepomuceno

Vamos ver nesse capítulo:

- Conceitos gerais sobre jogos com propósito;
- Conceitos gerais sobre jogos na educação;
- Modelo geral para a elaboração de jogos com propósito.

1.1. O que são jogos com propósito?

Também conhecidos como jogos sérios, fazem parte das metodologias ativas de aprendizagem, onde os alunos passam a ser os protagonistas no ensino, deixando de ser meros receptores de informações, aumentando o pensamento crítico e desenvolvendo habilidades para resolver problemas dos indivíduos, enquanto eles recebem o conhecimento devido (Fontana; Nepomuceno; Almeida, 2023; Hamari, 2013; Papamichael, 2022). Inserir games no espaço dedicado ao aprendizado é particularmente atrativo, pois "brincar" incentiva os alunos a sentirem-se seguros no ambiente para experimentar e adquirir novos conhecimentos, nos quais estariam relutantes em aprender pelo método tradicional (Walsh, 2014). Jogos sérios são desenvolvidos sistematicamente com elementos de jogos e princípios de jogo, visando propósitos além do entretenimento (Pañella, 2012).

Ademais, a aprendizagem por meio de jogos oferece benefícios, como experiência ativa, aprendizado prático e interações sociais para os jogadores. A neurociência explica que o

desencadear da neuroplasticidade ocorre quando um estudante elabora, repete relembra, recupera e cria novas informações, estes reativam neurônios, e durante este processo ocorre modificações das conexões cerebrais (sinapses) e assim há a consolidação das informações na memória de longa duração. Desta forma, por meio do aprendizado prático e das interações sociais o cérebro processa a aprendizagem, transformando as experiências vividas em conhecimentos, habilidades e atitudes (Amaral; Guerra, 2022).

Estratégias de jogos podem motivar e influenciar psicologicamente, incentivando mudanças de comportamento e o desenvolvimento de habilidades específicas, ou seja, o jogo pode ajudar no desenvolvimento das habilidades interpessoais (*soft skills*), incluindo pensamento analítico, empatia, manipulação social, e comunicação (Callahan, 2019; Hamari, 2013; Wee; Choong, 2019).

Uma outra metodologia ativa de aprendizagem, relacionada aos jogos com propósito, é a gamificação, que foca no envolvimento lúdico, utilizando elementos de jogos em ambientes não relacionados a jogos (*non games*), criando espaços de aprendizagem mediados pelo desafio, pelo prazer e entretenimento (Altomari *et al.*, 2023; Alves, 2014). Dentro do processo de gamificação há a motivação do indivíduo identificado como extrínseca e intrínseca (Fischer; Malycha; Schafmann, 2019): (a) a motivação intrínseca é definida como a realização de uma atividade por suas satisfações inerentes; enquanto (b) a motivação extrínseca é incentivada com a aquisição de reforçadores. Ao projetar um jogo sério, é importante encontrar motivações intrínsecas que mantenham os usuários engajados, voluntariamente. Para realizar essa motivação podem-se considerar elementos próprios e/ou elementos sociais definidos como (Hsin; Huang; Soman, 2013; Kapp, 2012):

a) Elementos próprios (*Self-elements*): podem ser pontos, insígnias de conquistas, níveis ou simplesmente restrições de tempo. Esses elementos fazem com que os

alunos se concentrem em competir consigo mesmos e reconhecer a autorrealização.

b) Elementos sociais (*Social-elements*): são competições ou cooperações interativas, como tabelas de classificação, por exemplo. Esses elementos colocam os alunos em uma comunidade com outros alunos, e seu progresso e conquistas são divulgados.

Em outras palavras, as regras dão estrutura à atividade de aprendizado e, através dos elementos definidos no jogo, estabelecem limites claros para as ações dos participantes, criando um entusiasmo em meio a competição, trazendo ludicidade e distinguindo-se de outras atividades de aprendizado mais rígidas (Boller; Kapp, 2018). Com isso, as estratégias de gamificação promovem formas únicas para os estudantes construírem habilidades sociais, de pensamento crítico e competências profissionais (Yasin; Abbas, 2021). Isso ocorre porque o ato de jogar garante ao indivíduo uma experiência narrativa, a qual conduz a uma experiência cognitiva que conduz a um produto emocional e sensorial (Busarello, 2016). Logo, essas estratégias pedagógicas são estímulos que produzem neuroplasticidade e, consequentemente, conduzem ao um aprendizado significativo (Guerra, 2011).

1.2. Por quê jogos no Ensino Superior em Engenharia?

Estudos apontam para mudanças das habilidades requeridas em todas as áreas, principalmente, em virtude da Quarta Revolução Industrial – indústria 4.0 (passando para a Quinta – indústria 5.0), trazendo fatores como a era da robótica avançada, desenvolvimento de tecnologias de inteligência artificial, automação no setor de transportes e aprendizagem automática (Volpe *et al.*, 2017; World Economic Forum - WEF, 2020). Estudos relatam uma tendência que deve levar mais da metade dos atuais trabalhadores à necessidade de requalificação e melhoria de competências significativas, ou seja, aprender novos

conjuntos de competências para fazer a transição para uma função completamente nova e aprender novas competências para permanecer na função atual, devido à mudança nas competências exigidas, ou adicionar certas competências para progressão na carreira, respetivamente (Broo *et al.*, 2022).

O desempenho profissional é resultado de um conjunto de "habilidades", "competências" ou "destrezas" (do inglês "skill"), que podem ser adquiridas através da formação acadêmica e de experiências pessoais do indivíduo, divididas em habilidades comportamentais (*soft skills*) e técnicas (*hard skills*) (Almeida, 2021; Fleury; Fleury, 2004; Fontana, 2024; García-Aracil; Monteiro; Mailool *et al*., 2020; Sharma, 2018; Sopa, 2020):

As *hard skills* são as habilidades consideradas técnicas, adquiridas por meio de alguma formação profissional, universitária, cursos ou de experiências adquiridas e são facilmente mensuradas, pois são comprovadas no currículo com certificados ou diplomas. Assim, elas podem ser desenvolvidas dentro da sala de aula durante a formação profissional ou dentro do ambiente de trabalho.

- Por outro lado, as *soft skills* são conhecidas como as habilidades transversais, designadas inicialmente como "competências-chave", refere-se às habilidades que não estão relacionadas diretamente com a formação acadêmica ou qualificações técnicas desempenhadas por uma pessoa. Nesse contexto, as *soft skills* são habilidades ligadas diretamente às aptidões adquiridas ao decorrer da vida e de experiências, sejam elas profissionais ou não, mas que fazem parte do comportamento do indivíduo. Além das características interpessoais e sociais, as *soft skills* são, também, qualidades pessoais dos indivíduos que mudam a forma como eles realizam as suas atividades profissionais. Essas habilidades podem já ser características presentes no indivíduo e/ou serem apreendidas através de formações, experiências e treinamentos.

Diante disso, o Ministério da Educação (MEC) alterou as Diretrizes Curriculares Nacionais (DCNs) dos Cursos de Graduação em Engenharia, por meio da Resolução nº 2, de 24 de abril de 2019, que, em seu artigo 3º, define que o perfil do egresso do curso de graduação em Engenharia deve compreender, entre outras, as seguintes características (MEC, 2019):

a) Ter visão holística e humanista, ser crítico, reflexivo, criativo, cooperativo e ético e com forte formação técnica;
b) Estar apto a pesquisar, desenvolver, adaptar e utilizar novas tecnologias, com atuação inovadora e empreendedora;
c) Ser capaz de reconhecer as necessidades dos usuários, formular, analisar e resolver, de forma criativa, os problemas de Engenharia;
d) Adotar perspectivas multidisciplinares e transdisciplinares em sua prática;
e) Considerar os aspectos globais, políticos, econômicos, sociais, ambientais, culturais e de segurança e saúde no trabalho;
f) Atuar com isenção e comprometimento com a responsabilidade social e com o desenvolvimento sustentável.

De forma à auxiliar na rápida apropriação desta nova regulamentação por parte dos cursos de engenharia, alinhada com as necessidades demandadas pela indústria 4.0, a Confederação Nacional das Indústrias (CNI) juntamente com os conselhos profissionais e as universidades elaboraram um documento de apoio à implantação das DCNs, orientando as instituições de ensino superior (IES), bem como ser um instrumento para mobilizar os diversos atores de forma a construir uma ampla e urgente renovação dos cursos de Engenharia no país (Confederação Nacional da Indústria - CNI, 2020). De acordo com

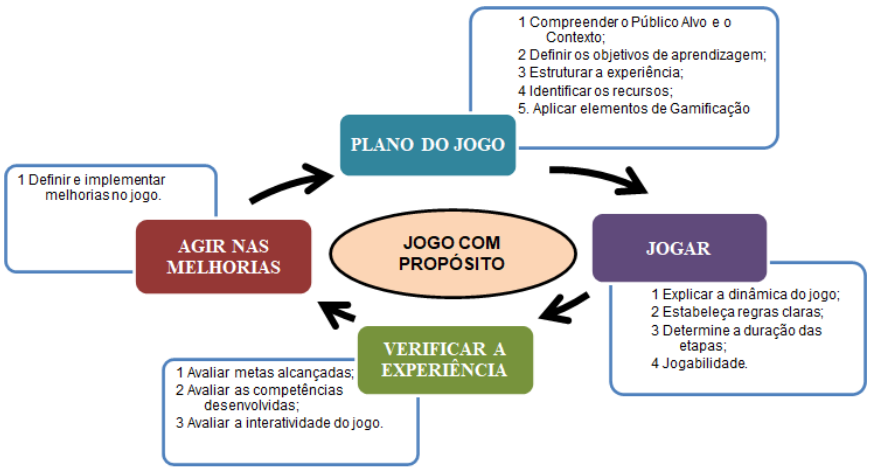
este documento, as IES devem oferecer aos alunos atividades compatíveis com a sociedade, interagindo com o setor produtivo e o mercado de trabalho em geral. Ao mudar o formato de ensinar, é possível reduzir os índices atuais de evasão, pois tornando o estudante o agente ativo da aprendizagem gera maior engajamento, aproxima-o das práticas profissionais e o desafia com problemas reais da sociedade.

Neste contexto, a gamificação, como método ativo de ensino, auxilia na mudança e melhoria do processo de aprendizagem e, consequentemente, o desenvolvimento de habilidades técnicas e comportamentais.

1.3. Modelo para elaborar jogos com propósito

Para o projeto do game, um novo modelo teórico (Figura 1) foi desenvolvido, considerando os modelos propostos por Hsin *et al.* (2013) e Winn (2009) e agregando as etapas através do ciclo PDCA: planejar (*plan*), fazer (*do*), checar (*check*) e agir (*act*).

Figura 1: Modelo para elaboração de jogos com propósito para educação



Fonte: Fontana *et al.* (2023b).

1.3.1. Plano do jogo

O planejamento do game segue cinco etapas: (1) conhecer o público alvo e contexto; (2) definir objetivos de aprendizagem; (3) estruturar a experiência; (4) identificar recursos; (5) aplicar elementos de gamificação (Hsin *et al.*, 2013; Winn, 2009).

A análise do **público-alvo** ajuda a determinar fatores como faixa etária, habilidades de aprendizado, conjunto de habilidades atual etc. Enquanto, a análise do **contexto** pode fornecer detalhes sobre o tamanho do grupo de alunos, ambiente, sequência de habilidades e etc. Depois disso, os **objetivos de aprendizagem** devem ser definidos, ou seja, o que o docente deseja que o aluno realize ao concluir o programa educacional. Com isso, será possível **estruturar a experiência.**

Etapas e marcos são ferramentas poderosas que permitem aos docentes sequenciar conhecimento e quantificar o que os alunos precisam aprender e alcançar até o final de cada etapa/marco. Para os alunos, esses marcos torna o objetivo final mais claro e mensurável, garantindo ao mesmo tempo em que obstáculos dentro e entre cada etapa sejam facilmente identificáveis. Uma vez identificados as etapas/marcos, o docente julgará com maior facilidade quais destas etapas de aprendizado (**recurso**) podem ser gamificadas.

Por fim, o processo de gamificação se resume aos **elementos** que são aplicados ao programa de aprendizagem. Como mencionado anteriormente, a gamificação é a adição de elementos de jogo, também chamados de mecânica de jogo, em configurações não relacionadas ao jogo. Neste caso, a mecânica do jogo consistirá em elementos próprios (*self-elements*) ou elementos sociais (*social-elements*).

1.3.2. Jogar – desenvolvendo o jogo

Nesta etapa o docente levará para a turma o game. Segundo Gonçalves *et al.* (2021), os elementos existentes nos jogos são:

(a) **Metas:** objetivo que os jogadores devem atingir no jogo;
(b) **Regras:** limita as atividades a serem desenvolvidas pelo jogador durante a execução do jogo;
(c) **Sistema de *feedback*:** sistema de pontuação que informa ao jogador sobre o seu desempenho; e
(d) **Participação voluntária:** aceitação consciente e espontânea das características anteriores.

Assim, o docente deverá explicar a dinâmica do jogo, estabelecer regras claras, determinar a duração das etapas e apresentar a jogabilidade do mesmo (Winn, 2009).

1.3.3. Verificar a experiência e Agir nas melhorias

Quando o jogador joga o game, um conjunto de resultados de aprendizagem (realizados ou não) é derivado da experiência geral (Winn, 2009). Sendo assim, essa experiência deve ser avaliada. Na literatura são comumente encontrados dois tipos de avaliação: (1) avaliar as metas alcançadas, e (2) avaliar a interatividade do jogo. Além dessas, propomos, (3) avaliar as competências estimuladas pelo game. Estas avaliações podem ser feitas por meio da técnica de observação da experiência e aplicação de questionário aos alunos envolvidos.

Após a avaliação das experiências, oportunidades de melhorias serão identificadas e o processo PDCA recomeça com a efetivação destas melhorias.

2. GESTÃO AMBIENTAL

Gyovanna Gabrielly Nepon Silva
Marcele Elisa Fontana
Maria Vitoria Monteiro dos Santos
Vilmar Santos Nepomuceno

Vamos ver nesse capítulo:

- Conceitos gerais sobre gestão ambiental corporativa;
- Conceitos gerais sobre economia circular;
- Conceitos gerais sobre gestão de resíduos e processos;
- Jogos de tabuleiro considerando esses conceitos.

2.1. O que é Gestão Ambiental corporativa?

A Gestão Ambiental é responsável por reduzir e controlar os impactos causados por uma empresa ao meio ambiente. Através da Gestão Ambiental, é possível adotar diversas medidas para a prevenção de impactos ambientais de um processo produtivo através de um planejamento como a reutilização dos materiais dispostos, encaminhamento adequado para a reciclagem dos resíduos sólidos e o seu despejo, estudo do impacto ambiental priorizando a proteção permanente, entre outros (Ataídes *et al.*, 2020).

A gestão ambiental corporativa consiste em decisões estratégicas, operacionais e táticas em todas as atividades dos negócios para minimizar os efeitos negativos ao meio ambiente (Kazancoglu *et al.*, 2021). Na última década, o consumo de matérias-primas atingiu uma taxa que comprometerá a capacidade do planeta se o atual modelo linear de produção e consumo não puder ser restringido ou alterado (Prieto-Sandoval *et al.*, 2019). A forma linear de produzir e consumir está longe de ser ambiental e

economicamente sustentável. A redução efetiva dos impactos ambientais da produção, consumo e gestão de recursos em fim de vida é essencial para que as sociedades desenvolvam e implementem estratégias de desenvolvimento sustentável (Puntillo, 2023). Segundo Stahel (2016), a economia linear funciona como um rio, ou seja, se os recursos utilizados no processo produtivo são aproveitados em uma etapa, nunca mais são utilizados na mesma etapa, cabendo à responsabilidade pela destinação do produto após sua vida útil para o consumidor.

Assim, as empresas integraram práticas de gestão ambiental às estratégias de negócios. Um exemplo disso são os modelos de negócios circulares, ou seja, baseados no conceito de Economia Circular (EC). A EC está fortemente relacionada às práticas de sustentabilidade ambiental das empresas, com atividades como melhoria da eficiência energética, utilização de energias renováveis e recuperação de resíduos, e utilização de materiais reciclados ou renováveis no fornecimento de matérias-primas. Assim, a adoção da EC necessita de mudanças nos modelos de negócios das empresas (Kazancoglu *et al.*, 2021).

Em suma, para a diminuição dos impactos negativos acarretados pelo processo produtivos é necessária uma gestão eficiente. Para isso, a sustentabilidade deve ser um requisito básico na formação de engenheiros. Assim, haverá a formação de profissionais capacitados para a elaboração de projetos que visam a preservação ambiental (Ataídes *et al.*, 2020). Porém, a sustentabilidade raramente faz parte da educação em engenharia, levando a necessidade de incluir esta discussão, além de promover a fluência tecnológica e de dados dos engenheiros da próxima geração (Broo *et al.*, 2022).

2.2. O que é economia circular?

A Economia Circular (EC), baseada em princípios de circuitos fechados, considera as organizações empresariais como parte de um sistema, cujas ações e decisões devem equilibrar a

prosperidade econômica com a proteção do ambiente e dos interesses sociais (de Almeida; Fontana; Silva, 2023; MacArthur 2013; Silva *et al.*, 2023). Diante dessa nova visão e contexto estratégicos, é fato que um sistema baseado apenas em retirar e consumir os recursos naturais e não no seu uso restaurativo, tem como consequência as perdas significativas na cadeia de valor. Por isso, aderir um modelo de negócios mais sustentável pode conferir uma ótima oportunidade de agregação de valor e surgimento de novas cadeias produtivas (Berardi; Dias, 2018).

O conceito de Economia Circular (EC) propõe o fechamento dos ciclos de energia e materiais para fazer uso intensivo dos recursos de que já se dispõe, em vez de expandir sua exploração e os danos ambientais (Prieto-Sandoval *et al.*, 2019). Com isso, a EC considera as organizações empresariais como parte de um sistema cujas ações e decisões devem equilibrar a prosperidade econômica, com a proteção do meio ambiente e dos interesses sociais, em outras palavras, o tripé da sustentabilidade (Ostermann *et al.*, 2021; Prieto-Sandoval *et al.*, 2019; Torres-Guevara *et al.*, 2021).

A EC em sua essência promove uma melhoria na relação entre as indústrias de manufatura e o meio ambiente se baseando em três princípios: (1) preservar e aumentar o capital natural; (2) aperfeiçoar o rendimento dos recursos, e (3) promover a eficácia dos sistemas (MacArthur, 2013). Em outras palavras, os benefícios conquistados após a implementação da EC envolvem aspectos:

- **Sociais,** pois a EC fortalece a comunicação entre a sociedade e a indústria (Geng *et al.*, 2012; MacArthur, 2013);
- **Ambientais**, com objetivo ideal o "desperdício zero" por meio dos "Rs" (reparar, reutilizar, reformar, remanufaturar, reduzir e reciclar) (Cai; Choi, 2020; European Commission, 2015; Dragomir; Dumitru, 2022; Geng *et al.*, 2012; MacArthur, 2013; Stål; Corvellec, 2018); e
- **Econômicos**, como a redução de custos por meio da cadeia de abastecimento sustentável e gerenciamento

de fim de vida, preços mais baixos de insumos e minimiza penalidades ambientais e geração de resíduos (Geng *et al.*, 2012; MacArthur, 2013; Park *et al.*, 2010).

Entretanto, as barreiras que a EC traz consigo são de fato notadas pelas indústrias manufatureiras. Esta mudança é um pouco perturbadora por natureza, porque o atual modo de trabalho também seria alterado devido à nova solução do modelo EC (Awan; Sroufe, 2022, Silva *et al.*, 2023). Essas barreiras também podem ser definidas dentro do tripé da sustentabilidade, como:

- **Sociais**: baixo nível de demanda e aceitação de produtos remanufaturados pelo público (Pomponi; Moncaster, 2017; Naustdalslid, 2014; Singh; Ordoñez, 2016) e prestação de contas deficientes dos governos locais e sistema jurídico inadequado (Benton *et al.*, 2015; Geng; Doberstein, 2008; Geng *et al.*, 2012; Su *et al.*, 2013; Mathews; Tan, 2011; Winans *et al.*, 2017; Li & Yu, 2011);
- **Econômicas**: a necessidade de uma quantidade considerável de investimento em tecnologia avançada e atualização de instalações e equipamentos, com um retorno econômico de longo prazo (Liu; Bai, 2014; Su *et al.*, 2013);
- **Ambientais**: falta de disponibilidade de programas e instalações de gestão ambiental (Geng; Doberstein, 2008; Su *et al.*, 2013; Yap, 2005) e a falta de tecnologias adequadas usadas em aterros e atividades de incineração que causam enormes perdas ambientais irreversíveis (Gregson *et al.*, 2015; Pringlee *et al.*, 2016).

Analisando os motivadores e as barreiras da EC, evidencia-se a necessidade de incentivar cada vez mais a nova geração a adquirir conhecimento sobre esse assunto. Em relação específica a barreira social, observa-se que a aceitação de produtos remanufaturados pelo público pode ser melhorada quando há a

conscientização sobre a relevância dos modelos circulares. O jogo desenvolvido envolve vários dos conceitos da EC e impactos gerados pela utilização da mesma. A utilização desses conceitos envolve vários níveis educacionais, desde a educação infantil até o ensino superior.

2.2.1. Jogo - Sustainability Bank

O jogo, chamado "*Sustainability Bank*", trata-se de uma adaptação do jogo de tabuleiro "Banco Imobiliário". Aqui, os jogadores, de dois (02) a seis (06), representam empresas concorrentes que precisam adquirir o maior número de aspectos sustentáveis para se tornarem competitivas e lucrativas no mercado.

Em primeiro lugar deve-se destacar que o **público-alvo** desse jogo são alunos do ensino médio, técnico e graduação. No **contexto** tem-se que esses alunos possuem, no geral, pouco acesso à informação sobre modelos circulares, devido à baixa utilização no Brasil. Fato esse que pode ser melhorado à medida que se aumentem a conscientização sobre a importância e viabilidade da EC.

Portanto, o **objetivo de aprendizagem** do jogo é compreender os impactos positivos e negativos associados aos conceitos de EC, no tripé da sustentabilidade (Social, Econômico e Ambiental). Os **recursos necessários** são: 02 dados, 01 tabuleiro, 02 a 06 pinos (ou peão), cartas de 'sorte ou revés', carta dos impactos (Social, Econômico e Ambiental) e cédulas nos valores de R$2,00; R$5,00; R$10,00; R$20,00; R$50,00 e R$ 100,00 (150 a 200 cédulas no total). Os *templates* do tabuleiro e cartas do jogo estão disponíveis pelo seguinte link: https://sites.ufpe.br/deplog/produto-tec/

Por fim, como elementos de jogo trabalha-se especialmente os *self-elements*, onde, após determinado tempo (pré-definido), ganha o jogo quem conquistar a maior quantidade de *Triplo Bottom Line* (ou seja, trio de cartas de impacto Social, Econômico e Ambiental). Caso haja empate, ganha o jogador que permaneceu com a maior quantidade de dinheiro, simbolizando a empresa mais bem-sucedida.

2.2.1.1. Descrição e regras do jogo

Para começar, deve-se embaralhar as cartas de sorte ou revés e colocá-las no espaço indicado no tabuleiro. O tabuleiro do "*Sustainability Bank"* pode ser visualizado na Figura 2.

O banqueiro será responsável pelos pagamentos e recebimentos do banco e entregas das cartas dos impactos sustentáveis quando for investido por um jogador. O banqueiro pode ser um dos jogadores desde que ele separe o dinheiro e investimentos da sua empresa do capital do banco. O banqueiro deverá distribuir, no início do jogo, o valor de R$575,00 para cada um dos jogadores. Esse valor consistirá em: duas (02) cédulas de R$100,00; quatro (04) de R$50,00; cinco (05) de R$20,00; cinco (05) R$10,00; e cinco (05) R$5,00.

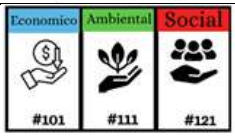
Figura 2: *Sustainability Bank*: Tabuleiro

Fonte: Os autores (2024).

Cada jogador (empresa) deve, então, escolher o seu peão e posicioná-lo na casa "início". Deve ser disputado nos dados quem será o primeiro a jogar. Quem tirar o maior número começa o jogo, seguido pelo jogador à sua esquerda. O jogador começa a rodada jogando os dois dados e soma o resultado; então avança com o seu pino (peão) a quantidade de casas e cumpri o que determina aquela casa. A descrição das casas do tabuleiro foi sumarizada no Quadro 1.

Quando um jogador cair na casa de um impacto já investido, este deverá pagar ao investidor o valor de "retorno do investimento". Isso representa que o investidor está sendo recompensado por investir em aspectos de sustentabilidade e seu concorrente punido porque perdeu a oportunidade de realizar aquele investimento antes. Se um jogador ficar sem dinheiro ele pode hipotecar seus impactos ao banco pelo valor de "Custo da oportunidade perdida". O banqueiro é obrigado a aceitar e o jogador poderá recuperar seu impacto devolvendo o dinheiro ao banco. Enquanto o impacto estiver hipotecado, o "retorno do investimento" será do banco, ou seja, qualquer jogador que cair naquela casa (impacto) deverá pagar ao banco o valor de "retorno do investimento". O banco só receberá o "retorno do investimento" apenas dos impactos hipotecados. O jogador pode, também, vender seus impactos aos demais jogadores por qualquer valor negociado entre as partes. Mas, nesse caso, ele perde o direito de ter sua posse novamente, a menos que o outro jogador queira vender.

