

UNIVERSIDADE FEDERAL DE ITAJUBÁ

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM  
ENGENHARIA DE PRODUÇÃO

**Aprendizagem dos Riscos do Processo de  
Desenvolvimento de Produtos Baseada em Jogos**

**Letícia Fernandes Costa**

Itajubá, fevereiro de 2015

UNIVERSIDADE FEDERAL DE ITAJUBÁ

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM  
ENGENHARIA DE PRODUÇÃO

**Letícia Fernandes Costa**

**Aprendizagem dos Riscos do Processo de  
Desenvolvimento de Produtos Baseada em Jogos**

Dissertação submetida ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção como parte dos requisitos para obtenção do título de **Mestre em Ciências em Engenharia de Produção**.

**Área de Concentração:** Engenharia de Produção  
(Qualidade e Produtos)

**Orientador:** Prof. Dr. Carlos Eduardo Sanches da Silva

Fevereiro de 2015  
Itajubá – MG

UNIVERSIDADE FEDERAL DE ITAJUBÁ

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM  
ENGENHARIA DE PRODUÇÃO

**Letícia Fernandes Costa**

**Aprendizagem dos Riscos do Processo de  
Desenvolvimento de Produtos Baseada em Jogos**

Dissertação aprovada por banca examinadora em 27 de fevereiro de 2015, conferindo à autora o título de **Mestre em Ciências em Engenharia de Produção.**

**Banca Examinadora:**

Prof. Dr. Carlos Eduardo Sanches da Silva (Orientador)

Prof. Dr. João Batista Turrioni

Prof. Dr. Mario Orestes Aguirre González

Itajubá, 2015

# AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus por ser sempre a Mão a guiar minhas escolhas.

Sou grata a meu orientador, Prof. Dr. Carlos Sanches, pelo carinho e pela serenidade com os quais me auxiliou nestes dois anos de parceria.

Obrigada à UNIFEI e à FAPEMIG pelo apoio, sem o qual não seria possível a concretização deste trabalho. Agradeço também a todos os meus professores pela generosidade em transmitir seus conhecimentos.

Aos meus pais, Francisco e Fátima, minha gratidão eterna por serem minha inspiração e meu exemplo de vida. Vocês são os pais que eu escolheria todas as vezes em que me fosse dada essa chance. Ao meu irmão, Lucas, pelo companheirismo e por trazer alegria aos meus dias.

Ao Bruno, meu amor e melhor amigo, agradeço por sempre me apoiar e acreditar em meu potencial. Obrigada pela paciência e pelo bom humor em meus momentos de insegurança.

Por fim, obrigada a todos os meus familiares, amigos e colegas que, direta ou indiretamente, me garantiram o suporte necessário para que este trabalho fosse concluído.

## RESUMO

Devido à disseminação da tecnologia, os estudantes de hoje aprendem em ritmos e padrões mais acelerados quando comparados aos de seus pais ou professores. Isso os leva a ter expectativas de ensino superior diferentes da educação que, de fato, recebem – o que possivelmente afetará seu desempenho ao iniciarem suas carreiras profissionais, pelo fato de não terem tido experiência anterior sobre como ser criativos e inovadores em ambientes complexos. A fim de diminuir essa lacuna entre o que a indústria deseja de atributos em um engenheiro recém-formado e o que a universidade entrega, se faz necessária uma adequação das ementas curriculares para incorporar as prioridades dos alunos de hoje, adotando novas formas de ensinar, que encorajarão o envolvimento desses jovens. É neste contexto no qual surgem metodologias ativas de ensino, como a Aprendizagem Baseada em Jogos, para incluir processos de experimentação e interatividade social. Também chamada de *gamificação*, antes de adotá-la é fundamental avaliar quais são os benefícios e desvantagens do seu uso; explorar implementações atuais e possibilidades futuras; e compreender melhor a fundamentação teórica por trás desta metodologia. Por essa razão, este trabalho tem como objetivo identificar e priorizar os riscos inerentes ao Processo de Desenvolvimento de Produtos (PDP), que permitam aperfeiçoar um jogo para ensino e aprendizagem destes conceitos. Para tanto, utilizou-se a pesquisa-ação para condução de três ciclos de aplicação do objeto de estudo: um jogo para construção de uma torre. As análises estatísticas dos dados coletados buscam verificar se houve melhora no número de acertos dos participantes depois da realização do jogo; se houve melhora na percepção dos jogadores em relação ao seu nível de conhecimento em PDP; e identificar oportunidades de melhoria da unidade de análise para replicações futuras. Acredita-se que o objeto de estudo possa contribuir para a formação conceitual e prática de seus participantes por permitir a experimentação em um ambiente seguro de um problema encontrado no dia a dia de empresas reais. Espera-se que este trabalho contribua também teoricamente, ao endossar o material acerca de Aprendizagem Baseada em Jogos.