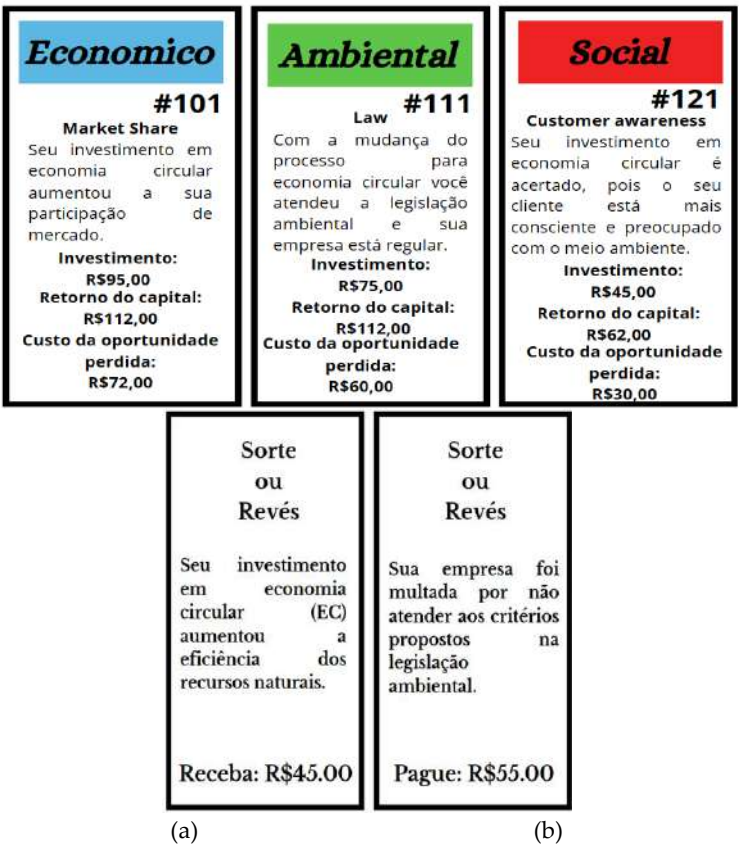
Quadro 1: *Sustainability Bank*: descrição das casas do tabuleiro

Casa	Descrição
	Início: Sempre que seu peão passar ou parar na casa 'início', você receberá R$50,00 do Banco por seu comportamento sustentável.
	$ Divisão de lucros: a empresa lucrou muito com suas ações sustentáveis e irá dividir o lucro com os acionistas. O jogador que cair nessa casa receberá $50,00 do banco.
	? Sorte ou Revés: Caso seu peão pare na casa Sorte ou Revés, você deve pegar a primeira carta do monte, ler em voz alta sua descrição, cumprir o que ela indica e a devolve para o final do monte.
	Férias: nesta casa o empresário pode parar livremente e desfrutar de merecidas férias durante uma rodada.
	Visita livre (fábrica interditada): o jogador que cair aqui pode visitar os concorrentes que estão presos porque caíram na malha fina da Agência de fiscalização.
	Impactos sustentáveis (SOCIAL, ECONÔMICO ou AMBIENTAL): Caso seu peão caia em um impacto sem "investidor", você terá a oportunidade de conquistá-lo pelo preço indicado na carta como "investimento".
	Agência de fiscalização interditou sua empresa: O jogador que cair nessa casa vai direto para a "fábrica interditada" (no outro extremo do tabuleiro). Há duas formas de sair da interdição: (1) Na próxima jogada após ter a empresa interditada, você deve jogar os dois dados. Se tirar números iguais, você pode sair da interdição e andar o número de casas indicadas nos dados. (2) Pagará imediatamente a multa de R$75,00 e aguardar uma rodada para jogar. Após três rodadas que não conseguir tirar os números iguais nos dados, o jogador é obrigado a pagar a multa. Feito isso, jogue novamente os dados e avance o número de casas indicados.

Fonte: Os autores (2024).

A Figura 3a ilustra as cartas de posse dos impactos sustentáveis (Social, Econômico ou Ambiental) associados a EC. A Figura 3b ilustra as cartas de sorte ou revés. Estas cartas têm objetivo similar ao jogo original, aumentando a interação do jogo. Nela haverá várias consequências positivas ou negativas associadas ao comportamento das empresas frente aos aspectos da EC.

Figura 3: *Sustainability Bank:* (a) Cartas de impactos sustentáveis; (b) Cartas de Sorte ou Revés



(a) (b)

Fonte: Os autores (2024).

Cada jogador só poderá realizar qualquer transação bancária na sua vez de jogar. O jogo acaba após tempo de jogo pré-

definido ou após todas as casas de impactos/benefícios forem adquiridas.

2.2.1.2. A experiência de jogar

Após testagem do jogo foi implementada a obrigação da leitura das cartas com o objetivo de reforçar a compressão sobre os impactos da EC. Assim, para as cartas de "**Impactos sustentáveis**", após receber a posse do impacto pelo banqueiro, o jogador deve ler, em voz alta, a definição descrita na carta; caso o contrário o jogador deverá se dirigir a "Agência de fiscalização", que irá interditar sua empresa e esse jogador deverá cumprir as regras descritas para essa casa. Quando outro jogador cair num impacto já investido, aquele que tem a posse do impacto deve ler, em voz alta, a descrição da carta antes de dizer qual é o valor do "retorno do investimento"; caso contrário, o jogador que caiu naquela casa fica desobrigado a pagar o valor. Essa regra não se aplica em caso de posse do impacto pelo Banco.

Em relação as cartas de "sorte ou revés", o jogador deve ler, em voz alta, a descrição da carta antes de declarar sua consequência (valor determinado na carta); caso contrário podem ocorrer duas situações:

- Carta de Sorte: "A sorte vira Revés", assim ao invés de receber o valor corresponde, o jogador deve pagar ao banco;
- Carta de Revés: "O revés duplica", o valor a ser pago pelo jogador deve ser multiplicado por 2.

Os demais jogadores devem ficar atentos para se fazer cumprir essa regra. Quando a vez passar para o outro jogador, não é possível retroagir e punir o jogador que não leu a carta em voz alta.

O jogo adaptado foi, então, aplicado durante uma ação extensionista na Escola Estadual de Ensino Fundamental II e Médio "Professora Odete Antunes", localizada em Jaboatão dos

Guararapes (PE). Toda a interação foi acompanhada por um aluno de graduação em engenharia, responsável por conduzir e auxiliar os jogadores, assim como fazer o papel de banqueiro. A Figura 4 mostra essa vivência.

Figura 4: *Sustainability Bank*: Imagens da aplicação do jogo *in loco*

Fonte: Os autores (2024).

Antes de iniciar as partidas, os alunos receberam uma explicação breve sobre o objetivo do jogo e as suas regras. O manual com as regras ficou disponível a eles durante toda a experiência. Participaram do jogo 5 a 6 alunos por tabuleiro, sendo o graduando o banqueiro. No decorrer do jogo foi analisado que o tempo mínimo ideal de aplicação do jogo é de 30 minutos, pois, a partir deste tempo alguns jogadores conseguiram adquirir dois *Triplo Bottom Line*, fazendo com que ganhassem sem dificuldade dos outros jogadores e sem a necessidade de utilizar o critério de empate. Além disso, com esse período de tempo ocorreu todas as dinâmicas possíveis no jogo (cartas de sorte ou revés, compra de impactos, pagamento por oportunidade perdida, férias e agência de fiscalização), exceto a necessidade de venda de impactos e a decretação de falência.

Durante as primeiras partidas observou-se ainda, que tanto alunos do ensino médio quanto no fundamental II apresentavam dificuldade de leitura e interpretação do texto das cartas, especialmente os estudantes do 6° ano do Fundamental II. Este fato apenas confirma a triste realidade da qualidade do ensino básico e público no país. Para mitigar esse problema, a obrigatoriedade de ler as cartas foi repassada para o graduando que acompanhava cada grupo. Com isso, observou-se que a leitura, quando realizada pelo graduando, auxiliou ativamente no andamento do jogo, pois os alunos ficaram mais atentos ao que ocorria a cada jogada e aumentaram a interação com o jogo.

O jogo ocorreu de maneira fluida e incentivou a criatividade dos jogadores, visto que eles tinham a necessidade de montar estratégias eficazes para conquistar o máximo de *Triplo Bottom Line* possível no tempo estimado. Além disso, devido ao critério de desempate, se mostraram preocupados com manter uma boa quantidade de dinheiro em caixa. Fato esse que contribui, ainda, com o aspecto de consciência financeira.

O jogo foi testado, também, por estudantes graduandos de cursos de engenharia, da Universidade Federal de Pernambuco (UFPE). Durante a realização dessa ação foi observado que os participantes obtiveram uma interação positiva com o jogo, onde cada um apresentou uma estratégia particular para conquistar o objetivo do jogo no tempo estipulado (1 hora em todas as aplicações). O tempo estipulado foi o suficiente para que os jogadores interagirem um com o outro e se divertissem. Além disso, ao saberem que o critério de desempate no final, seriam quem tivesse mais dinheiro em caixa, contribui com noções de consciência financeira.

Todos os participantes relataram que o jogo ajudou a entender melhor os conceitos de economia circular. Além disso, a maioria dos estudantes achou o jogo divertido, destacando a capacidade do jogo de tornar o aprendizado uma experiência prazerosa. O objetivo do jogo foi claramente definido para a maioria dos alunos, o que indica que as regras e os propósitos do

jogo foram bem comunicados e compreendidos. No entanto, uma pequena parcela dos alunos mencionou que o jogo não alterou sua compreensão sobre o conteúdo, sugerindo que, embora o jogo tenha sido amplamente eficaz, ele trouxe conceitos já familiares para o jogador. Esses resultados sugerem que o jogo "Sustainability Bank" não só promoveu o aprendizado de maneira envolvente e clara, mas também incentivou a interação e a curiosidade dos estudantes sobre a economia circular.

2.3. O que é gestão resíduos?

Os resíduos sólidos são conceituados como todo material, substância, objeto ou bem descartado resultante de atividades humanas em sociedade. O rejeite desse resíduo não denota que ele não tem mais valor, mas sim que não é mais necessário para quem o descartou. Porém, existem grandes chances desse resíduo ainda ser útil para outras pessoas, em sua forma original ou transformado (Silva *et al.*, 2020).

Neste contexto, a gestão de resíduos equipamentos eletroeletrônicos (REEE) é um desafio em todo o mundo. O consumo de aparelhos eletrônicos tem aumentado conjuntamente ao aprimoramento da tecnologia utilizada em seu desenvolvimento, consequentemente, o crescimento da quantidade de aparelhos descartados, também chamado por lixo eletrônico (*e*-lixo) (Vieira *et al.*, 2014).

A desinformação e a ausência de um sistema adequado de destinação são alguns fatores que aumentam esse desafio (de Souza *et al.*, 2016). Utilizando métodos inapropriados, como queima ou lixiviação ácida, e até mesmo descartando-os a céu aberto, o REEE torna-se uma preocupação para a saúde pública devido à possibilidade de impactos ambientais, uma vez que dispositivos eletroeletrônicos descartados podem liberar componentes químicos, poluindo o solo e as águas subterrâneas (Saha *et al.*, 2021). Além disso, a gestão adequada destes resíduos, reaproveitando o material constituinte, leva a menor necessidade

de extração de recursos naturais, minimizando o impacto ao meio ambiente (World Economic Forum – WEF, 2020).

A gestão correta de resíduos de equipamento eletroeletrônico (REEE), especialmente, por meio dos seis "R" (reusar, recuperar, reparar, recondicionar, remanufaturar e reciclar) ou destinação final apropriada, são fundamentais para o desenvolvimento sustentável da indústria, sociedade e da nação (Cai *et al.*, 2022; Conti; Orcioni, 2020; Potting, 2017).

A Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), pela Lei nº 12.305/2010, estabelece a responsabilidade compartilhada, entre os diferentes envolvidos na geração dos resíduos (governo, indústria, varejo, consumidores etc.), para a gestão integrada do ciclo de vida do produto, especialmente em o fim de sua vida útil, quando se apresenta na forma de resíduo sólido (Brasil, 2010). Entretanto, as oportunidades conquistadas após a implementação de processos sustentáveis não são apresentadas a sociedade da maneira devida, a fim de incentivá-los a colaborar com a causa (Thukral *et al.*, 2023). Assim, conscientização da comunidade é importante, pois a população atua de forma ativa nesse modelo através de um consumo e um descarte consciente (Bocken; Geradts, 2020; Lira *et al.*, 2022).

O jogo desenvolvido aqui envolve vários dos conceitos da gestão adequada dos REEE e impactos gerados pelos REE. A utilização desses conceitos envolve vários níveis educacionais, desde a educação infantil até o ensino superior.

2.3.1. Jogo - Arena REEE

O jogo desenvolvido foi inspirando no "*Magic: The Gathering Arena*", onde as partidas são disputadas por dois jogadores que possuem cartas de ataque e defesa.

O **público-alvo** desse jogo são alunos do ensino médio, técnico e graduação. No **contexto** tem-se que esses alunos possuem, no geral, pouco acesso à informação sobre os impactos dos Resíduos de Equipamentos Elétricos e Eletrônicos (REEE) e,

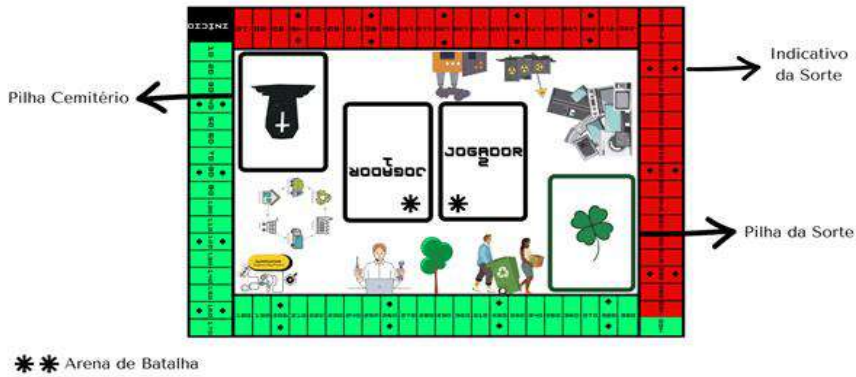
principalmente, sobre os processos capazes de minimizar esses impactos ao meio ambiente. Ademais, o tema sustentabilidade está em voga e é importante estimular esse conhecimento nos profissionais do futuro. Portanto, o jogo foi planejado com **objetivo de aprendizagem** voltado à compreensão dos impactos dos REEE e da eficiência dos processos dos sistemas de recuperação, reciclagem ou destinação possíveis para minimizar esses impactos ao meio ambiente.

Os **recursos** necessários para o jogo são: 14 cartas de defesa; 14 cartas de ataque; 12 cartas da sorte; 01 tabuleiro arena; e 02 peões (pinos). Os *templates* do tabuleiro e cartas do jogo estão disponíveis pelo seguinte link: https://sites.ufpe.br/deplog/produto-tec/. Por fim, como **elementos** de jogo trabalha-se especialmente os *self-elements*, onde, ganha aquele que possuir maior pontuação ao final do jogo.

2.3.1.1. Descrição e regras do jogo

Para começar o jogo, as cartas de defesa e ataque devem ser embaralhadas separadamente. Então, cada jogador deve receber catorze (14) cartas, sendo sete (07) de Defesa e sete (07) de Ataque. Deve ser posta no tabuleiro (Figura 5) a pilha de cartas da sorte sobre o símbolo correspondente (🍀). Posicione os peões sobre o tabuleiro em "INÍCIO". O tabuleiro funciona como arena para as batalhas de cartas. Isso favorece o papel do docente como facilitador na criação de um ambiente lúdico (do Prado, 2018).

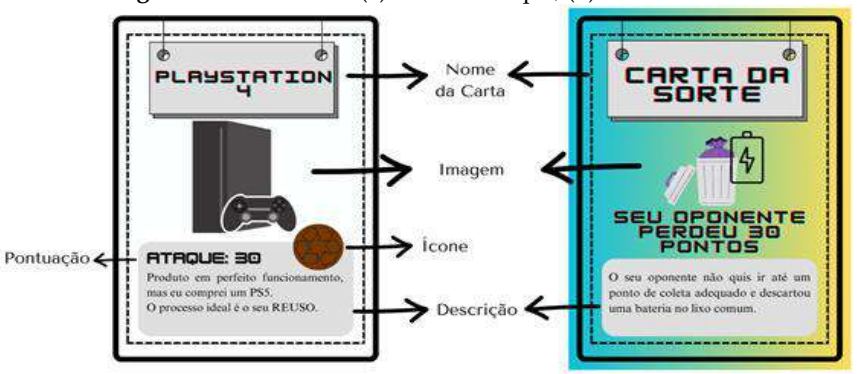
Figura 5: Arena REEE: Tabuleiro



Fonte: Os autores (2024).

As cartas de ATAQUE representam REEE em diferentes estágios. Assim, conforme a sua descrição um ou mais processos dos sistemas de recuperação, reciclagem ou destinação serão mais adequados. Por sua vez, as cartas de DEFESA representam justamente esses processos. A Figura 6(a) exemplifica uma carta de ataque, sendo as de defesa semelhante.

Figura 6: Arena REEE: (a) carta de ataque; (b) carta da sorte



(a) (b)

Fonte: Os autores (2024).

A pontuação de cada carta e os elementos de jogo descritos na sequência visam associar as relações entre os processos de

defesa e os ataques dos REEE, de modo que apenas os processos adequados sejam capazes de combater os ataques dos REEE conferindo melhor desempenho aos jogadores. A descrição das cartas levou em consideração o trabalho de autores como Cai *et al.* (2022), Conti e Orcioni (2020) e Potting (2017), como sumariza o Quadro 2.

Os jogadores alternam-se em sucessivas batalhas, onde em cada batalha um jogador (ATACANTE) deve escolher uma dentre as suas cartas de ATAQUE para desafiar o seu oponente (DEFENSOR). Por sua vez, o oponente (DEFENSOR) deverá minimizar o ataque usando uma de suas cartas de defesa, preferencialmente a mais adequada. Na próxima batalha eles invertem os papéis de ATAQUE e DEFESA independentemente do resultado desta batalha.

Ambos os jogadores devem, SEMPRE, conjurar a carta que está jogando antes de depositá-la sobre o Tabuleiro, ou seja, ler em voz alta a descrição da carta, sob a pena de perder o poder dela, dando vantagem ao seu oponente. Esta foi uma imposição verificada durante o pré-teste, para evitar que o jogo acontecesse de modo intuitivo apenas pela pontuação. As cartas já usadas devem ser reservadas na "pilha de cartas cemitério", que representa que aquelas cartas, tanto de ataque quanto de defesa", não têm mais poder naquela partida. Acaba o jogo quando um ou ambos os jogadores ficarem sem cartas de ataque e defesa.

Quadro 2: Arena REEE: descrição das casas de ataque e defesa

CARTAS DE ATAQUE		**CARTAS DE DEFESA**		
Descrição	**Ponto**	**Nome**	**Descrição**	**Ponto**
Produto em perfeito funcionamento, apenas avarias na carcaça. O processo ideal é o seu **REUSO.**	**30**	Reuso	Trata-se de uma recuperação direta com baixo uso de energia, mas altamente dependente da qualidade do produto. O objetivo aqui é a revalorização do produto nas mãos de outro usuário.	**40**

Produto usado que aparenta bom funcionamento, mas apresenta um ruído incomum ao ser ligado que incomoda. O processo ideal é o seu o **REPARO**.	**50**	Reparo	**Processo básico** com baixo uso de materiais e energia. Consiste em consertos simples. O objetivo aqui é a revalorização do produto, devolvendo a sua funcionalidade.	**60**
Produto passou a apresentar alguns problemas de funcionamento e peças importantes precisam ser trocadas. O processo ideal é a sua RESTAURAÇÃO.	**70**	Restauração	**Processo intermediário**, a restauração é o processo quando um equipamento precisa de vários reparos em seus diferentes componentes para, assim, voltar ao funcionamento normal.	**80**
Produto recém comprado com defeito de fabricação. Seu reparo ou restauração são inviáveis economicamente, mas há vários componentes podem ser diretamente reaproveitados na produção de outro produto similar. O processo ideal é a **REMANUFATURA.**	**90**	Remanufatura	**Processo complexo**, no qual contempla diversas etapas, tais como triagem, higienização, desmontagem, preparação, montagem e controle de qualidade. Esse processo de "produzir de novo" é usado quando o produto apresenta problemas graves e seu conserto se torna inviável por conta do custo de manutenção.	**100**
Produto sem funcionamento, já no final de sua vida útil e sem possibilidade de conserto. O objetivo aqui deve ser o reaproveitamento dos materiais que o constitui. O processo ideal é a **RECICLAGEM** dos materiais.	**110**	Reciclagem	Quando não for possível reaproveitar o produto ou seus componentes, devemos pensar nos materiais que os constitui. Assim, a reciclagem é um processo que visa retirar os elementos de produtos descartados (matérias-primas) para reaproveitá-los no ciclo produtivo de outro produto igual ou diferente do original. Em se tratando de REEE há um gasto energético elevado e alguns materiais precisarão ser descartados.	**120**
Como não é possível reciclar a lâmpada incandescente, ela deve ser corretamente	**130**	Pontos de Coleta	Local adequado para descartar o seu REEE. Eles serão descartados atendendo aos requisitos de segurança para	**140**

descartada. Como usuário você deve levar a um **POSTO DE COLETA** adequado.			minimizar o seu impacto no meio ambiente.	
Esse produto apresenta em seu interior componentes ricos em metais tóxicos e perigosos que não podem ser reciclados e precisam ser devidamente **DESCARTADOS**.	**140**	Sistema de Descarte	Sistema de Descarte inclui a destinação final adequada de substâncias e produtos, assim como sua incineração, e, se possível, a recuperação de parte da energia liberada pela queima dos produtos. Deve ser usada apenas quando não for possível nenhum aproveitamento para aquele material.	**150**

Fonte: Os autores (2024).

Em cada batalha o DEFENSOR estará na vantagem, pois conhecendo a carta de ataque pode definir sua jogada estrategicamente. Assim, o sistema de pontuação foi criado de modo a "forçar" que ele jogue a defesa "ideal" (mencionada nas cartas de ataque), evitando duas situações:

1. Descarte de uma carta defesa **"fraca"** quando percebe que irá perder. Em prol do entendimento do assunto abordado no jogo, deseja-se que o defensor jogue uma defesa mais próxima possível do processo ideal, ao invés de "gastar" as cartas de menor força. Por exemplo: Jogar uma defesa de "reuso" em uma pilha que deveria ser corretamente "descartada", não atende ao senso de realidade. No entanto, a pilha poderia ser levada ao "ponto de coleta", gerando um empate no jogo;
2. Uso de uma carta com **"força"** superior ao processo ideal. Aqui significa que está sendo aplicado no REEE um processo admissível, mas com gasto energético muito alto quando comparado ao processo ideal. Por exemplo, um equipamento em ótimo estado que poderia ser "reusado", mas optou-se por "reciclar". Isso é admissível, mas o gasto energético para realizar a

reciclagem mostrar que não é a melhor forma de agregação de valor nesse caso. Logo, aqui, poderia ser escolhido "reparo", por exemplo, minimizando os custos envolvidos.

Portanto, a cada nova batalha deve se observar:

- Se a carta do ATACANTE for de **maior valor**, significa que o impacto negativo daquele REEE não é tratado pelo processo descrito na carta de defesa, portanto, o ataque ganhou. Assim, o ATACANTE **SOMA** ao seu placar a diferença entre os pontos das cartas de ATAQUE e DEFESA daquela batalha;
- Se **o DEFENSOR** jogar o processo ideal, sua carta apresentará exatamente 10 pontos a mais do que a carta do ATACANTE. Nesse caso, o DEFENSOR **SOMA** no seu placar esses 10 pontos;
- Se a carta do **DEFENSOR** for de **maior valor**, porém não for o processo ideal, o DEFENSOR **SUBTRAIR** do seu placar a diferença entre as duas cartas da batalha.

Desta forma, quanto mais adequado o processo de defesa for ao tipo de REEE, melhor será para a DEFESA.

Se numa partida um dos jogadores (DEFESA e ATAQUE) não conjurar sua carta, automaticamente, ele perde 30 pontos e a carta não conjurada, dando vantagem ao seu oponente por ter maior opção de cartas nas batalhas restantes. Os pontos são controlados diretamente no tabuleiro, movendo o peão correspondente.

Quando o peão de um jogador cair em uma pontuação que contenha o símbolo de trevo ( ), esse deverá retirar uma carta de sorte (Figura 6b), ler a carta e cumprir o destino previsto nela. Após isso, coloque-a abaixo das demais cartas de destino.

O jogador com maior pontuação GANHA o jogo, estando simbolicamente melhor posicionado em relação a área verde do

tabuleiro por representar maior eficiência na defesa ao meio ambiente.

2.3.1.2. A experiência de jogar

No caso do Arena REEE, o jogo foi estruturado de maneira a integrar elementos e informações, incentivando os participantes a desenvolverem um entendimento intrínseco sobre as implicações de suas decisões no contexto da gestão de resíduos eletroeletrônicos. Após cada rodada, é presumido que haja um momento de reflexão entre os jogadores ao analisarem através de suas escolhas e observarem a natureza de cada carta do porquê ganharam ou perderam aquela partida. O jogo combina elementos de estratégia, sorte e conhecimento sobre o tema, nesse processo interativo o jogo contribui para a consolidação do aprendizado e promove uma abordagem mais reflexiva esperando que os jogadores também internalizem o conhecimento e compreensão de maneira a promover uma mudança efetiva de comportamento e atitude. A Figura 7 mostra a vivência do jogo em duas escolas estaduais: (a) Escola Técnica Estadual (ETE) Porto Digital no Recife (PE) e (b) Escola EREFEM Professora Odete Antunes em Jaboatão dos Guararapes (PE).

Figura 7: Arena REEE: Imagens da aplicação do jogo *in loco*

(a) (b)

Fonte: Os autores (2024).

Observando especificamente a experiência na escola Porto Digital, o jogo foi aplicado como parte integrante de disciplinas da área ambiental, ou seja, houve um relacionamento entre o conteúdo ministrado pelas docentes da escola e o jogo Arena REEE. Com isso, observou-se interesse em jogar e aprender pela maioria dos alunos. Ao longo da experiência, foi observado que a duração média do jogo variou entre 10 a 15 minutos. Um ponto observado durante a aplicação, foi a indignação por parte de alguns alunos, motivados pelo desejo de vencer, sobre o fato de a defesa perder pontos mesmo ao vencer a batalha. Foi necessário explicar que, uma vez que o defensor está sempre na vantagem por visualizar a carta do atacante, criamos um sistema de controle para evitar que o jogador escolhesse uma carta que lhe concedesse maior pontuação, em detrimento do objetivo que é jogar a carta mais adequada. Os alunos entenderam e continuaram o jogo.

Além disso, durante as primeiras partidas jogadas, observou-se que os alunos tinham bastante dúvidas sobre as regras e total desconhecimento sobre as cartas (assim como esperado). À medida que colegas foram jogando, aqueles que ficaram observando puderam memorizar o conteúdo das cartas e seu poder. Assim, observamos que as partidas subsequentes ficaram mais ágeis, e os jogadores apresentaram maior controle sobre o poder de cada carta e o sistema de pontuação. Essa observação sugere que a experiência não apenas promoveu o aprendizado e memorização em tempo real durante o jogo, mas também facilitou a aplicação de estratégias ao longo do tempo, à medida que os alunos adquiriram familiaridade com as dinâmicas do jogo e as interações entre as diferentes cartas de ataque e defesa.

Quando o Arena REEE foi aplicado para alunos de graduação, o jogo mostrou-se eficaz em cumprir seu objetivo. Nas ocasiões em que a dinâmica do jogo foi aplicada, seja por meio de uma aula introdutória sobre o tema abordado ou através de uma breve explicação pré-jogo, ficou evidente que a jogabilidade se revelou fluida e os estudantes conseguiram adaptar-se facilmente ao modo de jogar ao compreenderem o conceito por trás do jogo.

Ao jogarem, os estudantes relataram que o mesmo contribuiu para introduzir conceitos sobre a gestão de resíduos eletroeletrônicos ou para aprofundar a compreensão desse tema entre os participantes. A resposta positiva de alunos de graduação reforça a possibilidade da utilização do jogo como uma ferramenta educativa, capaz de aliar aprendizado teórico e prático de maneira envolvente e acessível.

3. ENGENHARIA DE PRODUÇÃO

Armando Dias Duarte
João Pedro Alexandre De Queiroz Santos
Lorenei Arlindo Donatti Júnior
Matheus Pereira Santana
Priscila Porto Higino

Vamos ver nesse capítulo:

- Conceitos gerais sobre Engenharia de Produção;
- Jogos de tabuleiro considerando a grade curricular do curso de graduação em Engenharia de Produção.

3.1. O que é Engenharia da Produção?

A Engenharia de Produção (EP) é um campo estratégico que se destaca pela sua capacidade de integrar diferentes vertentes do conhecimento para solucionar problemas complexos na produção de bens e serviços. Com a crescente necessidade de competitividade e inovação no mercado global, a EP emerge como um curso essencial para a otimização de processos industriais e de negócios. Dentre as disciplinas do curso, são envolvidos assuntos como: planejamento, projeto, implementação e gerenciamento de sistemas de produção, com foco em eficiência, qualidade e sustentabilidade (De Freitas Santos; Scavarda e Machado, 2024). Além disso, o curso aborda o desenvolvimento de técnicas de produção, sistemas e mecanismos de controle para aumentar a produtividade e a confiabilidade em processos industriais e na Indústria 4.0 (Veraldo Jr.; Silva, 2021; Tolouei-Rad, 2022).

3.2. Jogo - Trilha da Produção

O **público alvo** deste jogo é alunos de curso de graduação em Engenharia de Produção. Por sua vez, o **contexto** envolve a necessidade de tornar a teoria 'tangível', por meio da prática gamificada. Neste sentido, três pontos merecem destaque:

1. Alunos que muitas vezes enfrentam problemas com retenção, desistências, assiduidade baixa, levando a fadiga emocional, baixo rendimento educacional e desmotivação com o curso;
2. Cobrança do mercado de trabalho por habilidades e competências não desenvolvidas apenas com o ensino tradicional, como: Trabalho em grupo, Criatividade, Originalidade e iniciativa, Liderança e influência social, entre outras;
3. As Diretrizes Curriculares Nacionais do Curso de Graduação em Engenharia que definiram o perfil do egresso do curso de graduação em Engenharia.

O **objetivo da aprendizagem** é oferecer um aprendizado dinâmico e interativo, que permite com que os (as) jogadores (as) testem seus conhecimentos prévios e adquiram novos conhecimentos ao responderem perguntas, facilitando a assimilação de conceitos importantes da Engenharia de Produção.

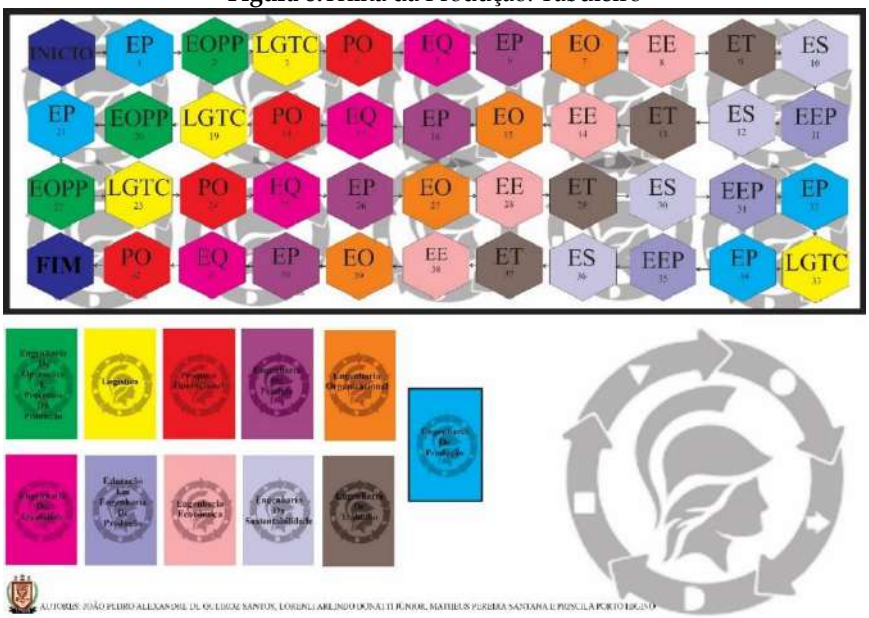
Assim, como **marcos de aprendizagem**, tem-se os tópicos principais da ementa do curso de graduação. Os **elementos** de gamificação estão relacionados à competição entre jogadores, ou equipes, ou seja, quem atingir ao objetivo final primeiro.

Como **recursos** necessários tem-se: um (01) tabuleiro, 165 cartas de perguntas, 06 pinos (peões) e 01 dado. Os *templates* estão disponíveis em: https://sites.ufpe.br/deplog/produto-tec/.

3.2.1. Descrição e regras do jogo

O tabuleiro do jogo (Figura 8) é composto por 42 casas, cada uma representando uma das dez áreas principais da Engenharia de Produção: Engenharia de Operações e Processos da Produção (Verde), Logística (Amarelo), Pesquisa Operacional (Vermelho), Engenharia da Qualidade (Rosa), Engenharia do Produto (Roxo), Educação em Engenharia de Produção (Lilás), Engenharia Organizacional (Laranja), Engenharia Econômica (Rosa Claro), Engenharia do Trabalho (Cinza) e Engenharia da Sustentabilidade (Malva). Há também casas coringas azuis, denominadas "Engenharia de Produção", que incluem perguntas gerais sobre a disciplina como um todo, promovendo uma compreensão abrangente e integrada dos diversos aspectos dessa área de conhecimento.

Figura 8: Trilha da Produção: Tabuleiro



Fonte: Autores (2024).

Cada uma das áreas da Engenharia de Produção possui 15 cartas de perguntas com respostas destacadas em vermelho para maior visibilidade. Além dessas, há 15 cartas adicionais para a casa coringa, totalizando 165 cartas no jogo, conforme mostrado nas Figura 9 e Figura 10.

Figura 9: Trilha da Produção: exemplo de cartas – Frente

Fonte: Autores (2024).

Figura 10: Trilha da Produção: exemplo de cartas – verso

Fonte: Autores (2024).

As perguntas são de múltipla escolha, com quatro alternativas (A, B, C e D), e abordam aspectos específicos de cada área correspondente. Elas foram cuidadosamente elaboradas para testar e ampliar os conhecimentos dos (as) jogadores (as), incentivando uma compreensão profunda das diversas áreas da Engenharia de Produção.

O jogo pode ser jogado por 2 a 6 jogadores. Para avançar no tabuleiro, o jogador deve lançar um dado e, em seguida, responder a uma pergunta correspondente à área indicada pela casa em que caiu. Se acertar a resposta, avança o número de casas correspondente ao valor do dado; caso contrário, permanece na casa atual até a próxima rodada. O jogador à esquerda do jogador ativo deve sacar a carta da área correspondente e fazer a pergunta.

Ao cair em uma casa coringa representada pela cor azul no tabuleiro com a abreviação EP (Engenharia de Produção), o jogador deve responder a uma pergunta sobre conhecimentos gerais de Engenharia de Produção. As mesmas regras de avanço ou permanência se aplicam.

O jogo segue em rodadas, onde cada jogador tem sua vez de lançar o dado e responder a uma pergunta. Somente após todos os jogadores terem jogado, a rodada seguinte começa.

As cartas de perguntas não podem ser trocadas uma vez retiradas. Se a resposta for incorreta, a carta é devolvida ao baralho e a resposta correta não é revelada.

O jogo termina quando um jogador alcança a última casa do tabuleiro. Esse jogador (a) é declarado (a) vencedor (a).

3.2.2. A experiência de jogar

Após a confecção do jogo e a definição das regras, foi realizada uma partida teste para verificar se o jogo "Trilha da Produção" seria simples e intuitivo de jogar, sem a necessidade de informações extensas para uma compreensão completa. Foram selecionados aleatoriamente alguns estudantes e professores da Universidade Federal do Oeste da Bahia (UFOB) para jogar em sala

de aula, com o objetivo de avaliar a primeira impressão dos jogadores, que são os alunos do curso de Engenharia de Produção (Figura 11). Além dos materiais indicados, na ausência de um dado de seis lados, poderá ser utilizado um aplicativo que simule as jogadas.

Figura 11: Trilha da Produção: Imagens da aplicação do jogo *in loco*

Fonte: Autores (2024).

Durante a prática do jogo, foi verificado que os (as) estudantes de períodos mais avançados do curso, possuem certa vantagem em relação aos de períodos anteriores, devido ao maior conhecimento adquirido. Esta observação já era esperada desde a concepção do jogo. A experiência proporciona um teste para aqueles considerados avançados nos temas de Engenharia de Produção e uma oportunidade para os mais recentes no curso se familiarizarem com o conteúdo acadêmico, aprendendo e aprimorando seus conhecimentos.

Para uma competição mais justa e equilibrada, recomenda-se que os participantes estejam em períodos de integralização do

curso não muito díspares, promovendo uma dinâmica mais centrada na sorte e no conhecimento dos envolvidos. Além disso, durante o desenvolvimento da atividade lúdica, foi notado como a interação no jogo afetou o envolvimento dos (as) estudantes. Inicialmente, a hesitação e o desconforto foram substituídos por uma leve competição à medida que as rodadas progrediram. Essa transformação indicou que o jogo criou um ambiente mais receptivo, motivador e de fácil compreensão, promovendo a participação dos (as) estudantes e sua ambientação com o curso. À medida que avançavam no tabuleiro e respondiam às perguntas, o interesse no jogo aumentava devido à competitividade e ao desejo de vencer, resultando em uma ótima impressão dos (as) jogadores e dos (as) observadores. Após a partida, foi aplicado um pequeno questionário aos jogadores e observadores para coletar feedback sobre o jogo, grau de dificuldade das perguntas, avaliação individual e dinâmica do jogo, além de sugestões de melhorias e pontos de destaque.

Em suma, observou-se que os alunos responderam positivamente à dinâmica do jogo, demonstrando maior interesse e engajamento ao longo da atividade. Isso evidenciou que a gamificação pode criar um ambiente propício para a propagação do conhecimento, superando as limitações das aulas expositivas tradicionais.

4. GESTÃO DA PRODUÇÃO

Marcele Elisa Fontana
Wesley Douglas Oliveira Silva

Vamos ver nesse capítulo:

- Conceitos gerais sobre Planejamento e Controle da Produção;
- Conceitos gerais sobre Planejamento de Vendas e Operações;
- Conceitos gerais sobre Planejamento Mestre da Produção;
- Jogos de simulação de ambiente industrial considerando esses conceitos.

4.1. Planejamento e controle da produção

O **Planejamento e Controle da Produção (PCP)** é um dos pilares fundamentais da gestão da produção, desempenhando um papel crucial na gestão eficiente dos recursos produtivos, na otimização dos processos e na garantia de que os produtos sejam entregues no prazo prometido, com o custo previsto e a qualidade esperada (Slack, 2015).

Embora o conceito de PCP seja frequentemente apresentado e utilizado de forma conjunta na literatura e na prática, é essencial entender que, apesar de complementares, Planejamento da Produção e Controle da Produção são atividades distintas com objetivos específicos. Os conceitos aqui apresentados são baseados nos autores Corrêa e Corrêa (2022), Fontana (2024), Guerrini (2019) e Slack *et al.* (2015).

O **Planejamento** da produção diz respeito à conciliação entre o que o mercado consumidor requer e o que as operações são capazes de oferecer ao menor custo possível. Como um plano não garante que um evento vá realmente acontecer, o **Controle** é o processo de lidar com as variações inerentes a todo sistema produtivo. Se todas as necessidades de recursos foram devidamente providenciadas pelo plano de produção e os gargalos foram equacionados, a execução do programa de produção pode ocorrer sem interferências.

Deste modo, o PCP é uma função essencial no gerenciamento técnico e administrativo de processos produtivos, focando na criação de planos que orientam e controlam a produção. Este conjunto de atividades interrelacionadas visa organizar e coordenar o uso eficiente dos recursos humanos e materiais, garantindo a correção de desvios e minimização de perdas ao longo do processo produtivo.

O PCP segue quatro etapas principais: planejamento, acompanhamento da execução, controle e análise de dados. A primeira etapa envolve a elaboração de planos detalhados. A segunda etapa foca no monitoramento e registro de dados durante a execução. A terceira etapa, controle, avalia a produção realizada. A quarta etapa utiliza previsões de vendas para definir produtos, cronogramas e quantidades a fabricar, planejando detalhadamente onde cada operação será realizada, os tempos de produção, sequência e deslocamento dos componentes, periodicidade das entregas, e planos de compras, inspeção, manutenção e expedição.

Além de acompanhar a produção, o PCP mede e coleta dados para análise comparativa com o planejado, permitindo correções e a criação de um banco de dados para futuros procedimentos. A produção segue comandos específicos chamados "Ordem de Produção", comunicados por meio de documentos como requisições de materiais, notas de empenho, listas de operações, fichas de mão de obra, fichas de carga de máquinas, notas de entrega de produção, pedidos de compra, fichas de

controle de qualidade, fichas de custo, desenhos de fabricação, normas de produção e especificações.

Diversos fatores internos e externos, como falta ou atraso de materiais e mão de obra, quebras não previstas de máquinas, falta de energia e outros suprimentos, e eventos imprevistos como greves, podem causar desvios e necessitar de correções no planejamento e controle da produção. Esses fatores exigem respostas rápidas e eficazes do PCP para manter a eficiência e cumprir os compromissos da empresa.

Neste capítulo serão apresentados três jogos que simulam situações reais, onde as diferentes perspectivas e abordagens dos alunos contribuíram para um ambiente de aprendizado dinâmico e participativo. No decorrer das simulações houve momentos de descontração e até risadas, evidenciando o aspecto lúdico e envolvente da gamificação. No entanto, também surgiram momentos de confusão e dificuldade para lidar com as novas circunstâncias, o que reflete a complexidade e imprevisibilidade do ambiente empresarial.

A experiência de gamificação na disciplina de Engenharia de Produção proporciona aos alunos uma vivência prática e dinâmica dos desafios enfrentados na gestão empresarial. Através da análise de dados, tomada de decisões e adaptação a cenários inesperados, os estudantes puderam desenvolver habilidades essenciais para o mundo profissional, ao mesmo tempo em que se engajaram de forma lúdica e motivadora no processo de aprendizado.

4.2. O que é Planejamento de Vendas e Operações?

Planejamento das Vendas e Operações (PVO), do inglês *Sales and Operations Planning* (S&OP), define a capacidade de médio prazo ao buscar emparelhar os recursos de produção com a demanda ao menor custo possível (Fontana, 2024). O S&OP é crucial para a manutenção de uma cadeia de suprimentos ágil e responsiva, promovendo a colaboração entre departamentos e proporcionando uma visão holística das operações da empresa.

O PVO começa com a previsão de vendas, que envolve a análise de dados históricos, tendências de mercado e fatores sazonais. Esta previsão é crucial para o planejamento de produção e para a gestão de inventário, pois permite antecipar a demanda e ajustar a capacidade produtiva conforme necessário. Atualmente, métodos quantitativos, como modelos estatísticos e algoritmos de aprendizado de máquina, são frequentemente utilizados para aumentar a precisão das previsões. Além disso, a colaboração com equipes de vendas e marketing é essencial para incorporar *insights* qualitativos, como campanhas promocionais e mudanças no comportamento do consumidor.

Uma vez estabelecida a previsão de vendas, o próximo passo no PVO é o planejamento da capacidade. Este processo envolve a avaliação dos recursos disponíveis, como mão-de-obra, maquinário e matérias-primas, e a determinação de como eles serão alocados para atender à demanda prevista. A capacidade deve ser ajustada continuamente para responder a variações na demanda, minimizando custos e evitando excessos ou faltas de estoque. Ferramentas de simulação e modelagem são frequentemente utilizadas para testar diferentes cenários e otimizar a alocação de recursos.

A coordenação entre os departamentos de vendas, marketing, produção e logística é fundamental para o sucesso do PVO. Reuniões regulares são realizadas para revisar as previsões de vendas, ajustar os planos de produção e resolver quaisquer discrepâncias entre a oferta e a demanda. Estes encontros, conhecidos como ciclos PVO, permitem a comunicação contínua e a tomada de decisões colaborativa, garantindo que todos os setores estejam alinhados com os objetivos estratégicos da empresa.

Além disso, o PVO deve ser um processo dinâmico e flexível, capaz de se adaptar rapidamente a mudanças no mercado ou na capacidade produtiva. Por fim, o sucesso do PVO depende do compromisso da alta administração e da cultura organizacional que valorize a colaboração e a transparência. O envolvimento da liderança é essencial para estabelecer prioridades claras, alocar

recursos de forma adequada e garantir que os objetivos estratégicos sejam comunicados e compreendidos por toda a organização. Uma cultura que promove a cooperação interdepartamental e a busca contínua por melhorias pode transformar o S&OP em uma vantagem competitiva sustentável.

4.2.1. Jogo das caixas PVO

O **público alvo** deste jogo é composto por alunos de curso técnico ou graduação que contenha na sua grade curricular a disciplina de Gestão da produção, ou similar. Por sua vez, o **contexto** envolve a necessidade de tornar a teoria 'tangível', por meio da prática gamificada. Neste sentido, três pontos merecem destaque:

1. Alunos que, muitas vezes, enfrentam problemas com retenção, desistências, assiduidade baixa, levando a fadiga emocional, baixo rendimento educacional e desmotivação com o curso;
2. Cobrança do mercado de trabalho por habilidades e competências não desenvolvidas apenas com o ensino tradicional, como: Trabalho em grupo, Criatividade, Originalidade e iniciativa, Liderança e influência social, entre outras;
3. As Diretrizes Curriculares Nacionais do Curso de Graduação em Engenharia que definiram o perfil do egresso do curso de graduação em Engenharia.

O **objetivo da aprendizagem** é consolidar o aprendizado sobre o preenchimento da tabela de Planejamento de Vendas e Operações (PVO), também conhecido como Planejamento Agregado, ao mesmo tempo em que revisão o conteúdo da disciplina.

A **experiência** foi estruturada em três marcos: a organização das equipes, a execução das ações perante os conceitos prévios e o processo de controle, ou seja, como as equipes lidaram com as incertezas.

Os **recursos** necessários são: um (01) roteiro (Apêndice A) por grupo de jogadores; três (03) caixas sinalizando as quantidades correspondentes ao lote de produção (ver Tabela 1); perguntas impressas em pedaços de papel colocadas dentro da caixa (vide lista no Apêndice B). Além disso, os alunos devem dispor de calculadora e caneta/lápis. Os *templates* necessários estão disponíveis pelo seguinte link: https://sites.ufpe.br/deplog/produto-tec/

Por fim, os **elementos** de gamificação identificados formam: a competição entre as equipes e a restrição do tempo em determinadas etapas.

4.2.1.1. Descrição e regas do jogo

A turma deve ser dividida em grupos. Sugere-se que cada grupo seja composto por dois a quatro integrantes. Cada grupo receberá um roteiro (Apêndice A) explicando a situação da empresa, os custos envolvidos e a tabela de preenchimento do planejamento. A primeira versão do jogo das caixas foi publicada no livro "FONTANA, M. E. Operações de Armazenagem: Teoria e Prática. Pró-Reitoria de Extensão e Cultura/UFPE: Editora UFPE. 2022". Após várias aplicações, o roteiro entregue aos alunos foi sistematicamente melhorado para tornar a dinâmica mais fluída.

O professor deve apresentar três caixas à turma. Cada caixa representa um tamanho de lote de produção, como mostra a Tabela 1.

.

Tabela 1: Jogo das caixas PVO: Produtividade individual das caixas de perguntas.

Caixa	Unidades produzidas	Nível sugerido para as perguntas
C1	40	Fácil
C2	50	Média
C3	68	Difícil

Fonte: Fontana (2022).

O número de perguntas deve ser igual, ou maior, ao número de grupos de alunos multiplicado pelo número de rodadas

previstas, divididas igualmente entre as três caixas. Nossa proposta prevê quatro rodadas. Assim, se houver quatro grupos, serão necessárias no mínimo 16 perguntas subdividias entre as 3 caixas.

Na primeira rodada, cada grupo deverá escolher qual caixa deseja, ou seja, qual tamanho de lote precisa produzir naquela semana para atender a demanda. Após escolher a caixa, cada grupo irá retirar uma ficha de dentro da caixa que corresponderá ao número de uma pergunta de conceitos gerais. O professor fará a pergunta ao grupo. Se o grupo acertar a resposta, esse poderá produzir o lote e calcular as consequências para o primeiro período de produção. Se errar, esse não irá produzir, devendo postergar a produção para o próximo mês e incorrer nos custos relacionados. O professor finalizará a primeira rodada depois que todos os grupos responderem à primeira pergunta.

Na segunda rodada, o professor solicita novamente a escolha da caixa desejada e faz as perguntas correspondentes, como na rodada anterior. Se as perguntas de uma caixa se esgotarem antes das demais, significa que aquele tamanho de lote não poderá ser mais escolhido. É permitida apenas a produção de um lote por rodada. Aquele que – por ventura – não produziu em uma rodada deverá arcar com os custos relacionados.

Após finalizar as rodadas (no roteiro sugerimos quatro rodadas), os custos totais devem ser calculados. O grupo que produzir em menor custo vence o jogo. O tempo de duração do jogo dependerá do tempo dado para a resposta de cada pergunta e o número de grupos na sala, pois o preenchimento da tabela pode ocorrer enquanto os depois grupos estão respondendo perguntas.

4.2.1.2. A experiência de jogar

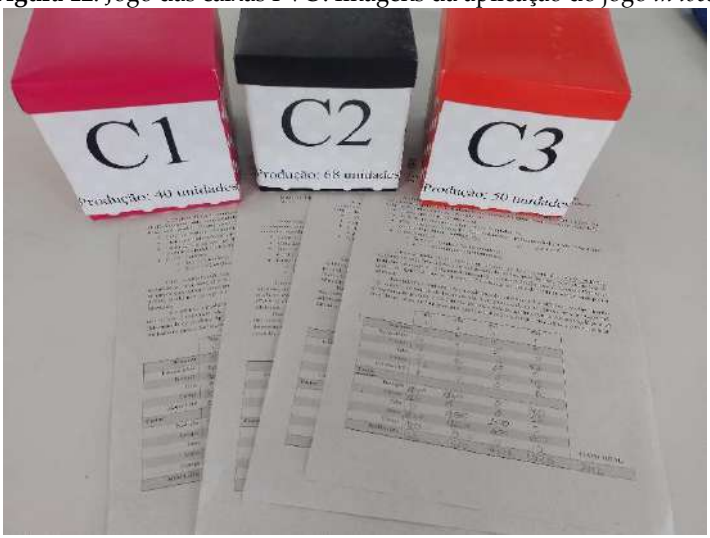
As diferentes estratégias usadas sobre a escolha das caixas e as reações quando o grupo é impossibilitado de produzir geram diversos momentos de bastante descontração mesclados com competição. A ideia primordial é que todos aprestem atenção às perguntas e respostas que forem feitas, independentemente se foi

para o seu grupo ou não. Assim, todos revisam o conteúdo. Isso ocorre bem no início do jogo, mas a partir da segunda rodada é difícil manter o controle da turma, por vários motivos, dentre eles:

1. O tempo disponível para o jogo: considerando 4 grupos, o tempo ideal para o jogo é de duas horas. Porém, normalmente as aulas são de 50 minutos cada, totalizando 1h:40min, onde uma parte deste tempo é usada para explicação do jogo, além de vários alunos que chegam após o horário, requerendo nova explicação;
2. Competitividade: em diversos momentos se "perde" tempo com discussões sobre a qualidade das respostas, ou seja, se o professor deveria ou não aceitar a resposta daquele grupo.