**Palavras-chave:** Riscos, Desenvolvimento de Produtos, Aprendizagem Baseada em Jogos.

# ABSTRACT

Due to the dissemination of technology, students nowadays learn in more accelerated rhythms and patterns than their parents or teachers. This leads them to have undergraduate expectations different from the education that they actually get – which may possibly affect their performance when they start their professional careers, since they haven't had previous experience about how to be creative and innovative in complex environments. In order to reduce this gap between what the industry wants regarding attributes for a trainee engineer and what the university delivers, courses must approach to the priorities of today's students, adopting new ways of teaching, which will encourage youngsters engagement. It is in such context that active teaching methods arise, like Game-Based Learning, aiming to include experiment and social interactivity processes. Also known as gamification, before adopting it, it is mandatory to evaluate what its benefits and disadvantages are; to explore current implementations and future possibilities; and to better understand the theoretical principles that involve this method. For this reason, this work aims to identify and prioritize the risks inherent to the New Product Development (NPD) process, which allow us to improve a game for teaching and learning of such concepts. For doing so, it was used the action-research to carry on three cycles for the application of the game under study: a game to build a tower. The statistical analyses of the data collected aim to check whether there was an improvement on the participants' number of right answers after the game was played; whether there was improvement on the players' perception regarding their NPD level of knowledge; and to identify opportunities for improving the unit of analysis for further applications. It is believed that the game under study may contribute for its participants' conceptual and practical development, since it allows experiment in a safe environment of a problem found in real enterprises daily life. We hope this work contributes also theoretically, as endorsing academic material about Game-Based Learning.

**Keywords:** Risks, Product Development, Game-Based Learning.

# LISTA DE FIGURAS

## Capítulo 1

Figura 1.1 – Percentual de publicações sobre Aprendizagem Baseada em Jogos, por área de estudo.....	18
Figura 1.2 – Distribuição geográfica de publicações sobre Aprendizagem Baseada em Jogos.....	19
Figura 1.3 – Periódicos que mais têm publicado sobre Aprendizagem Baseada em Jogos.....	19
Figura 1.4 – Autores que mais têm publicado sobre Aprendizagem Baseada em Jogos.....	20
Figura 1.5 – Número de publicações sobre Aprendizagem Baseada em Jogos (1966-2015) ...	21
Figura 1.6 – Número de publicações e citações sobre Aprendizagem Baseada em Jogos na área de Engenharia (1995-2015) .....	21

## Capítulo 2

Figura 2.1 – Amostra de formulário da Técnica de Avaliação por <i>Feedback</i> Imediato.....	32
Figura 2.2 – Elementos do modelo de avaliação de jogos educacionais.....	52
Figura 2.3 – Modelo Unificado de Desenvolvimento de Produtos .....	71
Figura 2.4 – Visão geral do Processo de Desenvolvimento de Produtos em estágios (sistema <i>stage-gate</i> ) .....	75
Figura 2.5 – O Processo de Desenvolvimento de Produtos espiral.....	78
Figura 2.6 – Crescimento exponencial dos custos de mudanças em projetos de desenvolvimento de produtos .....	81
Figura 2.7 – Exemplo de matriz de severidade do risco (Probabilidade <i>versus</i> Impacto) .....	87
Figura 2.8 – Exemplo de Gráfico de Gantt.....	88
Figura 2.9 – Exemplo de diagrama de rede CPM/PERT.....	90
Figura 2.10 – Esquema para elaboração de uma Estrutura Analítica de Projeto .....	90
Figura 2.11 – Exemplo de Estrutura Analítica de Riscos.....	91
Figura 2.12 – Exemplo de diagrama tornado .....	92
Figura 2.13 – Exemplo de análise do Valor Monetário Esperado.....	93
Figura 2.14 – Modelo Padrão de Risco .....	97
Figura 2.15 – Elementos para o cálculo da perda esperada.....	98
Figura 2.16 – Exemplo hipotético de aplicação do Modelo Padrão de Risco .....	98
Figura 2.17 – Perda esperada para o exemplo hipotético da Figura 2.16.....	99

### Capítulo 3

Figura 3.1 – Classificação da pesquisa científica em Engenharia de Produção .....	105
Figura 3.2 – Ciclos da pesquisa-ação .....	109
Figura 3.3 – Detalhamento das fases, etapas e atividades da estrutura proposta para pesquisa-ação.....	109
Figura 3.4 – Resultados para a priorização dos macrofatores e das categorias de riscos em desenvolvimento de produtos via método AHP .....	113
Figura 3.5 – Construção da torre pelos participantes do 1º Ciclo .....	121
Figura 3.6 – Construção da torre pelos participantes do 2º Ciclo .....	125
Figura 3.7 – Construção da torre pelos participantes do 3º Ciclo .....	130

### Capítulo 4

Figura 4.1 – Teste para duas proporções realizado para os acertos das amostras do 1º Ciclo .....	138
Figura 4.2 – <i>Boxplots</i> para os acertos das amostras do 1º Ciclo .....	139
Figura 4.3 – Histograma para a variação no nível de acertos das amostras do 1º Ciclo .....	140
Figura 4.4 – Teste para duas proporções realizado para os acertos das amostras do 2º Ciclo.....	140
Figura 4.5 – <i>Boxplots</i> para os acertos das amostras do 2º Ciclo .....	141
Figura 4.6 – Histograma para a variação no nível de acertos das amostras do 2º Ciclo .....	142
Figura 4.7 – Teste para duas proporções realizado para os acertos das amostras do 3º Ciclo .....	143
Figura 4.8 – <i>Boxplots</i> para os acertos das amostras do 3º Ciclo .....	144
Figura 4.9 – Histograma para a variação no nível de acertos das amostras do 3º Ciclo.....	144
Figura 4.10 – Teste para duas proporções realizado para o nível de conhecimento das amostras do 2º Ciclo.....	146
Figura 4.11 – <i>Boxplots</i> para o nível de conhecimento das amostras do 2º Ciclo.....	148
Figura 4.12 – Teste para duas proporções realizado para o nível de conhecimento das amostras do 3º Ciclo.....	148
Figura 4.13 – <i>Boxplots</i> para o nível de conhecimento das amostras do 3º Ciclo.....	149
Figura 4.14 – <i>Boxplots</i> para a avaliação das dimensões do jogo pelos participantes do 1º Ciclo .....	153
Figura 4.15 – <i>Boxplots</i> para a avaliação das dimensões do jogo pelos participantes do 3º Ciclo .....	153

# LISTA DE QUADROS

## Capítulo 2

Quadro 2.1 – Dimensões e características relevantes para projetos aplicados no ensino da Engenharia.....	38
Quadro 2.2 – Subcomponentes do constructo “reação ao jogo educacional” e suas respectivas dimensões.....	50
Quadro 2.3 – Áreas de Conhecimento do Gerenciamento de Projetos .....	63
Quadro 2.4 – Exemplos de métodos e ferramentas de apoio ao Processo de Desenvolvimento de Produtos .....	79
Quadro 2.5 – Categorias de riscos no Processo de Desenvolvimento de Produtos.....	103

## Capítulo 3

Quadro 3.1 – Modalidades da Pesquisa-ação e suas principais características .....	107
Quadro 3.2 – Aspectos impactantes no resultado final do produto, segundo participantes do 1º Ciclo da pesquisa .....	122
Quadro 3.3 – Aspectos impactantes no resultado final do produto, segundo participantes do 2º Ciclo da pesquisa .....	126
Quadro 3.4 – Aspectos impactantes no resultado final do produto, segundo participantes do 3º Ciclo da pesquisa .....	132