Para minimizar o efeito do problema (1), a partir da primeira rodada, que é suficiente para compreender o jogo, enquanto um grupo pensa na resposta à sua pergunta o grupo sequente já pode escolher sua caixa e sortear sua pergunta, agilizando, assim, o processo. Contudo, é fundamental manter o controle da turma para funcionar. Conversas paralelas são inerentes ao jogo, mas devem ser minimizadas. Quanto ao segundo ponto, tanto quanto possível, é indicado levar perguntas objetivas ou mais simples, de modo a minimizar as "discussões". De todo modo, o professor é soberano na decisão. A Figura 32 mostra o material usado na experiencia de jogar.

Figura 12: Jogo das caixas PVO: Imagens da aplicação do jogo *in loco*



Fonte: os autores (2024).

De modo geral, nenhum participante sai chateado por não acertar as perguntas. O fato de ser em grupo e em ambiente descontraído ajuda a minimizar qualquer frustação desta natureza. No final, eles aprendem sobre a importância de manter um processo de produção "estável", ou seja, produzindo com regularidade, ao passo que revisam o conteúdo ministrado até então.

4.3. O que é Planejamento Mestre da Produção?

O **Programação Mestre de Produção**, **do inglês *Master Production Scheduling* (MPS)**, determina quando e quanto de cada produto acabado (taxas de produção), compatibilizando a demanda com os recursos internos da empresa. Uma vez estabelecido o MPS, o sistema produtivo assume compromissos de fabricação e montagem dos produtos e serviços. Durante sua execução, cabe ao PCP analisar as necessidades de recursos produtivos e identificar possíveis gargalos que possam afetar a execução do plano em curto prazo (Fontana, 2024).

A elaboração do MPS começa com a agregação das previsões de demanda e os pedidos firmes dos clientes. Estas informações são usadas para determinar as necessidades de produção em um horizonte de planejamento que pode variar de semanas a meses, dependendo do ciclo de produção e do setor industrial. O MPS detalha não apenas a quantidade de cada produto a ser fabricado, mas também as datas específicas em que a produção deve ocorrer, garantindo um fluxo contínuo e equilibrado na linha de produção.

A precisão do MPS depende de dados de entrada de alta qualidade, incluindo previsões de demanda precisas, informações atualizadas sobre a capacidade de produção e *feedback* contínuo das operações de produção. Ferramentas de software, como sistemas de planejamento de recursos empresariais e sistemas de planejamento avançado, são amplamente utilizadas para apoiar o processo de MPS, oferecendo funcionalidades para coleta e análise de dados, simulação de cenários e geração de cronogramas de produção otimizados.

Por fim, o MPS é um processo dinâmico que deve ser revisado e ajustado continuamente para refletir mudanças nas condições do mercado, nas operações de produção e nas estratégias empresariais. A capacidade de adaptar rapidamente o plano de produção às novas realidades é crucial para manter a competitividade e a eficiência operacional. A adoção de práticas de melhoria contínua e o uso de tecnologias avançadas podem ajudar a refinar o processo de MPS, tornando-o mais preciso e responsivo às necessidades do negócio.

4.3.1. Jogo - Master Production Schedule (MSP)

O público alvo, o contexto a estrutura da experiência e os elementos de gamificação são idênticos ao jogo das caixas (secção 3.2.1). Aqui, também, há o **objetivo da aprendizagem** sobre o preenchimento de uma tabela, porém do Planejamento Mestre da produção (PMP), no inglês *Master Production Schedule* (MPS),

consolidando os conceitos de gestão de estoque e ressuprimento. No final, o objetivo é verificar quem conseguiu contornar melhor as oscilações da demanda real. Os alunos devem refletir sobre a importância do correto dimensionamento dos estoques de segurança e políticas de ressuprimento, além da importância de uma previsão de demanda confiável.

Os **recursos** necessários para cada grupo de jogadores são: uma (01) ficha com a descrição das estratégias que os grupos devem escolher para sua empresa (Apêndice C); um (01) formulário para o planejamento do MPS (Apêndice D); um (01) formulário para o replanejamento do MPS (Apêndice E). Além disso, os alunos devem dispor de calculadora e caneta/lápis. Os *templates* necessários estão disponíveis pelo seguinte link: https://sites.ufpe.br/deplog/produto-tec/

4.3.1.1. Descrição e regras do jogo

O(A) professor(a) deve dividir a turma em equipes com dois (02) a quatro (04) integrantes. O jogo prevê duas etapas. Na etapa 1, cada equipe irá escolher um pacote de estratégias que será usado do início ao fim para executar o MPS. Aqui eles terão acesso à: informação de demanda prevista; restrições que devem ser consideradas; e todos os custos envolvidos. Existem quatro (04) opções disponíveis em quatro (04) dimensões diferentes. Tempo estimado para essa etapa de ± 15 minutos. É esperado aqui que os alunos enfrentem debates intensos e discussões sobre qual estratégia seguir, revelando dúvidas e indecisões comuns em situações reais de gestão.

Após a escolha das estratégias, a equipe deve preencher o formulário do MSP com base na previsão de demanda disponível já no formulário (Apêndice D). É importante ressaltar aos alunos que, teoricamente, essa previsão foi realizada pela sua empresa. Logo, o MSP deve levar à risca essa informação no seu planejamento, do início ao fim do jogo. Após o preenchimento do formulário eles devem calcular os custos envolvidos, de acordo

com as informações contidas na estratégia escolhida. Tempo estimado para essa etapa de ± 60 minutos. Aqui o(a) professor(a) pode solicitar apenas o preenchimento do MPS deixando o cálculo dos custos para o final de toda a simulação.

Na etapa 2, depois de devidamente preenchido o MPS no "MUNDO IDEAL", o(a) professor(a) deverá solicitar o preenchimento do segundo formulário (Apêndice E), o "MUNDO REAL". Inicialmente apenas o momento 0 e o recebimento planejado no momento 1, assim como anteriormente planejado. Após isso, o(a) professor(a) irá divulgar o valor da demanda REAL do primeiro período (Tabela 2). Solicitar aos alunos para finalizarem o preenchimento do momento 1 e possível correção das quantidades necessárias, considerando o mesmo pacote de estratégias e as informações da demanda prevista. Ou seja, a cada semana o grupo deve pensar se irá atualizar os pedidos ou não, sem saber qual será a demanda real do próximo mês. O(a) professor(a) dará sequência à divulgação das demandas reais, reservando tempo suficiente para o preenchimento do MPS. Tempo estimado para essa etapa de ± 3 minutos por período, deixando o cálculo dos custos para o final.

Tabela 2: MPS: Sugestão de demandas reais

Períodos	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**	**9**	**10**
Demanda real	30	20	35	60	70	90	30	30	35	35

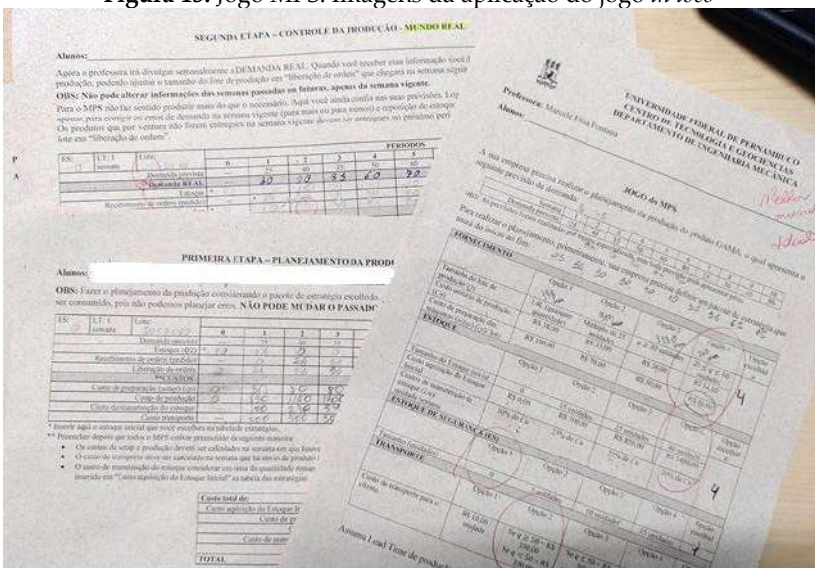
Fonte: Os autores (2024).

Algumas regras importantes: (a) os alunos não podem alterar o pacote de estratégias escolhidos; (c) os alunos não podem solicitar mais do que o valor previsto, ou seja, na etapa 2 eles devem corrigir seus lotes considerando erros na previsão passada, mas não na futura, repondo estoque de segurança e pedidos em atraso. Afinal, as previsões foram realizadas pela empresa e devem ser entendidas como confiáveis, isso serve para ressaltar a importância de boas previsões.

4.3.1.2. A experiência de jogar

Embora o Jogo *Master Production Schedule* (MPS) não tenha sido publicado anteriormente, ao logo de algumas aplicações seu roteiro também foi sistematicamente melhorado para que fosse auto explicativo. Nas primeiras versões do jogo havia a possibilidade de os alunos definirem se o *lead time* (tempo de ressuprimento) seria de 1 ou 2 semanas no grupo TRANSPORTE (Apêndice C). Isso tinha como objetivo mostrar como o controle do processo é mais difícil quanto maior for o *lead time*. Porém, durante duas experiências, verificou-se uma dificuldade muito grande no preenchimento das planilhas (Apêndices D e E), prejudicando a dinâmica do jogo. A Figura 13 mostra o material usado na experiencia de jogar.

Figura 13: Jogo MPS: Imagens da aplicação do jogo *in loco*



Fonte: Os autores (2024).

Os alunos apresentaram muita dificuldade em compreender a necessidade do estoque de segurança (ES), pois no "mundo ideal" ele parece não ser necessário, aumentando os

custos. Quando o mundo real inicia, os alunos começam a entender a importância de se manter ES. Porém, ainda dentre aqueles que optaram por manter um ES, alguns apresentam dificuldade de entender porque no mundo ideal não podiam usá-lo, ou seja, obrigatoriamente precisavam deixar ele em estoque. Entender que o ES é projetado para cobrir oscilações da demanda ou problemas na produção que não existem no mundo ideal.

Além disso, os alunos mostraram bastante dificuldade em entender que, no mundo real, eles precisavam repor o ES consumido, bem como que não poderiam aumentar substancialmente os lotes de produção, pois, teoricamente, as previsões eram confiáveis. Em outras palavras, no momento corrente eles poderiam reprogramar o lote em produção, considerando o necessário para repor o ES consumido e as unidades não entregues devido à falta em estoque (pós uso do ES, ou para os grupos que não considerara manter ES), mas não poderiam produzir a mais supondo demanda maior (oscilação). Isso porque, toda previsão de demanda apresenta erros e o ES serve justamente para minimizar esses erros. No mundo real, a recomendação seria rever as previsões para diminuir os erros. Contudo, o jogo precisa manter algumas regras para que seja possível a comparação entre os grupos. Aqui, para influenciar a reflexão dos alunos sobre isso, ainda no "mundo ideal", adicionamos a seguinte frase: "*As previsões foram realizadas por equipe especializada, mas toda previsão pode apresentar erros*". Além disso, a ideia da dinâmica é justamente mostrar que as consequências de decisões erradas sobre a gestão de estoque e previsão de demanda inadequada reverberam por diversos períodos.

Na primeira fase, "mundo ideal", foram melhores aqueles grupos que souberam escolher os menores custos de *setup*, uma vez que é valor fixo independentemente do tamanho do lote, associado ao menor custo de manutenção de estoque, mesmo mantenho algum estoque de segurança. Porém, na segunda fase, "mundo real", aqueles que consideram um estoque de segurança, apresentaram maior robustez, maior facilidade no próprio preenchimento (controle) e, consequentemente, menores custos, assim como esperado. Ressaltando a importância da correta gestão

e dimensionamento dos estoques. Contudo, a dificuldade de preencher a tabela no "mudo real" foi considerável. Isso se deve ao fato de sair do ambiente estático de planejamento (mundo ideal) para o ambiente dinâmico do mundo real. Isso proporcionou uma segunda camada de simulação de um caso real ao jogo desenvolvido.

5. GESTÃO DA CADEIA DE SUPRIMENTOS

Lucas Pontes de Andrade
Marcele Elisa Fontana
Vinícius de Almeida Silva
Wallysson De Menezes Vieira
Wesley Douglas Oliveira Silva

Vamos ver nesse capítulo:

- Conceitos gerais de cadeia de suprimentos (CS);
- Cadeia interna e os conflitos entre as áreas funcionais;
- CS total e o problema da variabilidade (efeito chicote);
- Jogos de simulação considerando esses conceitos.

5.1. Cadeia de Suprimentos e suas definições

Uma Cadeia de Suprimentos (CS) abrange todos os esforços envolvidos na produção e liberação de produtos finais, desde o (primeiro) fornecedor até o (último) cliente (Corrêa, 2014). Uma cadeia pode ser dividida segundo a relação entre os elos em (Pires, 2016):

- **Cadeia interna:** consiste nos processos e departamentos internos a empresa;
- **Cadeia imediata:** Consiste na relação entre a empresas e os elos imediatos à jusante (cliente – distribuição) e à montante (fornecedor – abastecimento);
- **Cadeia total:** Consiste na relação entre todos os elos da cadeia de suprimentos.

Este livro aborda a cadeia interna e a cadeia total.

5.2. Cadeia interna e conflito entre suas áreas funcionais

O conflito configura a dinâmica das equipes organizacionais para os membros do grupo de trabalho confrontarem quando os interesses individuais diferem em situações em que objetivos comuns precisam ser alcançados (Arias-Aranda; Bustinza-Sánchez, 2009).

Conflitos podem surgir de diversas fontes, incluindo objetivos divergentes, comunicação inadequada, diferenças culturais e disputas por recursos. Entre as áreas funcionais (ou departamentos) de uma empresa frequentemente emergem devido a objetivos e prioridades distintos. Departamentos como vendas, produção, finanças e marketing podem ter metas que, por vezes, parecem contraditórias. Por exemplo, enquanto a equipe de vendas pode buscar maximizar as vendas e a satisfação do cliente, a produção pode focar na eficiência e no controle de custos. Essas diferenças podem levar a tensões e disputas sobre a alocação de recursos e a priorização de atividades.

A resolução eficaz desses conflitos é essencial para manter a coesão organizacional, melhorar a colaboração interdepartamental e promover um ambiente de trabalho produtivo e harmonioso. A gestão de conflitos entre áreas funcionais é um desafio constante para as organizações, especialmente em um ambiente empresarial dinâmico e competitivo. Ela é uma parte significativa e inevitável do papel de um gerente em uma organização. Os funcionários precisam de habilidades de gerenciamento de conflitos para gerenciarem a si mesmos, tomarem decisões e trabalharem de forma eficaz no ambiente de equipe cada vez maior das organizações atuais (Lang, 2009).

Arias-Aranda e Bustinza-Sánchez (2009) relataram cinco modos de tratamento de conflitos que descrevem a gestão de conflitos em grupos de trabalho organizacionais: evitação, acomodação, competição, colaboração e compromisso. Indivíduos com comportamento **competitivo** em conflitos apresentam

comportamentos críticos daqueles com interesses opostos dentro do conflito, como o uso de ameaças para obter vantagem e defender interesses próprios. Por outro lado, aqueles indivíduos que **evitam** disputas tendem a adiar e evitar quaisquer fontes de confronto do próprio conflito. O modo de tratamento **colaborativo** está associado a uma tendência cooperativa e colaborativa no comportamento dos indivíduos, a fim de resolver o conflito, mantendo e até reforçando as relações com o resto do grupo, considerando os interesses de todas as partes. O comportamento **comprometedor** caracteriza-se por uma análise relativamente profunda do posicionamento próprio e dos outros sobre o conflito, a fim de estabelecer uma possível solução num campo intermediário que possa satisfazer o grupo como um todo. Por fim, os indivíduos **acomodados** sentem-se compelidos pelos objetivos e interesses dos outros e tendem a concordar com a solução adotada pelo grupo, independentemente dos seus próprios interesses.

Conflitos mal geridos podem levar a um ambiente de trabalho tóxico, prejudicar a eficiência operacional e comprometer os resultados empresariais. Por outro lado, quando geridos de maneira eficaz, os conflitos podem ser transformados em oportunidades para a inovação, a melhoria contínua e o fortalecimento da coesão organizacional. Ao promover a comunicação aberta, a colaboração interdepartamental e o alinhamento de objetivos, as organizações podem criar um ambiente de trabalho mais integrado, produtivo e resiliente.

5.2.1. Jogo – Definindo um pacote de ações estratégicas

O público alvo, o contexto e a estrutura da experiência são idênticos aos jogos do capítulo 4. Aqui, o **objetivo da aprendizagem** está associado às relações entre departamentos e disputas internas na empresa. Espera-se que os alunos reflitam sobre a importância do diálogo, troca de informação e ajuda mutua entre os departamentos de uma empresa, de modo a maximizar o efeito global das decisões ao invés de interesses individuais.

Aqui o **recurso** necessário é apenas um (01) roteiro com a descrição do pacote de ações estratégias específicas à função da empresa que cada jogador representa. O Apêndice F traz como exemplo a ficha para o gerente de produção. As demais fichas podem ser encontradas no link: https://sites.ufpe.br/ deplog/produto-tec/. Por fim, o **elemento** de gamificação identificado é a competição tanto entre os jogadores da mesma equipe (gestores das áreas funcionais da empresa), como entre as equipes (empresas).

5.2.1.1. Descrição e regras do jogo

O professor deve dividir a turma em grupo com quatro integrantes. Cada grupo representa uma empresa, aqui do ramo frigorífico, onde cada jogador representará um gerente deste frigorífico. Os gerentes são: PRODUÇÃO; FINANCEIRO; MARKETING e RECURSOS HUMANOS. As empresas precisam definir um pacote de ações estratégicas, consensualmente, que valerá para todo o grupo. O pacote compreende em uma ação para cada dimensão. No total há cinco (05) dimensões: FORNECIMENTO, PRODUÇÃO, TRANSPORTE, ARMAZENAGEM/ESTOCAGEM e CONSUMIDOR. Em cada dimensão há quatro (04) ações possíveis com diferentes consequências para os departamentos internos. Estas consequências são sinalizadas por pontuações diferentes colocadas em cada item no roteiro, como mostrado no Apêndice F.

Primeiramente, é recomendado que cada gerente observe quais ações são melhores para o seu departamento. É explicado apenas que quanto maior a pontuação melhor aquela alternativa é para o departamento, e, obviamente, é esperado que eles escolham as de maior pontuação, independentemente da sua opinião na vida real. Em outras palavras, é dito que eles não devem analisar a veracidade da alternativa no contexto real.

Observação: cada gerente deve manter sua pontuação em segredo, para simulação ambientes com falta de troca de informação.

Depois disso, os alunos são convidados a "incorporar" o seu gerente e, usando argumentos pertinentes ao seu cargo, 'convencer' os demais gerentes a escolherem as ações pré-selecionadas por ele. Assim, inicia-se rodadas de discussões até que cada grupo (empresa) feche seu conjunto de ações. A forma de negociação das ações é livre, só é PROIBIDO mostrar as pontuações individuais. Para essa etapa deve ser previsto um tempo entre 30 a 40 minutos. Após 30 minutos, o professor deve exigir que cheguem ao consenso. Isso simula um ambiente de pressão para a tomada de decisão.

Após fecharem o pacote de estratégias, cada gerente deve somar sua pontuação (referente a cada ação escolhida pelo grupo) e depois somar a pontuação de todos os gerentes da empresa, simbolizando o retorno total da empresa (informação não dita anteriormente). O gerente com maior pontuação é aquele melhor visto pelo presidente da empresa, porém a empresa com maior pontuação global é a líder do mercado.

5.2.1.2. A experiência de jogar

Inicialmente os alunos se mostram tímidos, mas em poucos minutos a maioria incorpora, literalmente, o seu gerente. Discussões calorosas ocorrem e devem ser estimuladas. Diversas estratégias são percebidas. Alguns grupos discutem ponto a ponto, enquanto outros preferente focar no pacote global que cada um prefere e ir ajustando, negociando onde cada um vai ceder até o consenso. Embora não tenha sido objeto de pesquisa, todos os perfis relatados por Arias-Aranda e Bustinza-Sánchez (2009) foram identificados nas turmas que jogaram esse jogo.

Assim, é normal e esperado que alguns grupos apresentem maior conflito do que outros, claramente devido ao perfil dos alunos: evitação, acomodação, competição, colaboração ou compromisso. Em outras palavras, grupos formados por alunos de natureza não competitiva (evitação, acomodação, colaboração ou compromisso) chegam a um consenso facilmente, principalmente aqueles com perfil de evitação ou acomodação, pois

individualmente eles "preferem" perder a entrar na discussão. Por outro lado, grupos formados por dois ou mais alunos competitivos, haverá uma discussão maior, pois esses integrantes priorizam "ganhar" o jogo.

Além disso, é comum que alunos menos competitivos aceitem ações muito ruins para seu departamento devido aos argumentos daqueles alunos mais competitivos. Embora seja um jogo, isso simula situações reais no ambiente de trabalho composto por perfis distintos de trabalhadores nas empresas. Porém, essa conduta de maximizar os retornos individual (ganha-perde) leva a menores retornos globais. Empresas que equilibram os ganhos individuais internos criam sinergias (ganha-ganha) e, consequentemente, melhores retornos globais.

Isso ocorre porque eles não conseguem ver durante o jogo que a disputa é entre os grupos e não entre os gerentes (internamente), ou seja, o que importa no final é a sinergia gerada entre os gestores em prol da empresa. Somente após o jogo é que eles percebem que ações intermediarias, nem a melhor nem a pior para os gerentes, maximizam os retornos da empresa.

A moral da história é mostrar que devido à falta de informação e diálogo entre os gerentes, provocada pela proibição de exibir a pontuação individual e não explanação do objetivo final (maximizar os retornos da empresa), leva a decisões erradas. Assim, o objetivo do jogo não é mudar o perfil competitivos dos alunos, mas mostrar a eles que dentro da empresa é preciso haver troca de informação e um olhar para os retornos globais e não individuais, minimizando, assim, os conflitos gerados.

5.3. Variabilidade da demanda ao longo da Cadeia de Suprimentos

Tanto na CS imediata, mas, especialmente, na CS total, a variabilidade da demanda está persente, sendo mais difícil de gerenciar nas cadeias com processos de produção empurradas, ou seja, dependentes de uma previsão de vendas assertiva. As

oscilações da demanda são governadas por vários efeitos, desde tendências naturais de mercado, sazonalidade até fatores irregulares. Na CS é comum ocorrer o chamado **efeito chicote**, que é um fenômeno onde pequenas variações na demanda do consumidor e a falta de informação podem resultar em grandes oscilações nos níveis de estoque ao longo da CS. Este apresenta quatro causas principais (Fontana, 2024):

1. **Atualização da demanda**: Um exemplo é o estoque de segurança sendo acrescentado por todos os elos da cadeia, onde a única variabilidade real é do consumidor final;
2. **Jogo do racionamento:** Quando a demanda excede sua oferta, os produtores podem racionar a oferta de seus produtos aos clientes. Sabendo disso, os clientes podem exagerar na quantidade pedida, e tendem a reduzir ou cancelar em momentos posteriores;
3. **Processamento de ordens**: Refere-se à amplificação da demanda causada pelas políticas de dimensionamentos de pedidos, como por exemplo o uso de lotes econômicos de compra;
4. **Variação de preços**: As flutuações de preço podem deslocar a demanda para períodos diferentes da real necessidade.

Assim, gerenciar adequadamente a produção e os estoques na ausência de informações assertivas e ao menor custo possível é um desafio ainda proeminente para as empresas na maioria das CS.

5.3.1. Jogo – Chocolate Game

Aqui também o público alvo, o contexto e a estrutura da experiência são idênticos aos jogos do capítulo 4. O **objetivo da aprendizagem** está associado a compreensão sobre o desempenho da CS, minimizando os custos totais e evitando problemas como

excesso de estoque, falta de produtos e atrasos nas entregas. Dessa forma, os jogadores são desafiados a lidarem com o efeito chicote, por exemplo. Diante disso, os jogadores precisam prestar atenção nas distorções que geram o efeito chicote, como falta de comunicação, atrasos nas informações e a falta de visibilidade ao longo da CS.

Os **recursos** necessários são: 01 Tabuleiro (dimensões ideais para impressão: 85cm x 120cm); 04 Fichas de controle; 15 Cartões de "Pedidos do consumidor"; 08 Cartas especiais (opcional conforme cenário); 04 Blocos *de post-it* para realizar os pedidos (preferencialmente de cores diferentes); ±150 Fichas (ou botões) representando os produtos. Os *templates* dos quatro primeiros itens estão disponíveis em: https://sites.ufpe.br/deplog/produto-tec/

Por fim, o **elemento** de gamificação identificado é a competição entre as equipes.

5.3.1.1. Descrição e regras do jogo

O Chocolate Game é uma simulação da dinâmica industrial da produção e comercialização de chocolate ao logo de uma cadeia de suprimentos (CS), inspirado no Beer Game, desenvolvido na *Sloan School of Management* do MIT. O jogo ocorre em um tabuleiro (Figura 14) que simula o cenário da produção e distribuição de chocolate. Todo o designer gráfico deste jogo foi desenvolvido por Wallysson De Menezes Vieira.

Figura 14: Chocolate game: Tabuleiro

Fonte: Os autores (2024).

A CS é constituída por quatro elos (varejista, atacadista, distribuidor e a fábrica de chocolate), em que cada um será representada por 01 jogador:

- **Fábrica:** responsável por transformar a matéria-prima (cacau) em produto acabado (chocolate) e enviar a mercadoria aos distribuidores;
- **Distribuidor:** recebe os produtos da fábrica e envia para o até o atacadista;
- **Atacadista:** recebe os produtos do distribuidor e os repassa para o varejista;
- **Varejista:** vender os produtos adquiridos do atacadista para o consumidor final.

O tempo de ressuprimento (*lead time* ou atrasos) entre todos os elos será de 02 (duas) semanas após realizar o pedido. Para

iniciar o jogo o professor deve organizar o tabuleiro da seguinte maneira:

a) A demanda do consumidor final é representada por um conjunto de cartões empilhados no espaço "**Cartões de Pedidos**" no tabuleiro (Figura 14). Colocar no topo desta pilha um cartão contendo o número 04 (quatro);
b) Inserir *post-it*, virado para baixo, contendo o número 4 nos campos de **pedidos emitidos** e **ordem de produção**, como ilustra a Figura 15 por meio dos quadrados coloridos, sendo: azul, amarelo, laranja e verde os pedidos emitidos pelo varejista, atacadista, distribuidor e fabricante, respectivamente;
c) Colocar 04 unidades de produto (ou matéria-prima) em todos os campos de estoque e lead time (ou atraso), sinalizado por bolinhas vermelhas/amarelas na Figura 16.

Figura 15: Chocolate game: Cartões de pedido

Fonte: Os autores (2024).

Figura 16: Chocolate game: Estoque inicial

Fonte: Os autores (2024).

Em cada rodada (semana), os jogadores devem seguir a seguinte sistemática:

1º Passo: Envio dos Pedidos (Figura 17). Cada jogador deve movimentar o seu *post-it* de pedidos emitidos para **pedidos recebidos** do elo à montante (fornecedor) ou da ordem de produção para a **matéria-prima** (no caso do fabricante).

2º Passo: O **varejista** pega o primeiro cartão na pilha de "cartões de pedido" e verifica a qualidade demanda pelo consumidor. Deposita a ficha para baixo no espaço "cartões de pedido usados", de modo que os demais elos não saibam o conteúdo do cartão. Os demais elos devem puxar o *post-it* de **pedidos recebidos** e verificar a quantidade solicitada (guardar *post-it*).

3º Passo: Iniciado pelo Varejista os elos devem:

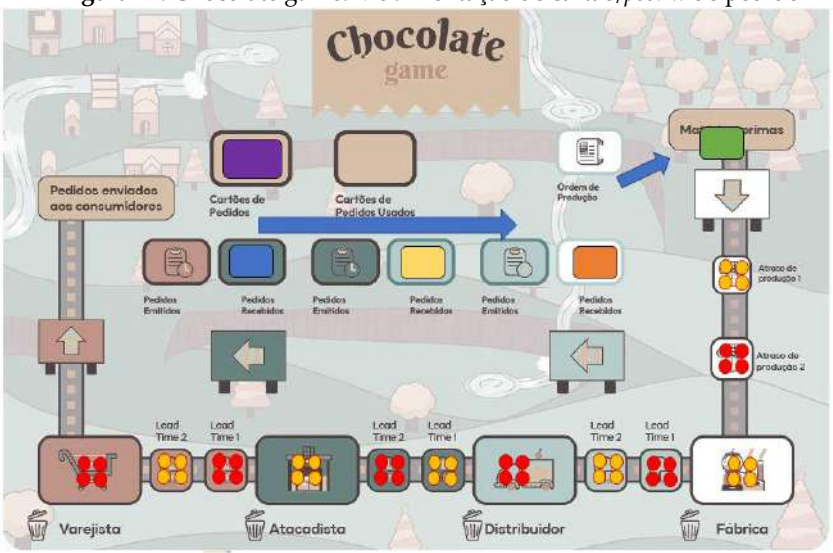
a) Atender ao pedido recebidos com o estoque atual. Caso não haja estoque suficiente anotam na Ficha de controle a quantidade faltante;

b) Depois, movimentar à jusante os estoques em trânsito: **Lead time 1 (atraso 1) → Lead time 2 (atraso 2)** e **Lead time 2 (atraso 2) → ESTOQUE** (Figura 18).

c) Após a movimentação das unidades em estoque e em trânsito, o Fabricante deve verificar o cartão (*post-it*) de "**ordem de produção**" e puxar unidades do estoque de matéria-prima (ele tem estoque ilimitado de matéria-prima) e colocar a quantidade correspondente em "**Atraso de produção 1**";

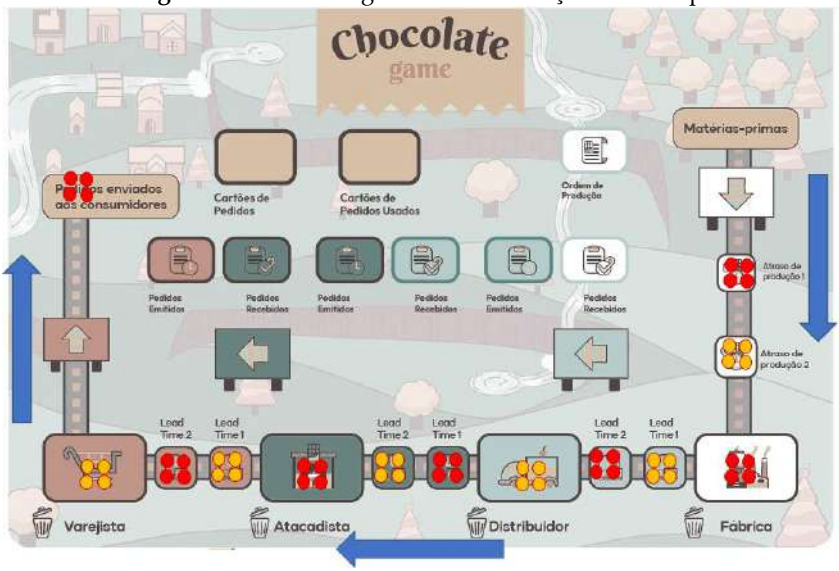
Observação: cada elo só pode movimentar as unidades que estão alocadas nos espaços referentes a sua cor (idem o estoque atual - disponível).

Figura 17: Chocolate game: Movimentação de cartão/*post-it* de pedido



Fonte: Os autores (2024).

Figura 18: Chocolate game: Movimentação dos estoques



Fonte: Os autores (2024).

4º Passo: Todos emitem novos pedidos, colocando o *post-it* no campo "**pedido emitido**" (ou "**ordem de produção**"), finalizando a semana 1. **Observação:** os *post-it* devem permanecer virados para baixo, pois é importante que os jogadores ainda não visualizem a quantidade escrita nos *post-it;*

5º Passo: Ao finalizar as movimentações, os jogadores devem preencher a ficha de controle (explicada na sequência).

Terminada a semana 1, o professor deve sinalizar que a semana 2 irá começar e volta ao **1º Passo.** Ao final de cada rodada (semana), os jogadores devem anotar o que aconteceu na sua ficha de controle:

- **Estoque inicial:** registrar a quantidade de produtos (chocolates) em estoque disponível no início da semana;
- **Pedido Recebido:** registrar a quantidade de produtos (chocolates) solicitada pelo cliente *(post-it*) na semana;
- **Quantidade entregue:** registrar a quantidade de produtos (chocolates) entregue naquela semana (obs:

importante, pois na ausência de estoque, o pedido pode ser maior do que a entrega);

- **Falta:** registrar a quantidade de produtos (chocolates) não entregue na semana;
- **Quantidade recebida:** registrar a quantidade de produtos (chocolates) recebida naquela semana (obs.: importante para controle, evitando que o grupo entregue esse estoque ao cliente, quando deveria ter usado apenas o estoque inicial);
- **Estoque final:** registrar a quantidade de produtos (chocolates) em estoque no final da semana;
- **Pedido emitido:** registrar a quantidade de produtos (chocolates) solicitadas ao fornecedor (elo a montante – *post-it* preenchido). Aqui é importante para controlar o que foi pedido uma vez que o fornecedor pode mandar menos devido a possíveis faltas.

O Apêndice G ilustra a ficha de controle do elo Varejista. Todas as fichas estão disponibilizadas pelo link: https://sites.ufpe.br/deplog/produto-tec/. No final das 15 semanas, os jogadores somam as quantidades nas fileiras de "**quantidade entregue**", '**falta**" e "**estoque final**" para calcular custos e receitas.

- **Receita:** valor recebido pela venda dos produtos. Basta multiplicar a quantidade enviada pelo preço. Sugestão de valores:
  - Fabricante: R$ 1,00 por unidade;
  - Distribuidor: R$ 3,00 por unidade;
  - Atacadista: R$ 5,00 por unidade;
  - Varejista: R$ 7,00 por unidade.
- **Custos:** aqui apenas dois custos serão considerados:
  - **Custo de falta**: valor sugerido de 3 vezes o preço do item/unidade em falta/ semana.

- **Custo de manutenção de estoques**: valor sugerido de 50% do preço do item/unidade em estoque/ semana.

Além dos passos anteriores, o jogo precisa de cenários para funcionar. Aqui nós sugerimos 05 (cinco) cenários:

C1 - O professor ordena os cartões de "Pedidos do consumidor" exatamente na ordem da previsão de vendas do varejista. Aqui se deseja simular uma situação ideal, onde as previsões de demanda são exatas;
C2 - O professor embaralha os cartões de "Pedidos do consumidor", ficando provavelmente diferente da previsão de vendas. Aqui se deseja simular uma situação onde ocorrem erros nas previsões de demanda;
C3 – Cenário 2, mas os *post-it* de pedidos são virados para cima. Aqui simula uma situação em que os erros nas previsões podem ser minimizados quando há troca de informação entre os elos;
C4 – Qualquer um dos cenários acima com o uso das cartas especiais.
C5 – Qualquer um dos cenários acima com a necessidade de repor as unidades faltantes.

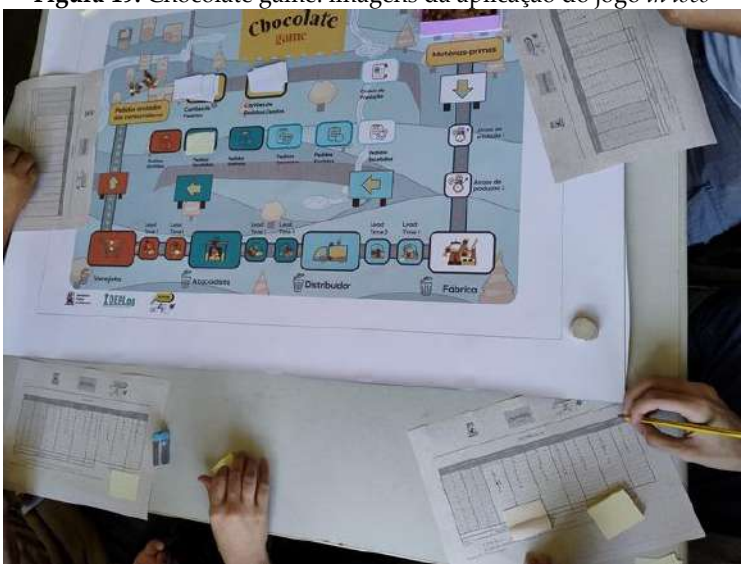
Em qualquer cenário é PROIBIDO os jogadores conversarem entre si. Ademais, para tornar o jogo mais dinâmico e desafiador, é possível adicionar cartas especiais entre os cartões de "Pedidos do consumidor", que representam problemas logísticos comuns no processo de distribuição de produtos, como avarias no transporte, produto enviado errado e defeitos de qualidade. Essas cartas possuem uma indicação sobre o elo ao qual devem ser atribuídas. Quando uma dessas cartas é retirada, deve-se descartar a quantidade indicada, movendo as peças correspondentes do estoque para a lixeira do elo correspondente.

Quando o chocolate game é jogado por apenas uma equipe, o professor poderá mostrar as consequências da simulação e reforçar os conceitos, mas não haverá vencedores. Quando jogado por duas (ou mais) equipes, o professor poderá comprar as consequências, ganhando aquela equipe com menor custo total em cada cenário simulado. Professor, você pode controlar o que está acontecendo usando nossa planilha: https://sites.ufpe.br /deplog/produto-tec/

5.3.1.2. A experiência de jogar

A Figura 19 apresenta a aplicação do jogo na disciplina de Logística Empresarial do Departamento de Engenharia Mecânica, para os cursos de Engenharia Mecânica e Engenharia de Materiais. Inicialmente um *powerpoint* ilustrada a movimentação no tabuleiro e o passo a passo foi apresentado aos jogadores. Na primeira rodada, realizamos as primeiras semanas de maneira bem pausada, até todos entenderem a dinâmica do jogo no tabuleiro.

Figura 19: Chocolate game: imagens da aplicação do jogo *in loco*



Fonte: Os autores (2024).

Dois cenários foram testados: C1 e C2 com o uso das cartas especiais. O primeiro cenário, também funcionando como aprendizado, levou cerca de 1 hora, enquanto no segundo precisou-se apenas de 30 minutos. Nesta experiência foi observada a importância de explicar bem a dinâmica do jogo antes de iniciar os cenários. Isso porque, os resultados no cenário C1 sofreram comportamento inesperado, devido ao entendimento dos alunos. Neste caso, eles buscaram manter os níveis de estoque muito baixos, quase zerando nas últimas rodadas, levando a problemas de falta, por acreditarem que o objetivo era zerar os estoques. Enquanto na segunda rodada, entenderam a dinâmica do jogo e passaram a dimensionar melhor seus estoques, inclusive ignorando as previsões de demanda por perceberem que estavam erradas. De todo modo, foi possível vivenciar a dificuldade que gestores de empresas passam estando em cadeias de suprimento com longos tempos de ressuprimento, sem troca adequada de informação e com erros de previsão de demanda.

Como melhoria do jogo identificou-se a necessidade de variar os valores nas cartas de pedidos. Como considerou-se valores baixos, entre 02 a 07 unidades, isso representa uma demanda relativamente estável, ou seja, que não oscila muito ao longo do tempo. Isso facilitou muito o desempenho dos alunos no segundo cenário, pois eles já conheciam as cartas (valores) e perceberam que solicitando um lote de 04 unidades minimizaria os efeitos negativos. Com isso, ampliamos as cartas de pedido, melhorando esse aspecto.

6. GESTÃO DA QUALIDADE

Ewerton Felipe Soares Tenório
Marcele Elisa Fontana
Wesley Douglas Oliveira Silva

Vamos ver nesse capítulo:

- Conceitos gerais sobre gestão da qualidade;
- Conceitos gerais sobre Controle Estatístico do Processo (CEP);
- Jogos de tabuleiro considerando esses conceitos.

6.1. O que é gestão da qualidade?

A **Gestão da qualidade** é uma abordagem abrangente e sistemática destinada a garantir que produtos e serviços atinjam um nível consistente e elevado de excelência, atendendo ou superando as expectativas dos clientes. Este campo abrange um conjunto de princípios, práticas e procedimentos que visam a melhoria contínua dos processos organizacionais, com foco na eficiência, na eficácia e na sustentabilidade. Essa seção foi baseada nos seguintes autores: Carvalho *et al.* (2019), Juran (2010), Paladini (2019) e Ribeiro (2021).

No núcleo da gestão da qualidade, encontra-se o conceito de **melhoria contínua**, um princípio que sugere que os processos organizacionais devem ser constantemente analisados e aprimorados. Ferramentas como o **ciclo PDCA** (Plan-Do-Check-Act) são frequentemente utilizadas para estruturar esses esforços.

No ciclo PDCA, a fase de planejamento (Plan) envolve a identificação de problemas e a formulação de hipóteses de melhoria. A fase de execução (Do) consiste na implementação das

mudanças planejadas. A fase de verificação (Check) é dedicada à avaliação dos resultados obtidos e a fase de ação (Act) implica a adoção das melhorias bem-sucedidas como padrões novos ou modificados, reiniciando o ciclo de melhoria.

Outro aspecto crucial da gestão da qualidade é a adoção de normas e padrões internacionais, como os desenvolvidos pela *International Organization for Standardization* (ISO). A série ISO 9000, por exemplo, fornece diretrizes para a implementação de um Sistema de Gestão da Qualidade (SGQ) que ajuda as organizações a garantirem que seus produtos e serviços sejam consistentemente bons. A conformidade com essas normas não apenas melhora a qualidade dos produtos, mas também aumenta a confiança dos clientes e a competitividade no mercado global.

A gestão da qualidade também incorpora a análise de desempenho e o uso de métricas quantitativas para avaliar a eficácia dos processos. O Controle Estatístico do Processo (CEP) é uma técnica essencial nesse contexto.

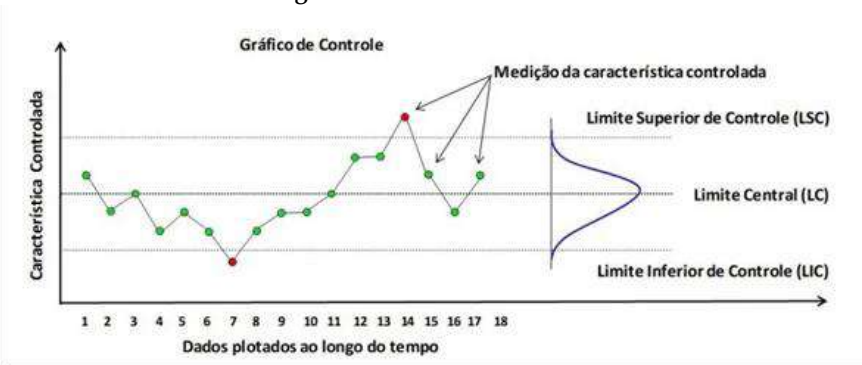
6.2. Controle Estatístico do Processo

Também conhecido por Controle Estatístico da Qualidade (CEQ), um outro componente fundamental da gestão da qualidade é o **Controle Estatístico do Processo (CEP),** que se refere ao uso de métodos estatísticos para monitorar e controlar um processo de produção. O CEP permite identificar e corrigir variações no processo que podem levar a defeitos, garantindo que o processo permaneça estável e previsível. Técnicas como gráficos de controle, análise de variabilidade e estudo de capacidade de processo são utilizadas para detectar desvios e implementar ações corretivas antes que produtos defeituosos sejam fabricados (Carvalho *et al.*, 2019; Montgomery, 2017).

O gráfico de controle (Figura 20) é o meio pelo qual a variação de um processo é controlada. Assim, é possível verificar, pelo comportamento das amostras retiradas do processo ao longo do tempo, se o padrão de variação, resultado da totalidade de

variação das causas comuns somente, está acontecendo. O gráfico de controle *somente* poderá ser utilizado como instrumento de controle de processo quando o processo estiver sob controle estatístico. Somente nessa condição, os limites de controle e linha central realmente representam o comportamento previsível do processo (Fontana, 2024; Montgomery, 2017).

Figura 20: Gráfico de controle



Fonte: Fontana (2024).

O CEP é uma ferramenta poderosa para a manutenção da qualidade, pois permite uma abordagem proativa na detecção e resolução de problemas, ao invés de uma abordagem reativa que só lida com problemas após sua ocorrência.

A relação entre gestão da qualidade e controle estatístico da qualidade é intrínseca, pois a gestão da qualidade se baseia em dados e análise para melhorar processos e produtos. O controle estatístico da qualidade fornece as ferramentas e técnicas necessárias para coletar e analisar esses dados, permitindo uma tomada de decisão informada e direcionada.

Juntos, eles formam uma base sólida para a excelência operacional, contribuindo para a satisfação do cliente, a redução de custos e a competitividade no mercado. Portanto, ao implementar uma gestão eficaz da qualidade, o uso do controle estatístico do processo é essencial para garantir que os padrões de qualidade sejam consistentemente atendidos e aprimorados.

6.3. Corrida atrás dos dados

O **público alvo** deste jogo é composto por alunos de curso técnico ou graduação que contenha na sua grade curricular a conteúdo de controle estatístico do processo (CEP). Por sua vez, o **contexto** envolve a necessidade de tornar a teoria 'tangível', por meio da prática gamificada. Neste sentido, três pontos merecem destaque:

1. Alunos que, muitas vezes, enfrentam problemas com retenção, desistências, assiduidade baixa, levando a fadiga emocional, baixo rendimento educacional e desmotivação com o curso;
2. Cobrança do mercado de trabalho por habilidades e competências não desenvolvidas apenas com o ensino tradicional, como: Trabalho em grupo, Criatividade, Originalidade e iniciativa, Liderança e influência social, entre outras;
3. As Diretrizes Curriculares Nacionais do Curso de Graduação em Engenharia que definiram o perfil do egresso do curso de graduação em Engenharia.

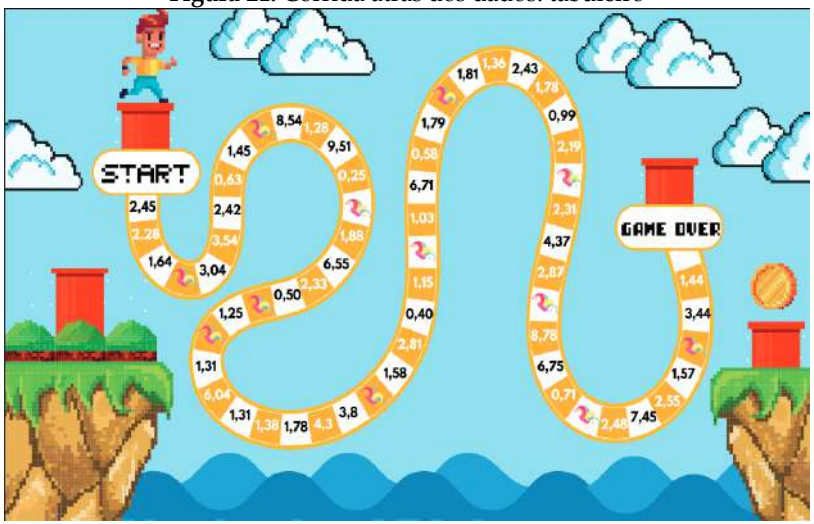
O **objetivo da aprendizagem** é reforçar o entendimento sobre gráficos de controle por variável, com foco especial no gráfico R (amplitude). Assim, como **marcos de aprendizagem**, tem-se os tópicos principais da ementa de disciplinas da área de Gestão e Controle da Qualidade. Os **elementos** de gamificação estão relacionados à competição entre jogadores, ou equipes (pontuação e tempo).

Como **recursos** necessários tem-se: um (01) tabuleiro, um (01) dado; um (01) peão por jogador ou equipe (sugere-se de 02 a 04); cartas de sorte ou azar, um (01) formulário por jogador ou equipe. Os *templates* estão disponíveis em: https://sites.ufpe .br/deplog/produto-tec/

6.3.1. Descrição e regras do jogo

O jogo desenvolvido foi nomeado como 'CEP – Corrida atrás dos dados'. O nome é devido a primeira etapa do jogo que consiste em cada jogador (ou equipe) jogar o dado e andar no tabuleiro, o número de casas correspondente, conquistando, assim, dados numéricos que representam a amplitude média de uma amostragem de controle de qualidade, conforme a Figura 21. O valor correspondente à casa deve ser cuidadosamente registrado no formulário, conforme o Apêndice H.

Figura 21: Corrida atrás dos dados: tabuleiro



Fonte: os autores (2024).

Além das casas numéricas, há casas especiais de "sorte ou azar", que adicionam um elemento de imprevisibilidade ao jogo. Ao cair nessas casas, o jogador deve retirar uma carta que apresentará instruções específicas a serem seguidas, como exemplifica a Figura 22. Caso a ordem na carta envolva pular ou voltar casas, o jogador conquistará um novo dado numérico.

Figura 22: Corrida atrás dos dados: Cartas de sorte ou revés do jogo

Fonte: os autores (2024).

Quando um jogador chegar ao final do tabuleiro, este deve prosseguir para as etapas presentes no formulário: plotar o seu gráfico de controle e responder a perguntas. Os demais devem continuar, pois o objetivo é todos conquistarem os dados numéricos. Chegar primeiro só tem a vantagem de ganhar tempo, uma vez que é item importante nessa "corrida".

Comparando a um processo de produção industrial, quanto mais dados amostrais obtivermos, maior será a chance de identificarmos possíveis vieses de produção. Assim, um dos objetivos do jogo é mostrar que quem chegar muito rápido ao final dessa corrida ganha tempo, mas pode amargar em dados numéricos inconsistentes e gerar um gráfico de controle fora de controle com causas não identificáveis.

O sistema de pontuação funciona da seguinte maneira:

a) Gráfico correto e sob controle: o foco principal é garantir que o processo sob sua gestão esteja efetivamente sob controle estatístico. Assim, o jogador que conseguir plotar o gráfico de controle de maneira correta e mantê-lo dentro dos limites de controle será declarado vencedor. Em caso de empate, ganha aquele que chegou primeiro na corrida do tabuleiro. Essa é a vantagem por "correr mais rápido";

b) Resposta às perguntas do formulário para gráficos fora do controle: o jogador que responder de forma mais correta será o vencedor. Caso nenhuma dupla consiga um gráfico sob controle com todos os dados iniciais, deve-se estabelecer uma pontuação por etapa: Na 1° etapa, Três (03) pontos para a 1ª dupla a finalizar o tabuleiro; dois (02) para o 2ª, um (01) para a 3ª e nenhum ponto para os demais. Na 2° etapa, um ponto para cada pergunta respondida corretamente do formulário, conforme o Apêndice H.

6.3.2. A experiência de jogar

Em fases de pré-teste foram observadas carências em relação às fórmulas. Embora eles devessem saber, a ausência delas "emperrava" o desenvolvimento do jogo. Logo, resolvemos adicioná-las ao formulário (Apêndice H). Ademais, o primeiro sistema de pontuação implementado não levava em consideração possíveis empates de desempenho. Por isso, adicionamos a ideia de pontuar pela chegada ao fim do tabuleiro. Afinal, "se todas as empresas executarem bem sua gestão da qualidade, certamente aquela que disparou na frente tem vantagem competitiva associada".

O jogo foi aplicado em turmas de cursos de engenharia da Universidade Federal do Triângulo Mineiro e da Universidade Federal de Pernambuco. A Figura 23 mostra a experiência *in loco* no Departamento de Engenharia Mecânica da UFPE.

Figura 23: Corrida atrás dos dados: Imagens da aplicação do jogo *in loco*

Fonte: Os autores (2024)

Durante a experiência de jogar, é interessante notar como a dinâmica do jogo influenciou a participação dos alunos. Inicialmente, a timidez e o estranhamento deram lugar a uma competição descontraída à medida que as rodadas avançavam. Essa mudança sugere que o jogo proporcionou um ambiente mais acolhedor e estimulante, incentivando a participação ativa dos alunos.

Durante a vivência do jogo, podem ser verificadas várias lacunas de aprendizado, especialmente sobre a capabilidade do processo. Após a conclusão das etapas do jogo, foi realizada uma revisão do conteúdo, usando o próprio jogo como exemplo. No final, o que menos importou foi o ganhador, visto que o ambiente de descontração havia tomado conta e a atenção na revisão do conteúdo foi maior do que em aulas expositivas tradicionais e vivenciadas anteriormente.

7. ENGENHARIA DA COMPUTAÇÃO

Janaina Moreira de Meneses
Mayres Maurício Andrey da Silva Santos
Miguel Pereira de Lemos
Vilmar Santos Nepomuceno

Vamos ver nesse capítulo:

- Conceitos gerais sobre pensamento computacional;
- Jogos de cartas considerando esses conceitos.

7.1. O que é pensamento computacional?

A busca por formas mais efetivas para resolver problemas e encontrar respostas é algo inerente ao ser humano. Assim surgem as primeiras formas de pensamento, como a filosofia, que busca explicar a existência humana de maneira racional e não mais mitológica, e a matemática, que emerge da necessidade de contar e medir objetos. Ainda na Grécia antiga, nasce o raciocínio lógico, uma forma de estruturar o pensamento a partir de informações já conhecidas e aceitas como verdadeiras. Esse raciocínio possibilita a identificação de padrões e a realização de inferências para a obtenção de novas verdades (Ribeiro, 2017).

Diante dos novos desafios e problemas impostos por uma nova sociedade fortemente ligada à computadores, surge o pensamento computacional. Trata-se de um conjunto de habilidades intelectuais e de raciocínio que auxilia as pessoas a resolver problemas, a pensar estrategicamente e a aprender, baseando-se em conceitos fundamentais da ciência da computação (Wing, 2006). Entretanto, essa forma de pensamento não se limita a solução de problemas computacionais, podendo ser aplicada de

forma interdisciplinar para abordar questões em diversas áreas do conhecimento. Vale destacar que, por não exigir o uso de computadores, o pensamento computacional não deve ser confundido com informática, que lida com o tratamento de informações por meio de computadores, nem com computação, que se refere aos recursos necessários para a execução de programas, como CPU, memória e armazenamento.

7.2. Importância do pensamento computacional

Vivemos em uma era fortemente conectada a computadores, em que é necessário gerenciar e processar grandes volumes de informação de maneira efetiva e eficiente. Além disso, muitos dos problemas que enfrentamos no cotidiano são intermediados por computadores ou podem ser resolvidos utilizando habilidades computacionais. O pensamento computacional oferece esse conjunto de habilidades a serem desenvolvidas e que nos permite executar tarefas desta natureza (Shute *et al*., 2017).

Além de facilitar a resolução de problemas complexos, o ensino do pensamento computacional proporciona uma série de benefícios ao processo de ensino e aprendizagem, como o aumento do engajamento, da motivação, da autoconfiança, da autonomia e das habilidades de comunicação dos alunos (Rich *et al*., 2017). Portanto, o desenvolvimento dessas competências amplia a capacidade de enfrentar os desafios dessa nova era tecnológica e de criar soluções eficazes, não só para problemas de grande complexidade, mas também em situações do nosso cotidiano.

7.3. Jogo - UNO 0101

O jogo Uno 0101 trata-se de uma adaptação de jogo de cartas UNO original, o qual tem como objetivo final, eliminar todas as cartas que um dos jogadores possui. Este game é destinado ao **público-alvo** de alunos do ensino fundamental 2, ensino médio,

técnico e graduação. E parte do **contexto** do qual vivemos em uma sociedade cada vez mais tecnológica e interconectada, onde é importante apresentar o conhecimento sobre os princípios básicos da programação, visto que este conteúdo é a base para o desenvolvimento de muitas tecnologias que compõem o retrato vivido neste século, como: o uso de aplicativos, sites, programas de computador, inteligências artificiais (ChatGPT), entre outros. Somado a isso, segundo uma pesquisa realizada em 2023, pela *Google* em parceria com a Associação Brasileira de Startups, há um gap de talentos no Brasil, onde tem-se 53 mil profissionais de TI sendo formados anualmente, enquanto que a demanda é de 150 mil, ilustrando desta forma que são necessários ainda 100 mil profissionais para suprir a demanda do mercado, e ainda conforme o estudo, esta escassez decorre por diversas razões, tais como: falta de acesso a computadores de qualidade e acesso à internet, condições socio econômicas e referências próximas de profissionais que atuam na área (Barrence, 2023).

Dentro deste panorama pode-se destacar que o ensino do pensamento lógico é defasado nas escolas, desta forma, criar games educacionais, neste contexto de ensino de lógica, contribui para a construção do conhecimento e atrair o interesse dos jovens para a área de tecnologia.

Portanto, o **objetivo de aprendizagem** aqui é introduzir linguagem e lógica de programação por meio dos movimentos do Uno, e com isso despertar o interesse dos alunos sobre a temática da lógica de programação, ensinando os comandos básicos da programação em linguagem C e ocorrer a familiarização para qualquer iniciante nessa área. Ao experimentar a jogabilidade do game os conceitos iniciais da programação podem ser compreendidos com mais facilidade quando inseridos nas aulas teóricas e, principalmente, nas aulas práticas. O UNO 0101 mistura a dinâmica dos jogos de cartas, onde algumas destas cartas funcionam como determinados comandos de um código linguagem de programação. Após a experiência desse jogo, espera-se que os jogadores desenvolvam a compreensão do

funcionamento de certas características únicas da linguagem C e de outras de programação.

Os **recursos necessários** são: O conjunto das cartas é composto por 40 cartas numeradas e 20 cartas especiais (12 especiais com cor, 3 especiais sem cor e 5 cartas lógicas). No total 60 cartas. Os *templates* das cartas do jogo estão disponíveis pelo seguinte link: https://sites.ufpe.br/deplog/produto-tec/

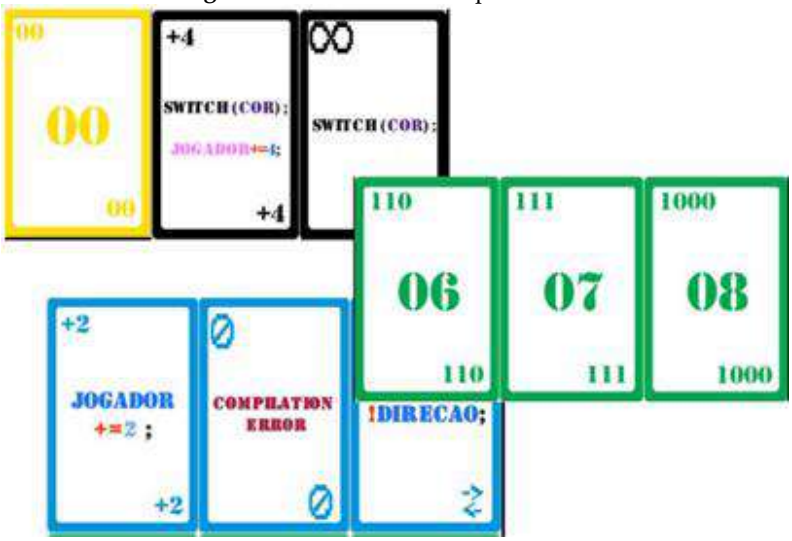
Por fim, como **elementos de jogo** trabalha-se especialmente os *self-elements*, onde ganha o jogo quem descartar primeiro todas as cartas em sua mão. As cartas de todos os outros participantes são convertidas em pontos para cada um deles. Assim, ao final de várias partidas, vence aquele que tiver acumulado menos pontos.

7.3.1. Descrição e regras do jogo

As regras são semelhantes ao Uno tradicional. Pode ser jogado com dois (02) a seis (06) participantes. Um jogador começa embaralhando e distribuindo sete (07) cartas para cada participante. O jogador a direita daquele que distribuiu as cartas começa o jogo. Ilustração das cartas na Figura 24.

.

Figura 24: UNO 0101: exemplo de cartas



Fonte: Os autores (2024).

Então, a primeira carta do baralho é virada na mesa e cada jogador, na sua vez, deve descartar uma de suas cartas. As cartas a serem descartadas precisam combinar com a carta na mesa em número ou cor. Por exemplo, se houver uma carta 5 na mesa, outras cartas 5 podem ser descartadas de qualquer cor. Se a carta for vermelha, outras cartas vermelhas podem ser descartadas de qualquer número.

No caso de o jogador não possuir uma carta que combine com a carta no centro da mesa, é preciso "comprar" uma nova da pilha de cartas remanescentes. Se a nova carta comprada combinar com a do centro da mesa, ela pode ser descartada imediatamente; caso contrário, o usuário guarda essa nova carta e a rodada passa para o próximo competidor.

As cartas são semelhantes às cartas do UNO tradicional, porém elas foram escritas utilizando a linguagem de programação, da seguinte maneira:

- **Números Binários** (0 ou 1) → equivalente às "cartas numéricas": Essas cartas numéricas foram representadas

por seu corresponde número binário. Elas representam o número em si e a cor de sua impressão.

- **Jogador += 2;** → equivalente à carta "+2": Quando esta carta é jogada na mesa, conforme a cor que esteja em jogo, o próximo jogador deve comprar duas cartas e não joga. Caso ele tenha na mão uma carta "Jogador += 2" de qualquer cor, ele pode jogar e o próximo jogador compra quatro (04) cartas e, assim por diante, de modo acumulativo. O próximo jogador deve manter a cor da última carta "Jogador += 2".
- **!Direcao;** → equivalente à carta inverter representada por "duas setas": Se esta carta for posta na mesa o sentido do movimento do jogo (se horário) deve ser invertido (anti-horário). O jogador da vez deve manter a cor desta carta.
- **Compilation Error;** → equivalente à carta pular, com imagem de "proibido": Significa erro e, neste caso, o próximo jogador é bloqueado e não joga naquele turno. O jogador da vez deve manter a cor desta carta.
- **Exit(1);** → equivalente à carta "Trocar as Mãos": Como significa "sair", ao jogar essa carta o jogador tem o direito de trocar todas as suas cartas com as de outro jogador da mesa (sem ver o tipo de carta). Ele faz isso para tentar "sair" do jogo o mais rápido possível e ela não pode ser descartada sem uso, a menos que ela seja a última carta do jogador. O próximo jogador pode jogar uma carta especial (preta) ou uma carta com a última cor movimentada.
- **If(NUM%2==0){ vez = especial; }** → Equivale à carta "Personalizável em branco": Significa que "Se o número mod 2 for igual a 0", ou seja, o número da última carta jogada for par, o jogador pode escolher um dos seguintes "efeito especiais": compilation error; !direção; switch(cor); ou jogador+=2; Caso não seja, a carta não pode ser jogada.
    - **Observação:** O próximo jogador pode desafiar aquele que jogar essa carta, caso ele tenha pelo menos uma outra carta que poderia ser usada, ele compra mais 2

cartas, caso não, aquele que desafiou compra mais 2 cartas.

- **If(NUM%2!=0){ vez = especial; }** → Equivale à carta "Personalizável em branco": Significa que "Se o número mod 2 for diferente de 0", ou seja, o número da última carta jogada for ímpar, o jogador pode escolher um dos seguintes "efeito especiais": compilation error; !direção; switch(cor); ou jogador+=2; Caso não seja, a carta não pode ser jogada.
    - **Observação:** O próximo jogador pode desafiar aquele que jogar essa carta, caso ele tenha pelo menos uma outra carta que poderia ser usada, ele compra mais 2 cartas, caso não, aquele que desafiou compra mais 2 cartas.
- **Switch(cor);** → equivalente à carta "coringa": Ao jogar esta carta o jogador determina qual cor o próximo jogador deverá jogar, ou seja, ele "muda" a cor;
- **Switch(cor); Jogador +=4;** → equivalente à carta "Coringa +4": Essa carta permite determinar a próxima cor a ser jogada e força o próximo jogador a comprar 4 cartas. No entanto, ela só pode ser jogada se o usuário não tiver outras cartas adequadas para descartar, sujeito ao seguinte desafio:
    - Ao jogar uma carta "Switch(cor); Jogador +=4;" o competidor que terá que comprar as quatro cartas pode desafiar aquele que a jogou. Neste caso, o participante que jogou a carta deve mostrar as cartas em sua mão para o outro competidor;
    - Se na mão houvesse outra carta que pudesse ter sido descartada, o usuário que jogou a carta "Switch(cor); Jogador +=4;" compra quatro cartas como punição. No entanto, se realmente não houvesse outra carta na mão do jogador e ele a tenha utilizado de acordo com as regras, o usuário que o desafiou compra as 4 cartas e mais 2 como punição.

- **While(!NUM){ vez = COR; }** → Equivale à carta "Personalizável em branco": Significa que "enquanto não for uma carta de número 'x', apenas se joga cartas de cor 'y'". Sendo 'x' um número escolhido pelo jogador e 'y' uma cor escolhida pelo jogador.
- **Break;** → Equivale à carta "Personalizável em branco": Significa "quebra um laço" de repetição definida no momento, ou seja, ela pode ser usada em cima da carta "Switch" ou enquanto estiver ocorrendo o "While". Neste caso, volta a valer a cor anterior ao uso da carta
    - **Observação:** as cartas "While" ou "Switch" não podem ser descartadas sem seu uso correto, a menos que ela seja a última carta do jogador.

Ao final de várias partidas ganha aquele com menor pontuação. O valor de pontuação de cada carta é:

- ✓ Cartas numeradas: valor da carta (ex: 101, ou seja, carta 05 = 5 pontos);
- ✓ Cartas especiais: 20 pontos.

7.3.2. A experiência de jogar

O jogo foi aplicado em turmas de escolas do ensino fundamental e médio da cidade do Recife, a ação se desenvolveu nas salas de aulas, onde os alunos foram divididos em grupos de 2 a 7 participantes, cuja participação foi voluntária (Ao longo da experiência do jogo, foi possível identificar algumas dúvidas sobre o jogo, e após 5 minutos foi demonstrado pelos alunos mais engajamento e interação com o grupo. Os estudantes competiram entre si, de forma respeitosa. Alguns jogadores, que entenderam mais facilmente o funcionamento das cartas, explicavam aos outros que ainda tinham dúvidas. Figura 25). No primeiro momento, os alunos são informados sobre o propósito do jogo, bem como as regras. O tempo para cada partida ficou entre 20 e 30 minutos, ao final ele avaliaram o game de forma anônima e individual.

Ao longo da experiência do jogo, foi possível identificar algumas dúvidas sobre o jogo, e após 5 minutos foi demonstrado pelos alunos mais engajamento e interação com o grupo. Os estudantes competiram entre si, de forma respeitosa. Alguns jogadores, que entenderam mais facilmente o funcionamento das cartas, explicavam aos outros que ainda tinham dúvidas.

Figura 25: UNO 0101: Imagens da aplicação do jogo *in loco*

Fonte: Os autores (2024).

Foi observado comunicação e cooperação entre os participantes, pois agir intencionalmente em prol de uma meta comum, no caso ganhar o jogo observando as informações das cartas, também foi observado a coordenação durante o jogo, visto que, ao ter atenção a sinalização das cartas, realizando esforço de identificar o que os símbolos das cartas indicavam.

Ao término do jogo foi questionado aos alunos participantes se estes tinham algum tipo de conhecimento sobre lógica de programação e foi verificado que metade dos participantes não tinham informações sobre o tema, e a outra metade já tinha ouvido falar sobre o assunto, mas este tipo de conteúdo não é abordado na escola onde foi aplicado o jogo.

É fundamental destacar a importância de ensinar sobre programação nas escolas de ensino fundamental, visto que este tipo de conteúdo ajuda o aluno a pensar e ao introduzir um conteúdo de forma motivacional pode conduzir os alunos a se engajarem, e demonstrar mais interesse em determinada atividade.

8. MOTIVAÇÃO E ENVOLVIMENTO NO PROCESSO DE APRENDIZAGEM

Emerson Philipe Sinesio
Marcele Elisa Fontana
Wesley Douglas Oliveira Silva

Vamos ver nesse capítulo:

- Conceitos gerais sobre habilidades requiridas aos engenheiros;
- Avaliação dos jogos, anteriormente relatados, considerando as possíveis habilidades estimuladas.

8.1. Habilidades para engenheiros

No âmbito industrial, surgem as Indústrias Inteligentes, representando um cenário industrial avançado onde máquinas e matérias primas "interagem" de forma autônoma ao longo das operações, de maneira parcialmente emancipada, envolvendo também as etapas desde o desenvolvimento do produto e do processo até a pós venda (Confederação Nacional da Indústria - CNI, 2020). Neste cenário, as organizações buscam por profissionais que desenvolvam habilidades impulsionadoras de inovação, que vão muito além de apenas saber operar máquinas.

Contudo, especialmente as *hard skills* eram as únicas habilidades essenciais para o êxito profissional, sendo definidas como habilidades e competências técnicas que podem ser adquiridas através de um treinamento educacional formal, acadêmico ou da experiência adquirida (Lamri; Lubart, 2023). Esse tipo de conhecimento técnico é obtido com treino, através do uso da tecnologia, máquinas inteligentes e pessoas competentes e

capacitadas para treinamento. Nesse contexto, um conjunto de habilidades surge como diferencial, conhecida como *soft skills* (Carlucci; Schiuma, 2018).

A literatura informa que as *soft skills* são as competências mais valorizadas pelas organizações, com 78,7% de relevância, contrapondo os 14,54% de relevância das *hard skills* (Swiatkiewicz, 2014). De acordo com Sgobbi e Zanquim (2020), *soft skills* são definidas como competências transversais, sendo essas intrapessoais e interpessoais que asseguram a capacidade de uma pessoa em ter um bom relacionamento com os outros e de se destacar no mundo corporativo, ou seja, as *soft skills* não são adquiridas com treinamento ou curso específico, mas são competências relacionadas com traços de personalidade, preferências e motivações que são próprias do indivíduo. (Swiatkiewicz, 2014).

Desta forma, através desses novos requerimentos no campo profissional, as organizações estão buscando por profissionais que sejam capazes de cumprir não apenas tarefas de determinado cargo, mas também que contribuam para o desenvolvimento da organização em geral, (Sgobbi; Zanquim, 2020). Neste sentido, a World Economic Forum (2020) reelaborou um relatório destacando as 15 habilidades esperadas para 2025 no ambiente de trabalho, classificadas aqui em *soft* e *hard*, conforme a Quadro 3.

Quadro 3: Habilidades do futuro

Código	Descrição	Tipologia
1	Pensamento analítico e inovação	*Soft*
2	Aprendizagem ativa e estratégias de aprendizagem	*Soft*
3	Resolução de problemas complexos	*Hard*
4	Pensamento crítico e análise	*Hard*
5	Criatividade, originalidade e iniciativa	*Soft*
6	Liderança e influência social	*Soft*
7	Uso, monitoramento e controle de tecnologia	*Hard*
8	Projeto e programação de tecnologia	*Hard*
9	Resiliência, tolerância ao estresse e flexibilidade	*Soft*
10	Raciocínio, resolução de problemas e ideação	*Hard*
11	Inteligência emocional	*Soft*

12	Solução de problemas e experiência do usuário/cliente	*Soft*
13	Orientação para servir (Procurar ativamente maneiras de ajudar as pessoas)	*Soft*
14	Análise e avaliação de sistemas	*Hard*
15	Persuasão e negociação	*Soft*

Fonte: Adaptado de Fontana; Nepomuceno; Almeida (2023).

8.2. Avaliação dos jogos

Os jogos desenvolvidos e relatados nos capítulos anteriores deste livro, forma avaliados por alunos de graduação que puderam vivenciar a experiência de jogar. Esta pesquisa foi elaborada sob a hipótese de que as metodologias ativas, como os jogos, são mais eficientes na promoção (estímulo) das habilidades comportamentais (*soft*) do que o ensino tradicional.

Aqui será realizada a análise agregada, ou seja, todas as avaliações recebidas entre 20/03/2023 e 30/07/2024, independentemente do jogo em si. Ao todo, foram obtidas 62 respostas válidas.

8.2.1. Instrumento de coleta de dados

O questionário tem duas partes principais, uma destinada a avaliar a dinâmica do jogo e a outra para avaliar as habilidades estimuladas.

Sobre a primeira parte, as perguntas estão relacionadas ao jogo vivenciado, que são:

1. O jogo (NOME DO JOGO) ajudou na melhor compreensão dos conteúdos abordados? (associada ao conteúdo);
2. O jogo (NOME DO JOGO) foi divertido? (associada à iteratividade);

3. O jogo (NOME DO JOGO) **não** mudou a minha compreensão sobre o conteúdo. (pergunta contrária e associada ao conteúdo).

Em relação às habilidades e competências estimuladas/desenvolvidas foi questionado:

4. Em relação ao AMBIENTE TRADICIONAL de ensino, onde o professor repassa conhecimento aos alunos, normalmente por meio de aula totalmente teórica, em que nível você acredita que as habilidades abaixo podem ser estimuladas?
5. Em relação a novas a práticas pedagógicas que promovam a interação dos alunos, como a GAMIFICAÇÃO (jogos educativos), em que nível você acredita que as habilidades abaixo podem ser estimuladas?

As questões foram respondidas considerando uma escala Likert de 5 pontos (5 - concordo totalmente a 1- discordo totalmente). Além disso, as habilidades listadas no Quadro 3 foram inseridas e avaliadas individualmente nas questões 5 e 6 sem a informação sobre sua tipologia (*soft* ou *hard*).

Ressaltamos que essa pesquisa segue os princípios éticos determinados pelo Conselho Nacional de Ética em Pesquisa - CONEP, pois esta pesquisa não faz experimentos com seres humanos e animais, requerendo apenas a opinião dos participantes. Além disso, foi garantido o completo anonimato dos participantes e sua participação como respondentes deste questionário foi voluntária.

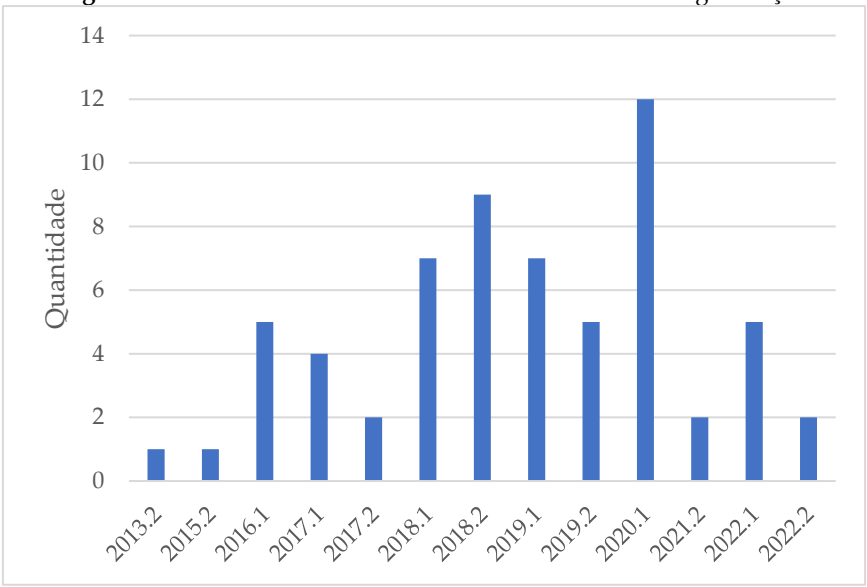
8.2.2. Perfil dos respondentes

Sobre o perfil da amostra, dos 62 respondentes, 27% se declaram do gênero feminino e 73% do masculino, em que nenhum

respondeu outra opção. Três cursos de engenharia foram envolvidos, em que 10% são graduandos de Engenharia de Materiais, 27% de Engenharia de Produção, 63% de Engenharia de mecânica.

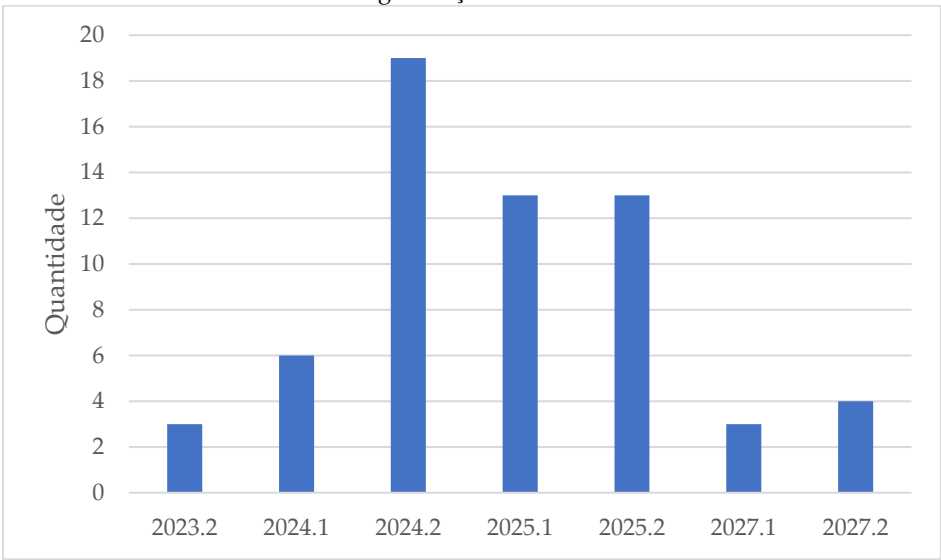
Em relação ao semestre que iniciou seu curso, a maioria respondeu o primeiro semestre de 2020 (2020.1), como resume a Figura 26. Já a Figura 27 apresenta o provável semestre de termino do curso, sendo 2024.2 o mais citado. Aqui um respondente declarou "10º período", sendo retirado da amostra.

Figura 26: Perfil da amostra: Semestre de início do curso de graduação



Fonte: Os autores (2024).

Figura 27: Perfil da amostra: Semestre de provável termino do curso de graduação

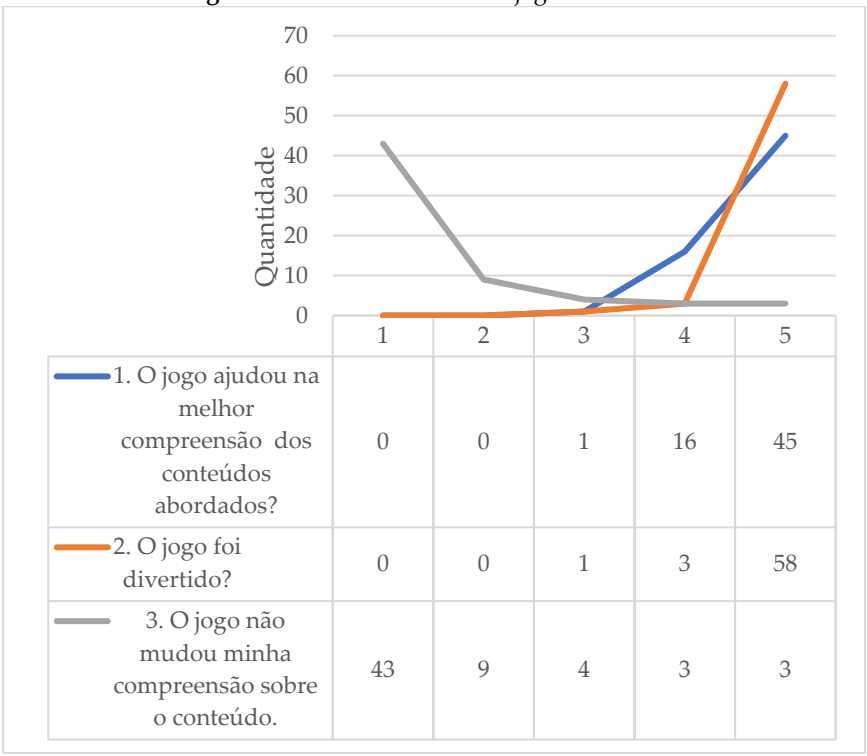


Fonte: Os autores (2024).

8.2.2. Resultados

Em relação ao primeiro bloco de perguntas, a Figura 28 resume o resultado, ficando evidenciado que, para a maioria dos respondentes, os jogos atenderam aos princípios básicos de promoção do conteúdo e diversão.

Figura 28: Resultados: sobre o jogo vivenciado



Fonte: os autores (2024).

Por sua vez, as Tabela 3 e Tabela 4 apresentam a avaliação recebida por habilidade, conforme descrição feita no Quadro 3, para o ensino tradicional e por meio de jogos, respectivamente.

Tabela 3: Resultados: Habilidades estimuladas pelo ensino tradicional

Código	**Tipologia**	**Discordo totalmente**	**Discordo**	**Nem concordo Nem discordo**	**Concordo**	**Concordo Totalmente**
1	*Soft*	8	13	13	20	8
2	*Soft*	6	21	11	14	10
3	*Hard*	4	11	12	25	10
4	*Hard*	9	12	9	21	11
5	*Soft*	16	20	6	10	10

6	*Soft*	15	19	11	8	9
7	*Hard*	7	12	22	10	11
8	*Hard*	8	13	20	12	9
9	*Soft*	14	5	17	14	12
10	*Hard*	4	10	12	24	12
11	*Soft*	18	7	14	15	8
12	*Soft*	15	15	10	13	9
13	*Soft*	16	12	9	15	10
14	*Hard*	8	6	20	20	8
15	*Soft*	21	13	12	9	7

Fonte: Os autores (2024).

Observando apenas as avaliações "concordo" e "concordo totalmente" (Tabela 3 e Tabela 4) é possível identificar que, na percepção dos alunos respondentes, a abordagem de ensino por meio de **Jogos** é mais eficiente na promoção de todas as habilidades, quando comparado ao ensino tradicional, independentemente se essa for *soft* ou *hard*, validando e superando nossa hipótese inicial de que seriam mais eficientes no estímulo das habilidades *soft.* Lembrando que a classificação das habilidades em *soft* (comportamental) ou *hard* (técnicas) não foi divulgada no momento do questionário a fim de não tendenciar as respostas.

Tabela 4: Resultados: Habilidades estimuladas pelo ensino por meio de JOGOS

Código	**Tipologia**	**Discordo totalmente**	**Discordo**	**Nem concordo Nem discordo**	**Concordo**	**Concordo Totalmente**
1	*Soft*	1	2	3	30	26
2	*Soft*	0	0	5	30	27
3	*Hard*	0	1	12	27	22
4	*Hard*	0	1	6	26	29
5	*Soft*	0	1	2	25	34
6	*Soft*	0	2	12	27	21
7	*Hard*	1	4	13	26	18
8	*Hard*	1	5	16	23	17
9	*Soft*	1	3	14	22	22
10	*Hard*	0	3	5	19	35
11	*Soft*	2	3	14	21	22

12	*Soft*	2	4	8	25	23
13	*Soft*	1	3	9	29	20
14	*Hard*	0	4	12	23	23
15	*Soft*	3	3	14	16	26

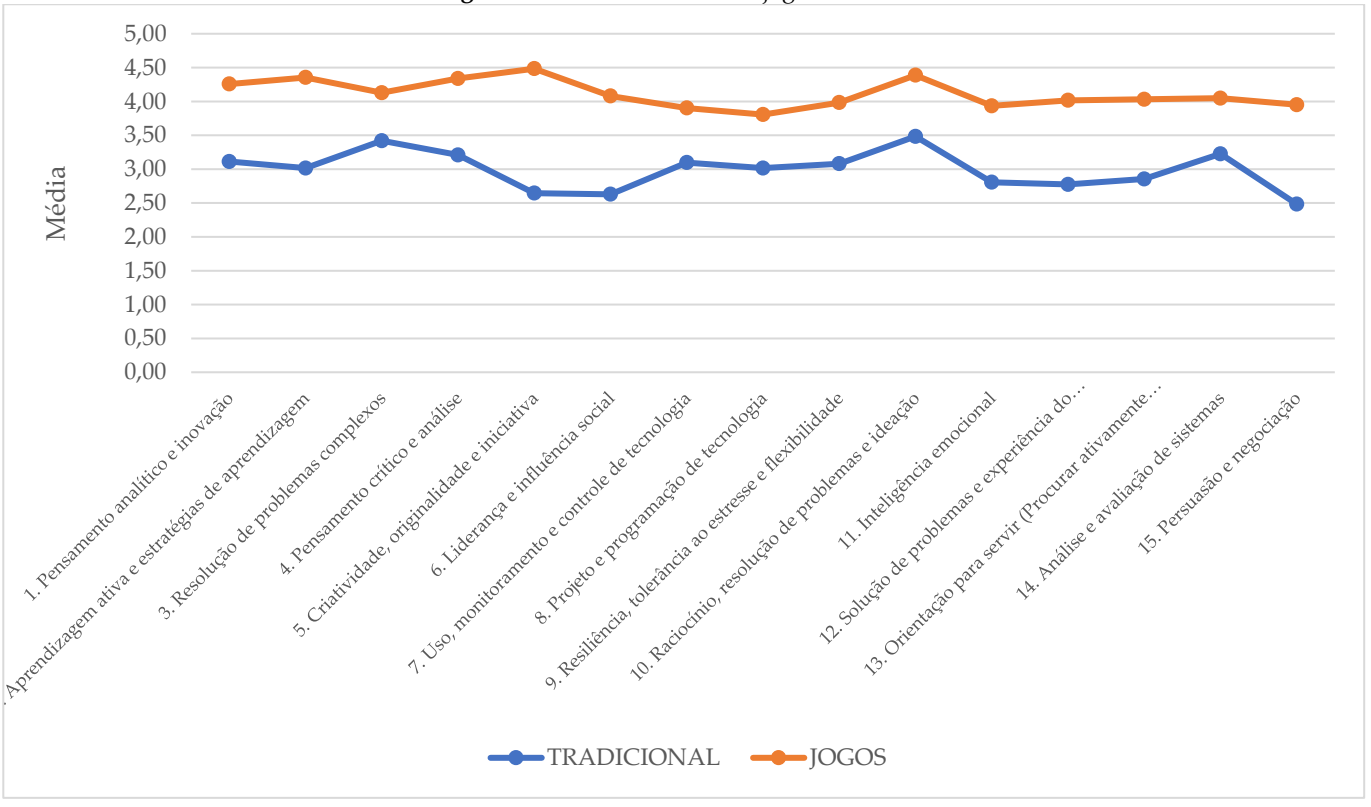
Fonte: os autores (2024).

A Figura 29 apresenta a média das avaliações recebidas por cada habilidade, tanto pelo ensino tradicional como por meio e jogos.

Analisando a Figura 29 fica evidente que os discentes concordam que os jogos são uma excelente ferramenta de estímulo as habilidades técnicas e comportamentais. Contudo, diante dos resultados apresentados, fica evidente que as habilidades *Soft* precisam ser estimuladas no âmbito acadêmico de forma mais intensiva, onde a Gamificação é uma ferramenta que viabiliza esse processo de forma mais eficiente.

Além disso, a pesquisa foi realizada entre estudantes de graduação que estão no processo de adquirir habilidades técnicas durante o curso, mas que por outro lado, os jogos permitem não só aprimorar essas competências, como também que as habilidades comportamentais dos alunos sejam melhoradas, garantindo assim que o estudante saia mais preparado para as expectativas das organizações contribuindo para o seu êxito profissional.

Figura 29: Resultados: sobre o jogo vivenciado



Fonte: os autores (2024).

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A crescente demanda por profissionais com habilidades comportamentais está crescendo no mercado de trabalho, principalmente para engenheiros, devido à evolução das tecnologias na era da industrialização 4.0. É crucial que as instituições de ensino estejam atentas às demandas do mercado, especialmente no campo da engenharia. A implementação de metodologias ativas, como a gamificação, pode ser uma abordagem promissora no processo de ensino e aprendizagem. Assim, este livro apresentou nove (09) jogos, desenvolvidos a partir de diferentes temáticas associadas a cursos de Graduação em Engenharia.

De modo geral, os jogos se destacaram como uma abordagem capaz de transformar o aprendizado em uma experiência prazerosa e envolvente. Os alunos responderam positivamente, demonstrando maior interesse e engajamento. Isso evidenciou que a gamificação pode criar um ambiente propício para a propagação do conhecimento, superando as limitações das aulas expositivas tradicionais.

Ademais, os jogos foram avaliados pelos discente de graduação sob a hipótese de que os jogos são melhores no estímulo das habilidades comportamentais (*soft*) do que o ensino tradicional. Os resultados mostraram que os jogos foram efetivo ao estimular habilidades comportamentais, promovendo a interação entre os participantes e, também ao incentivar habilidades como criatividade, cooperação, iniciativa e ética. Para além disso, sob a percepção dos alunos, tanto as habilidades técnicas quanto as comportamentais são mais estimulados por meio dos jogos, quando comparadas ao ensino tradicional.

REFERÊNCIAS

ALMEIDA, B. M. J. de; FONTANA, M. E.; SILVA, W. D. O. O. Estudo dos fatores críticos de sucesso na transição para um modelo de negócio circular em empresas do agreste pernambucano. *In*: **Encontro Nacional de Engenharia de Produção (ENEGEP),** Fortaleza/CE, 2023.

ALTOMARI, L. *et al.* Gamification and Soft Skills Assessment in the Development of a Serious Game: Design and Feasibility Pilot Study. **JMIR Serious Games**, v. 11, n. 1, p. e45436, 2023.

ALVES, R. A. dos R. *et al*. Extensão universitária e educação em doenças sexualmente transmissíveis e temas relacionados. **Revista da Universidade Vale do Rio Verde**, v. 14, n. 2, p. 1079-1086, 2016.

AMARAL, A. L. N.; GUERRA, L. B. Neurociência e Educação: olhando para o futuro da aprendizagem**. Brasília: SESI/DN**. Disponível em:< https://static. portaldaindustria. com.br/media/ filer_public/24/33/24331119-5631-42c0-b141-9821064c820c/neuro ciencia_e_educacao_2022.pdf> Acesso em, v. 7, 2022.

ARIAS-ARANDA, D.; BUSTINZA-SÁNCHEZ, O. Entrepreneurial attitude and conflict management through business simulations. **Industrial Management & Data Systems**, v. 109, n. 8, p. 1101-1117, 2009.

ATAÍDES, F. de O.; SILVA, L. F. R. da; ROSA, B. B. B. da. A importância da Gestão Ambiental para a engenharia civil. **Educação Ambiental** (Brasil), v. 1, n. 3, 2020.

AWAN, U.; SROUFE, R. Sustainability in the circular economy: insights and dynamics of designing circular business models. **Applied Sciences**, v. 12, n. 3, p. 1521, 2022.

BARRENCE, A. A escassez dos profissionais de tecnologia no Brasil e seu consequente impacto no ecossistema de startups. **Blog do Google Brasil**. 30 de Maio de 2023. Disponível em: <https://blog.

google/intl/pt-br/produtos/a-escassez-dos-profissionais-de-tecnologia-no-brasil-e-seu-consequente-impacto-no-ecossistema-de-startups/>. Acesso em: 10 de Junho 2024.
BENTON, D.; HAZELL, J.; HILL, J. **The guide to the circular economy:** capturing value and managing material risk. Routledge, 2017.
BERARDI, P.; DIAS, J. M. O mercado da economia circular**. GV-Executivo**, v. 17, n. 5, p. 34-37, 2018.
BOCKEN, N. M. P.; GERADTS, T. H. J. Barriers and drivers to sustainable business model innovation: Organization design and dynamic capabilities. **Long range planning**, v. 53, n. 4, p. 101950, 2020.
BOLLER, S.; KAPP, K. **Jogar para aprender:** tudo o que você precisa saber sobre o design de jogos de aprendizagem eficazes. DVS Editora, 2018.
BRASIL. **Lei Nº12.305, de 2 de Agosto de 2010**: Institui a Política Nacional dos Resíduos Sólidos. Ministério do Meio Ambiente, 2010. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/lei/l12305.htm. Acesso em: 10 de Junho 2024.
BROO, Didem Gürdür; KAYNAK, Okyay; SAIT, Sadiq M. Rethinking engineering education at the age of industry 5.0. **Journal of Industrial Information Integration**, v. 25, p. 100311, 2022.
BUSARELLO, R. I. **Gamification**: princípios e estratégias. Pimenta Cultural, 2016.
CAI, Ya-Jun; CHOI, Tsan-Ming. A United Nations' Sustainable Development Goals perspective for sustainable textile and apparel supply chain management. **Transportation Research Part E:** Logistics and Transportation Review, v. 141, p. 102010, 2020.
CAI, Ya-Jun; CHOI, Tsan-Ming; ZHANG, Ting. Commercial used apparel collection operations in retail supply chains. **European Journal of Operational Research**, v. 298, n. 1, p. 169-181, 2022.
CALLAHAN, M. M. *et al.* Using the Phylo Card Game to advance biodiversity conservation in an era of Pokémon. **Palgrave Communications**, v. 5, n. 1, p. 1-10, 2019.
CARLUCCI, D.; SCHIUMA, G. The power of the arts in business. **Journal of Business Research**., v.85, p. 342-347, 2018.

CONFEDERAÇÃO NACIONAL DA INDÚSTRIA – CNI. **Documento de apoio à implantação das DCNs do curso de graduação em engenharia**. Confederação Nacional da Indústria, Serviço Social da Indústria, Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial, Instituto Euvaldo Lodi, Conselho Nacional de Educação, Associação Brasileira de Educação em Engenharia, Conselho Federal de Engenharia e Agronomia. – Brasília: CNI. Disponível em <http://www.abenge.org.br/file/DocumentoApoioImplantacaoDCNs.pdf> Acesso em: 30 jul. 2023

CARVALHO, M. M. *et al*. **Gestão da Qualidade: Casos e Prática.** 3. ed. Rio de Janeiro: Editora Elsevier - Campus, 2019.

CONTI, M.; ORCIONI, S. Modeling of failure probability for reliability and component reuse of electric and electronic equipment. **Energies**, v. 13, n. 11, p. 2843, 2020.

CORRÊA, H. L. **Administração de cadeias de suprimento e logística**. Editora Atlas SA, 2014.

CORRÊA, H. L.; CORRÊA, C. A. **Administração de Produção E Operações: Manufatura E Serviços:** Uma Abordagem Estratégica**.** Editora Atlas SA, 2000.

DRAGOMIR, V. D.; DUMITRU, M. Practical solutions for circular business models in the fashion industry. **Cleaner Logistics and Supply Chain**, v. 4, p. 100040, 2022.

EUROPEAN COMMISSION. Closing the loop – an EU action plan for the Circular Economy. 2015. Disponível em: https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX:52015DC0614. Acesso em: 25 jul. 2023

FISCHER, C.; MALYCHA, C. P.; SCHAFMANN, E. The influence of intrinsic motivation and synergistic extrinsic motivators on creativity and innovation. **Frontiers in psychology**, v. 10, p. 137, 2019.

FLEURY, A.; FLEURY, M. T. L. **Estratégias empresariais e formação de competências**: um quebra-cabeça caleidoscópio da indústria brasileira. 2004.

FONSECA, M. N. da; SILVA, M. C. da. Educação ambiental para o ensino de solos em Geografia: uma proposta aplicada no ensino

fundamental e médio em Curitiba (Paraná). **Revista de Geografia (Recife)**, v. 38, n. 3, 2021.
FONTANA, M. E. **Operações de Armazenagem:** Teoria e Prática. Pró-Reitoria de Extensão e Cultura/UFPE: Editora UFPE. 2022.
FONTANA, M. E. **Fundamentos da gestão da produção e operações:** estratégias para o sucesso empresarial. 1. ed. Rio de Janeiro: Freita Bastos, 2024.
FONTANA, M. E.; NEPOMUCENO, V. S.; ALMEIDA, L. T. de F. The Skills Stimulated by Integrating Contents of Production Management in Higher Education in Engineering by Adapting 'The Paper Airplane Factory' Game. *In*: **Anais Estendidos do XXII Simpósio Brasileiro de Jogos e Entretenimento Digital**. SBC, 2023. p. 957-966.
FONTANA, M. E. *et al*. Modelo Teórico para Desenvolvimento de Jogos Sérios Associado ao Conteúdo Curricular na Educação Superior em Engenharia. *In*: **Congresso Brasileiro de Engenharia de Produção**, online. 2023.
FREITAS, S., Thiago de; SCAVARDA, A.; MACHADO, F. V. **A importância da engenharia de produção na gestão da cadeia de suprimentos com foco na multidisciplinaridade**. 2024.
GARCIA-ARACIL, A.; MONTEIRO, S.; ALMEIDA, L. S. Students' perceptions of their preparedness for transition to work after graduation. **Active learning in higher education**, v. 22, n. 1, p. 49-62, 2021.
GENG, Y.; DOBERSTEIN, B. Developing the circular economy in China: Challenges and opportunities for achieving'leapfrog development'. **The International Journal of Sustainable Development & World Ecology**, v. 15, n. 3, p. 231-239, 2008.
GENG, Y. *et al*. Towards a national circular economy indicator system in China: an evaluation and critical analysis. **Journal of cleaner production**, v. 23, n. 1, p. 216-224, 2012.
GREGSON, N. *et al*. Interrogating the circular economy: the moral economy of resource recovery in the EU. **Economy and society**, v. 44, n. 2, p. 218-243, 2015.

GUERRA, L. B. O diálogo entre a neurociência e a educação: da euforia aos desafios e possibilidades. **Revista Interlocução**, v. 4, n. 4, p. 3-12, 2011.
GUERRINI, F. M. **Planejamento e controle da produção modelagem e implementação**. - 2. ed. - Rio de Janeiro: Elsevier, 2019.
HAMARI, J.; KOIVISTO, J. Social motivations to use gamification: an empirical study of gamifying exercise. *In*: **ECIS**. p. 18-19, 2013.
HSIN-YUAN H., W.; SOMAN, D. A practitioner's guide to gamification of education. **Rotman School of Management, University of Toronto**, 2013.
JEANNETTE, M. W. *et al*. Computational thinking. **Communications of the ACM**, v. 49, n. 3, p. 33-35, 2006.
JESUS, A. S. de; AZEVEDO, G. X. de. EDUCAÇÃO AMBIENTAL NOS ANOS INICIAIS. **REEDUC-Revista de Estudos em Educação (2675-4681)**, v. 10, n. 1, p. 227-254, 2024.
JURAN, J. M. **Planejando para a Qualidade.** São Paulo: Pioneira, 2010.
KAPP, K. M. **The gamification of learning and instruction:** Game-based methods and strategies for training and education. Pfeiffer, 2012.
KAZANCOGLU, I. *et al.* Circular economy and the policy: A framework for improving the corporate environmental management in supply chains. Business Strategy and the Environment, v. 30, n. 1, p. 590-608, 2021.
LAMRI, J.; LUBART, T. Reconciling hard skills and soft skills in a common framework: the generic skills component approach. **Journal of Intelligence**, v. 11, n. 6, p. 107, 2023.
LANG, M. Conflict management: A gap in business education curricula. **Journal of Education for Business**, v. 84, n. 4, p. 240-245, 2009.
LIRA, J. S. D., Silva J. O. G. D.; COSTA, C. S. R.; ARAUJO, M. A. V. Consumo consciente de moda e a percepção do consumidor: estudo no arranjo produtivo local de confecções de Pernambuco. **Brazilian Business Review**, *19*, p. 96-115, 2022.
LI, J.; YU, K. A study on legislative and policy tools for promoting the circular economic model for waste management in China. **Journal of Material Cycles and Waste Management**, v. 13, p. 103-112, 2011.

LIU, Y.; BAI, Y. An exploration of firms' awareness and behavior of developing circular economy: An empirical research in China. **Resources, Conservation and Recycling**, v. 87, p. 145-152, 2014.
MACARTHUR, E. *et al*. Towards the circular economy. **Journal of Industrial Ecology**, v. 2, n. 1, p. 23-44, 2013.
MAILOOL, J. *et al*. Lecturers' experiences in teaching soft skills in teacher profession education program (TPEP) in Indonesia. **Problems of Education in the 21st Century**, v. 78, n. 2, p. 215, 2020.
MATHEWS, J. A.; TAN, H. Progress toward a circular economy in China: The drivers (and inhibitors) of eco-industrial initiative. **Journal of industrial ecology**, v. 15, n. 3, p. 435-457, 2011.
MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO – MEC. **Resolução nº 2, de 24 de abril de 2019.** Conselho Nacional de Educação, Câmara de Educação Superior. Disponível em: <https://normativasconselhos.mec.gov.br/normativa/pdf/CNE_RES_CNECESN22019.pdf>
Acesso em: 09 set. 2023.
MONTGOMERY, D. C. **Introdução Ao Controle Estatístico Da Qualidade.** 7. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2017.
NAUSTDALSLID, J. Circular economy in China–the environmental dimension of the harmonious society. **International Journal of Sustainable Development & World Ecology**, v. 21, n. 4, p. 303-313, 2014.
OSTERMANN, C. M. *et al*. Drivers to implement the circular economy in born-sustainable business models: a case study in the fashion industry. **Revista de Gestão**, v. 28, n. 3, p. 223-240, 2021.
PALADINI, E. P. **Gestão e Avaliação da Qualidade: Uma Abordagem Estratégica**. São Paulo: Grupo Editorial Nacional (GEN) – Atlas, 2019.
PAÑELLA, O. G. Game design and e-health: serious games put to the test. *In*: **Advancing Cancer Education and Healthy Living in Our Communities**. IOS Press, 2012. p. 71-78.
PAPAMICHAEL, I. *et al*. Unified waste metrics: A gamified tool in next-generation strategic planning. **Science of The Total Environment**, v. 833, p. 154835, 2022.

PARK, J.; SARKIS, J.; WU, Z. Creating integrated business and environmental value within the context of China's circular economy and ecological modernization. **Journal of Cleaner Production**, v. 18, n. 15, p. 1494-1501, 2010.
PIRES, S. Gestão da cadeia de suprimentos: conceitos, estratégias, práticas e casos. 3ª ed. **São Paulo: Editora Atlas**, 2016.
POMPONI, F.; MONCASTER, A. Circular economy for the built environment: A research framework. **Journal of cleaner production**, v. 143, p. 710-718, 2017.
POTTING, J. *et al*. Circular economy: measuring innovation in the product chain. **Planbureau voor de Leefomgeving**, n. 2544, 2017.
PRADO, L. L. do. Jogos de tabuleiro modernos como ferramenta pedagógica: pandemic e o ensino de ciências. **Revista Eletrônica Ludus Scientiae,** v. 2, n. 02, p. 26-38, 2018.
PRADO, L. L. do. Educação lúdica: os jogos de tabuleiro modernos como ferramenta pedagógica. **Revista Eletrônica Ludus Scientiae**, v. 2, n. 2, 2018.
PRIETO-SANDOVAL, V. *et al*. Key strategies, resources, and capabilities for implementing circular economy in industrial small and medium enterprises. **Corporate Social Responsibility and Environmental Management**, v. 26, n. 6, p. 1473-1484, 2019.
PRINGLE, T., B. M.; RAHIMIFARD, S. The challenges in achieving a circular economy within leather recycling. *In* **Procedia CIRP**, v. 48, p. 544-549, 2016.
PUNTILLO, P. Circular economy business models: Towards achieving sustainable development goals in the waste management sector-Empirical evidence and theoretical implications. **Corporate Social Responsibility and Environmental Management,** v. 30, n. 2, p. 941-954, 2023.
RIBEIRO, H. **Anos 90:** A Década da Qualidade no Brasil. Rio de Janeiro: Qualiymark, 2021.
RIBEIRO, L.; FOSS, L.; CAVALHEIRO, S. A. da C. Entendendo o pensamento computacional. **Computers and Society**, 2017.
RICH, P. J. *et al*. Computing and engineering in elementary school: The effect of year-long training on elementary teacher self-efficacy

and beliefs about teaching computing and engineering. **International Journal of Computer Science Education in Schools**, v. 1, n. 1, p. 1-20, 2017.
SAHA, L. *et al*. Electronic waste and their leachates impact on human health and environment: Global ecological threat and management. **Environmental Technology & Innovation**, v. 24, p. 102049, 2021.
SGOBBI, T.; ZANQUIM, S. H. Soft Skills: habilidades e competências profissionais requisitadas pelo mercado empreendedor. **Revista Científica Multidisciplinar Núcleo do Conhecimento. Ano**, v. 5, p. 70-92, 2020.
SHARMA, V. Soft skills: An employability enabler. **IUP Journal of Soft Skills**, v. 12, n. 2, p. 25-32, 2018.
SHUTE, V. J.; SUN, C.; ASBELL-CLARKE, J. Demystifying computational thinking. **Educational research review**, v. 22, p. 142-158, 2017.
SILVA, M. H. C. da *et al*. Resíduos sólidos: o uso da gestão ambiental como ferramenta para o manejo adequado do lixo urbano. **Brazilian Journal of Development**, v. 6, n. 11, p. 85668-85677, 2020.
SILVA, W. D. O. *et al*. Analyzing the attractiveness of businesses to receive investments for a creative and innovative transition to a circular economy: The case of the textile and fashion industry. **Sustainability**, v. 15, n. 8, p. 6593, 2023.
SINGH, J.; ORDOÑEZ, I. Resource recovery from post-consumer waste: important lessons for the upcoming circular economy. **Journal of Cleaner Production**, v. 134, p. 342-353, 2016.
SLACK, N. *et al*. **Administração da produção**. 4.ed. São Paulo: Atlas, 2015.
SOUZA, R. G. de *et al*. Sustainability assessment and prioritisation of e-waste management options in Brazil. **Waste management**, v. 57, p. 46-56, 2016.
SOPA, A. *et al*. Hard skills versus soft skills: which are more important for Indonesian employees innovation capability.

International Journal of Control and Automation, v. 13, n. 2, p. 156-175, 2020.
STAHEL, W. R. The circular economy. **Nature**, v. 531, n. 7595, p. 435-438, 2016.
STÅL, H. I.; CORVELLEC, H. A decoupling perspective on circular business model implementation: Illustrations from Swedish apparel. **Journal of Cleaner Production**, v. 171, p. 630-643, 2018.
SU, Biwei *et al.* A review of the circular economy in China: moving from rhetoric to implementation. **Journal of cleaner production**, v. 42, p. 215-227, 2013.
SWIATKIEWICZ, O. Competências transversais, técnicas ou morais: um estudo exploratório sobre as competências dos trabalhadores que as organizações em Portugal mais valorizam. **Cadernos Ebape. br**, v. 12, p. 633-687, 2014.
THUKRAL, S.; SHREE, D.; SINGHAL, S. Consumer behaviour towards storage, disposal and recycling of e-waste: systematic review and future research prospects. **Benchmarking: An International Journal**, v. 30, n. 3, p. 1021-1072, 2023.
TOLOUEI-RAD, M. **Production Engineering and Robust Control**. IntechOpen, 2022.
TORRES-GUEVARA, L. E.; PRIETO-SANDOVAL, V.; MEJIA-VILLA, A. Success drivers for implementing circular economy: a case study from the building sector in Colombia. **Sustainability**, v. 13, n. 3, p. 1350, 2021.
VERALDO, J. L. G.; SILVA, M. B. Contribuição das disciplinas do curso de engenharia de produção no desenvolvimento das áreas de competências da indústria 4.0. **Brazilian Journal of Development**, v. 7, n. 10, p. 95966-95980, 2021.
VIEIRA, M. G. A.; ALMEIDA, N. A. F de.; SILVA, M. G. C. da Mechanisms of copper and mercury adsorption on bentonite clays from EXAFS spectroscopy. **CHEMICAL ENGINEERING**, v. 39, 2014.
VOLPE, W. *et al*. Habilidades e competências do profissional para o ambiente da indústria 4.0: uma revisão sistemática. **XXXV II Encontro Nacional de Engenharia de Produção**, 2017.

WALSH, A. The potential for using gamification in academic libraries in order to increase student engagement and achievement. **Nordic Journal of Information Literacy in Higher Education**, v. 6, n. 1, p. 39-51, 2014.

WEE, Siaw-Chui; CHOONG, Weng-Wai. Gamification: Predicting the effectiveness of variety game design elements to intrinsically motivate users' energy conservation behaviour. **Journal of environmental management**, v. 233, p. 97-106, 2019.

WINANS, K.; KENDALL, A.; DENG, H. The history and current applications of the circular economy concept. **Renewable and Sustainable Energy Reviews**, v. 68, p. 825-833, 2017.

WINN, B. M. The design, play, and experience framework. *In*: **Handbook of research on effective electronic gaming in education**. IGI Global, 2009. p. 1010-1024.

WORLD ECONOMIC FORUM–WEF. The future of jobs: employment, skills and workforce strategy for the fourth industrial revolution. **Global Challenge Insight Report**. 2020. Disponível em: <https://www3.weforum.org/docs/WEF_Future_of_Jobs.pdf> Acesso em: 12 fev. 2024.

YASIN, A. A.; ABBAS, A. Role of gamification in engineering education: A systematic literature review. *In*: **2021 IEEE global engineering education conference (EDUCON)**. IEEE, 2021. p. 210-213.

YAP, N. T. Towards a Circular Economy. **Greener Management International**, n. 50, 2005.

Apêndice A – Roteiro Jogo das caixas

Jogador(es):_____

A empresa ALFA é reconhecida no mercado pela qualidade de seus produtos e pela alta eficiência em responder às necessidades de seus clientes. A empresa possui um estoque inicial de 50 unidades do produto. Os custos associados são:

- Custo de produção: R$ 6,00/unidade.
- Custo de manutenção em estoque: R$ 2,00/unidade/mês.
- Custo da falta em estoque: R$ 10,00/unidade/mês + multa contratual por não entregar todo ou parte do pedido de R$ 600/pedido.
- Custo de entrega:
    - Se $x < 62$ unidades = R$ 110,00/entrega;
    - Se $x >= 62$ unidades = R$ 90,00/entrega.

Caso a demanda não seja atendida em um mês, ela deve ser cumprida no mês, ou meses, seguintes, ou seja, deve haverá a entrega postergada. Assim, neste jogo apenas as alternativas de produção, estocagem e postergação de entrega são aceitas no Planejamento de Vendas e Operações (PVO). O objetivo do jogo é realizar o PVO, visando atender a demanda ao menor custo para o fabricante.

Para garantir a produtividade e atendimento da demanda, cada equipe deve escolher uma das três caixas e responder, de forma correta, à pergunta; cada caixa garante uma produção pré-determinada do produto. Após finalizar as quatro rodadas, ganha a equipe que conseguir produzir em todos os meses. Se houver empate, ganha a equipe que conseguir produzir ao menor custo total.

	Mês 1	Mês 2	Mês 3	Mês 4	
Demanda	42	102	68	42	
Estoque Inicial					
Produção					
Falta					
Entrega					
Estoque Final					
Custos:					
Produção					
Estoque					
Falta					
Multa					
Entrega					**CUSTO TOTAL:**
SOMA (R$)					

Apêndice B - Lista perguntas jogo das caixas

1. Como podemos classificar os *inputs*?
2. Como os *inputs* podem ser transformados (classificação geral)?
3. Cite no mínimo três características que podem ser observadas para diferenciar os *outputs*?
4. As características dos processos produtivos podem ser distinguidas pelos 4 Vs. Quem são os 4 Vs?
5. Quais são os objetivos (dimensão) de desempenho da produção?
6. Os cinco objetivos (dimensão) de desempenho são conflitantes? Justifique.
7. Quais são as categorias de critérios (ou prioridades) competitivos que influenciam o cliente?
8. Como o volume e a variedade afetam o projeto do processo (sistema) de produção?
9. Explique processo (sistema) de produção de Projeto e diferencie do processo de *Jobbing*.
10. Explique processo (sistema) de produção de Lotes/batelada diferencie do processo em massa.
11. Explique processo (sistema) de produção em massa e diferencie do Contínuos.
12. Quais são as razões pelas quais as decisões de arranjo físico são importantes?
13. Explique arranjo físico posicional.
14. Explique arranjo físico funcional.
15. Explique arranjo físico por produto.
16. Explique arranjo físico Celular.
17. Explique a diferença entre sistemas de produção puxados e empurrados. Explique.
18. O que é previsão de demanda (ou vendas)?

19. Existe um método para a previsão de demanda (vendas) mais adequado para cada horizonte de planejamento? Explique.
20. O que é Capacidade instalada?
21. O que é Capacidade disponível ou de projeto?
22. O que é Capacidade efetiva ou carga?
23. O que é Capacidade realizada?
24. Explique pelo menos 3 fatores que influenciam na capacidade de produção?
25. O que é planejamento de vendas e operações (PVO)?
26. No PVO, quais são as alternativas que que podem influenciar/modificar a demanda?
27. No PVO, quais são as alternativas que podem influenciar/modificar a produção?

Apêndice C – Jogo do MPS

Jogador(es):_____

A sua empresa precisa realizar o planejamento da produção do produto GAMA, o qual apresenta a seguinte previsão de demanda:

Semana	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Demanda prevista	25	40	35	50	60	80	25	30	40	50

OBS.: As previsões foram realizadas por equipe especializada, mas toda previsão pode apresentar erros.

Para realizar o planejamento, primeiramente, sua empresa precisa definir um pacote de estratégia que usará do início ao fim:

	Opção 1	Opção 2	Opção 3	Opção 4	Opção escolhida
FORNECIMENTO					
Tamanho do lote de produção (Q)	L4L (qualquer quantidade)	Múltiplo de 25 unidades	$q \geq 30$ unidades	$20 \leq q \leq 60$ unidades	
Custo unitário de produção (Cu)	R$ 38,00	R$ 35,00	R$ 36,00	R$ 34,00	
Custo de preparação das máquinas (*setup*) (cp)/ lote	R$ 100,00	R$ 70,00	R$ 50,00	R$ 80,00	
ESTOQUE					
Tamanho do Estoque inicial	0	15 unidades	25 unidades	40 unidades	
Custo aquisição do Estoque Inicial	R$ 0,00	R$ 300,00	R$ 850,00	R$ 1400,00	
Custos de manutenção de estoque (cm)/ unidade/semana	30% de Cu	25% de Cu	22% de Cu	20% de Cu	
ESTOQUE DE SEGURANÇA (ES)					
Tamanho (unidades)	0	5 unidades	10 unidades	15 unidades	
TRANSPORTE					
Custo de transporte para o cliente	R$ 10,00 / unidade	Se $q \geq 50$ = R$ 350,00 Se $q < 50$ = R$ 300,00	Se $q \leq 30$ = R$ 300,00 Se $q > 30$ = R$ 9,00/unidade	R$ 80,00 + R$ 8,00 / unidade	

Assuma Lead Time de produção de 1 semana.

Apêndice D – Jogo do MPS – formulário 1

Primeira etapa – Planejamento da produção - Mundo Ideal

OBS.: Fazer o planejamento da produção considerando o pacote de estratégia escolhido. Lembrando que o estoque de segurança considerado não pode ser consumido, pois não podemos planejar erros. **NÃO PODE MUDAR O PASSADO!**

ES:	LT: 1 semana	Lote:	**PERÍODOS**										
			0	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**	**9**	**10**
Demanda prevista			---	25	40	35	50	60	80	25	30	40	50
Estoque (*Q*2)			*										
Recebimento de ordem (pedido)			---										
Liberação de ordem													
**CUSTOS:													
Custo de preparação (*setup*) (*cp*)													---
Custo de produção													---
Custo de manutenção do estoque			---										
Custo transporte			---										

* Inserir aqui o estoque inicial que você escolheu na tabela de estratégias.

** Preencher depois que todos o MPS estiver preenchido da seguinte maneira:

- Os custos de *setup* e produção devem ser calculados na semana em que houve a liberação da ordem;
- O custo de transporte deve ser calculado na semana que há envio de produto ao cliente, de acordo com quantidade atendida no período;
- O custo de manutenção do estoque considerar em cima da quantidade remanescente em estoque (Q) a partir da semana 1 (CM= *cm**(Q/2)). Na semana 0 esse custo já está inserido em "Custo aquisição do Estoque Inicial" na tabela das estratégias.

Custo total de:	**R$**
Custo aquisição do Estoque Inicial (tabelado)	
Custo de preparação (*setup*)	
Custo de produção	
Custo de manutenção do estoque	
Custo transporte	
TOTAL	

Apêndice E – Jogo do MPS – formulário 2

Segunda etapa – Controle da produção – Mundo REAL

Agora o(a) professor(a) irá divulgar semanalmente a DEMANDA REAL. Quando você receber essa informação você deverá executar a fase de Controle da produção, podendo ajustar o tamanho do lote de produção em "liberação de ordem" que chegará na semana seguinte. **OBS: Não pode alterar informações das semanas passadas ou futuras, apenas da semana vigente.**

Para o MPS não faz sentido produzir mais do que o necessário. Aqui você ainda confia nas suas previsões. Logo a "liberação de ordem" deve ser ajusta apenas para corrigir os erros de demanda na semana vigente (para mais ou para menos) e reposição de estoque de segurança usado.

Os produtos que por ventura não forem entregues na semana vigente devem ser entregues no próximo período, portanto precisa ajustar o tamanho do lote em "liberação de ordem".

ES:	LT: 1 semana	Lote:	**PERÍODOS**										
			0	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**	**9**	**10**
Demanda prevista			---	25	40	35	50	60	80	25	30	40	50
****Demanda REAL**			---										
Estoque			*										
Recebimento de ordem (pedido)			---	*									
Liberação de ordem			*										
****CUSTOS:**													
Custo de preparação (*setup*) (*cp*)													--
Custo de produção													--
Custo de manutenção do estoque			---										
Custo transporte			---										
**Custo da falta			---										

* Preencher com as informações da tabela do mundo ideal.

** Multa de R$ 200,00/por pedido em atraso mais um adicional de $15,00 por unidade não entregue no período.

Resumo	**R$**
Custo aquisição do Estoque Inicial (tabelado)	
Custo de preparação (*setup*)	
Custo de produção	
Custo de manutenção do estoque	
Custo transporte	
**Custo da Falta	
TOTAL	

Apêndice F – Jogo do pacote de ações estratégicas

Negociação do pacote de ações estratégias para um Frigorífico de frango

Processo da dinâmica: Cada gerente tem metas diferentes para seu departamento, mas os mesmos problemas da empresa para resolver. Assim, cada gerente deve 'convencer' os demais (usando os pontos a favor ou contra cada alternativa) de tal forma que as melhores alternativas sejam escolhidas, ou seja, aquelas que maximizam o somatório dos pontos. Para cada problema uma ação deve ser escolhida. Um consenso do pacote de ações estratégias deve ocorrer.
OBS.: A pontuação de cada gerente é diferente, portanto, não mostre seus pontos para os demais gerentes. Deve ser escolhida SOMENTE UMA estratégia para cada item. O pacote de estratégias escolhido deve ser coerente.

Você é o gerente de **PRODUÇÃO**

Questão	**Pontos**	**Escolhido**
FORNECIMENTO: O fornecedor de caixas para embalagem tem suprimento não confiável		
1. Mudar para um fornecedor mais confiável, mesmo o material sendo de qualidade inferior, exigindo maior cuidado no empacotamento.	-15	
2. Procurar um fornecedor local, para suprimento de "urgência", mesmo o preço sendo 5 vezes mais caro.	0	
3. Melhorar o relacionamento com o fornecedor atual, integrando os sistemas, de tal forma a que o fornecedor tenha informação do estoque atual de caixas e possa se organizar para o envio do material sem a necessidade da empresa fazer o pedido.	10	
4. Melhorar o relacionamento com o fornecedor atual, integrando os sistemas colocando um funcionário da empresa dentro do fornecedor para que o mesmo coordene as atividades de suprimento.	20	
PRODUÇÃO: Indícios de contaminação devido à depreciação física de máquinas e equipamentos.		
1. Realizar programa de manutenção preventiva (requerer investimento moderado imediato, mas minimiza a probabilidade de ocorrências durante a produção)	10	

2. Realizar manutenção corretiva (não requerer investimento imediato, mas maximiza a probabilidade de ocorrências durante a produção)	-10	
3. Substituição imediata de equipamentos (requerer investimento alto imediato, mas elimina a probabilidade de ocorrências durante a produção nos primeiros 5 anos)	20	
4. Deixar como está (responder relatórios de não conformidade, correndo o risco de interdição da empresa)	-5	
TRANSPORTE: está ocorrendo atrasos na entrega dos produtos acabados.		
1. Terceirizar serviço	15	
2. Comprar caminhão novo	10	
3. Comprar caminhão usado	-5	
4. Mudar os motoristas atuais	-10	
ARMAZENAGEM/ESTOCAGEM: As ordens estão demorando a serem atendidas.		
1. Adotar políticas de controle de estoque específicas a cada produto (curva ABC)	10	
2. Mudar o processo de separação de pedidos (requer treinamentos de funcionários)	-15	
3. Contratar mais funcionários	15	
4. Adquirir sistema QR-Code para rápida identificação de produtos e locais	-5	
CONSUMIDOR: Produtos com embalagem defeituosa		
1. Realizar o recall destes produtos	-15	
2. Enviar produtos para os consumidores que reclamaram	10	
3. Realizar campanhas responsabilizando o varejo pelo problema	5	
4. Ignorar as reclamações e realizar campanhas salientando a qualidade do produto.	15	
Total de pontos marcados		

Apêndice G – Ficha de controle do jogo Chocolate Game

VAREJISTA

Semana	Previsão de vendas	Estoque Inicial	Pedido Recebido	Quant. entregue	Falta	Quant. recebida	Estoque final	Pedido emitido
1	4	4						
2	2							
3	4							
4	6							
5	4							
6	4							
7	3							
8	5							
9	4							
10	3							
11	4							
12	5							
13	6							
14	6							
15	7							
Total								
Receita/ Custo								

Custos:

- **Custo de falta**: 3 vezes o preço do item/unidade em falta/ semana.
- **Custo de manutenção de estoques**: 50% do preço do item/unidade em estoque/semana.

Receita: R$ 7,00 por unidade.

Apêndice H – Formulário do jogo "Corrida atrás dos dados"

Jogador(es): _____

Corrida atrás de dados

O aventureiro Taylor necessita pegar sua moeda para realizar pagamentos de seus custos. Para isso, ele precisa ultrapassar o mar, utilizando o caminho da qualidade para o mapeamento do melhor processo, do qual venha ofertar os melhores lucros. Dessa forma, a criação dos gráficos de controle irá auxiliar na tomada de decisão assertiva durante sua trajetória.

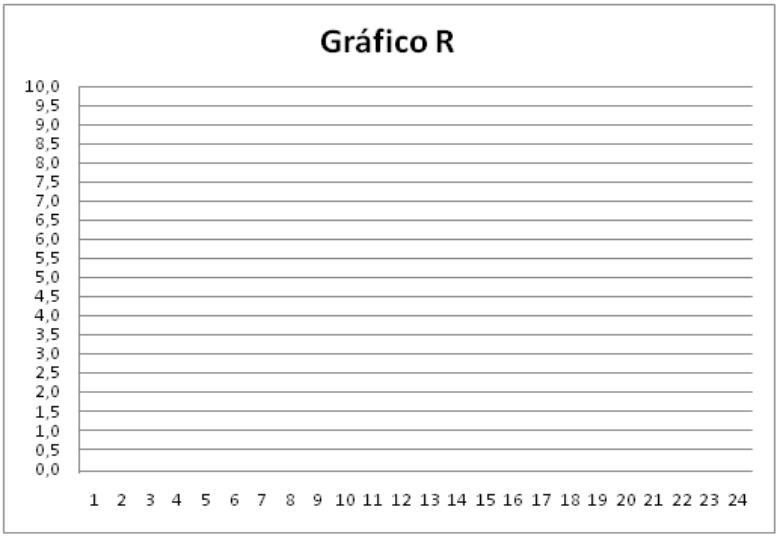
Para essa jornada considere que cada dado conquistado é a amplitude (R) de cinco medições ($n = 5$) formando uma amostra (m). Com isso temos: $D_3 = 0$ e $D_4 = 2{,}115$ (valores tabelados).

Anote no Quadro abaixo os valores da amplitude (R) exatamente na sequência em que forem conquistados. Quando ultrapassar a linha de chegada calcule os limites de controle e plote os dados no gráfico.

Nº da amostra (m)	Valor de R	Nº da amostra (m)	Valor de R	Nº da amostra (m)	Valor de R
1		11		21	
2		12		22	
3		13		23	
4		14		24	
5		15		25	
6		16		26	
7		17		27	
8		18		28	
9		19		29	
10		20		30	
Amplitude média ($\bar{R} = \frac{\sum R}{m}$)					

Os limites do gráfico de controle são encontrados por meio do cálculo de:

Limite Superior de Controle (LSC)	$D_4\bar{R}$
Limite Central (LC)	$\bar{R}$
Limite Inferior de Controle (LIC)	$D_3\bar{R}$



Após concluir o gráfico de controle responda as seguintes questões:

1) O seu gráfico está sob controle? Justifique
2) Caso não esteja, considere, no máximo, 2 pontos como causas atribuíveis e refaça a análise. E agora, está sob controle?
3) Suponha que a variável de interesse apresenta Limite Inferior Especificado (LIE) = 95 e Limite Superior Especificado (LSE) = 105. Considerando a média da amplitude do gráfico sob controle e d_2=2,326, verifique o índice de capacidade de processos (Cp).

$\hat{\sigma} = \frac{\bar{R}}{d_2} =$ $C_p = \frac{LSE - LIE}{6\hat{\sigma}} =$

SOBRE OS AUTORES

Marcele Elisa Fontana: Doutora em Engenharia de Produção. Professora associada do departamento de Engenharia Mecânica, da Universidade Federal de Pernambuco (UFPE), atuando como membro permanente do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Mecânica (PPGEM) e do Programa de Pós-Graduação em Gestão, Inovação e Consumo (PPGIC), líder do grupo de pesquisa em Decisões Estratégicas em Produção e Logística (DEPLog) e coordenadora do grupo de extensão Gamification Engineering Project. http://lattes.cnpq.br/3130016839052852

Vilmar Santos Nepomuceno: Doutor em Ciências da Computação. Professor Associado do EBTT no Instituto Federal de Pernambuco (IFPE), Campus Recife. http://lattes.cnpq.br/1493013358874325

Wesley Douglas Oliveira Silva: Doutor em Engenharia de Produção. Professor adjunto do curso de Engenharia de Produção da Universidade Federal de Alagoas (UFAL) e membro permanente do Programa de Pós-graduação em Recursos Hídricos e Saneamento (PPGRHS) do Centro de Tecnologia da UFAL (CTEC – UFAL). Também é líder do Research Group for Innovation on Industry, Sustainability and Efficiency (RISE). http://lattes.cnpq.br/6171765374586978

Janaina Moreira de Meneses: Doutora em Engenharia Química. Professora adjunta do departamento de Engenharia Mecânica na Universidade Federal de Pernambuco (UFPE). Vice coordenadora do grupo de extensão Gamification Engineering Project. http://lattes.cnpq.br/0574035618533787

Armando Dias Duarte: Doutor em Engenharia Civil. Professor Adjunto do curso de Engenharia de Produção da Universidade

Federal do Oeste da Bahia, no campus de Luís Eduardo Magalhães (UFOB-LEM), sendo o líder do Grupo de Pesquisa Multidisciplinar de Apoio à Decisões (GPMAD). http://lattes.cnpq.br/5704187021277285

Emerson Philipe Sinésio: Mestre em Gestão, Inovação e Consumo pela Universidade Federal de Pernambuco (UFPE).

Ewerton Felipe Soares Tenório: graduando em Engenharia de Produção pela Universidade Federal de Pernambuco (UFPE).

Gyovanna Gabrielly Nepon Silva: graduanda em Engenharia Elétrica pela Universidade Federal de Pernambuco (UFPE).

João Pedro Alexandre de Queiroz Santos: graduando em Engenharia de Produção pela Universidade Federal do Oeste da Bahia (UFOB).

Lorenei Arlindo Donatti Júnior: graduando em Engenharia de Produção pela Universidade Federal do Oeste da Bahia (UFOB).

Lucas Pontes de Andrade: graduando em Engenharia de Controle e Automação pela Universidade Federal de Pernambuco (UFPE)

Mayres Maurício Andrey da Silva Santos: graduando em Engenharia da Computação pela Universidade Federal de Pernambuco (UFPE).

Maria Vitoria Monteiro dos Santos: graduanda em Engenharia Mecânica pela Universidade Federal de Pernambuco (UFPE).

Matheus Pereira Santana: graduando em Engenharia de Produção pela Universidade Federal do Oeste da Bahia (UFOB).

Miguel P. de Lemos: graduando em Engenharia da Computação pela Universidade Federal de Pernambuco (UFPE).

Priscila Porto Higino: graduanda em Engenharia de Produção pela Universidade Federal do Oeste da Bahia (UFOB).

Vinicius de Almeida Silva: graduando em Engenharia de Produção pela Universidade Federal de Pernambuco (UFPE)

Wallysson De Menezes Vieira: graduando em Designer pela Universidade Federal de Pernambuco (UFPE)

Esta obra reúne parceiros da Universidade Federal de Pernambuco, do Instituto Federal de Pernambuco, da Universidade Federal de Alagoas e da Universidade Federal do Oeste da Bahia, para a criação e aplicação de jogos educativos desenvolvidos por alunos de graduação em engenharia, promovendo uma experiência de ensino inovadora e interdisciplinar.

GAMIFICATION Engineering Project

GPMAD
Grupo de Pesquisa Multidisciplinar de Apoio à Decisões

DEPLog
Decisões Estratégicas em Produção e Logística
Strategic Decisions in Production and Logistics

RISE
Grupo de Pesquisa - UFAL

INSTITUTO FEDERAL
Pernambuco

PPGIC
Programa de Pós-Graduação em Gestão, Inovação e Consumo

UFPE
VIRTUS IMPAVIDA

Pedro & João Editores
pedrojoaoeditores.com.br

ISBN 978-65-265-1729-1