## LISTA DE TABELAS

### Capítulo 3

Tabela 3.1 – Resultados para a priorização dos macrofatores de riscos em desenvolvimento de produtos .....	112
Tabela 3.2 – Resultados para a priorização das categorias de riscos em desenvolvimento de produtos .....	112
Tabela 3.3 – Quadro-resumo para Pesquisa-ação.....	134

### Capítulo 4

Tabela 4.1 – Moda para os acertos de cada ciclo da pesquisa-ação, antes e depois da aplicação do jogo .....	137
Tabela 4.2 – Moda para os níveis de conhecimento em PDP dos 2º e 3º Ciclos, antes e depois da aplicação do jogo.....	145

# LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

AHP	<i>Analytic Hierarchy Process</i> (Processo de Análise Hierárquica)
ARCS	<i>Attention, Relevance, Confidence, Satisfaction</i> (Atenção, Relevância, Confiança, Satisfação)
CAD	<i>Computer Aided Design</i> (Desenho Assistido por Computador)
CAE	<i>Computer Aided Engineering</i> (Engenharia Assistida por Computador)
CAPP	<i>Computer Aided Process Planning</i> (Planejamento do Processo Assistido por Computador)
CNPq	Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico
CPM	<i>Critical Path Method</i> (Método do Caminho Crítico)
DFMA	<i>Design for Manufacturing and Assembly</i> (Projeto para Manufatura e Montagem)
DFX	<i>Design for X</i> (Projeto para X)
EAP	Estrutura Analítica de Projeto
EAR	Estrutura Analítica de Riscos
EDT	Estrutura de Desdobramento do Trabalho ou Estrutura de Decomposição do Trabalho
ENEGEP	Encontro Nacional de Engenharia de Produção
ERP	<i>Enterprise Resource Planning</i> (Sistemas Integrados de Gestão Empresarial)
FMEA	<i>Failure Modes and Effects Analysis</i> (Análise dos Modos de Falha e seus Efeitos)
IF-AT	<i>Immediate Feedback Assessment Technique</i> (Técnica de Avaliação por <i>Feedback</i> Imediato)
ISO	<i>International Organization for Standardization</i> (Organização Internacional para Normalização)
MIT	<i>Massachusetts Institute of Technology</i> (Instituto Tecnológico de Massachusetts)
MQP	Mínimos Quadrados Parciais
NBR	Norma Brasileira
PDM	<i>Product Data Management</i> (Gestão de Dados de Produto)
PDP	Processo de Desenvolvimento de Produtos
PERT	<i>Program Evaluation and Review Technique</i> (Técnica de Avaliação e Revisão de Programas)
PLS	<i>Partial Least Squares</i> (Regressão por Mínimos Quadrados Parciais)
PMBOK	<i>Project Management Body Of Knowledge</i> (Um Guia do Conjunto de Conhecimentos em Gerenciamento de Projetos)
PRODIP	Processo de Desenvolvimento Integrado de Produtos
QFD	<i>Quality Function Deployment</i> (Desdobramento da Função Qualidade)
RBS	<i>Risk Breakdown Structure</i> (Estrutura Analítica de Riscos)
RISD	<i>Rhode Island School of Design</i> (Escola de Design de Rhode Island)
UNIFEI	Universidade Federal de Itajubá
VME	Valor Monetário Esperado

# SUMÁRIO

<b>1. INTRODUÇÃO</b> .....	15
1.1. Contexto .....	15
1.1.1. Novo paradigma na educação superior e a Aprendizagem Baseada em Jogos.....	15
1.1.2. Projetos de desenvolvimento de novos produtos e riscos inerentes .....	16
1.2. Relevância do tema .....	17
1.3. Justificativa.....	22
1.4. Objetivos .....	22
1.4.1. Objetivo Geral.....	22
1.4.2. Objetivos Específicos .....	23
1.5. Estrutura do trabalho .....	23
<b>2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA</b> .....	25
2.1. Aprendizagem .....	25
2.1.1. Domínios de desenvolvimento: Taxonomia de Bloom.....	26
2.1.2. O Novo Perfil de Aluno e os Consequentes Impactos nas Metodologias de Ensino .....	33
2.1.3. Metodologias Ativas de Ensino .....	34
2.2. Aprendizagem Baseada em Jogos .....	39
2.2.1. Vantagens na utilização de jogos educacionais .....	41
2.2.2. Tendências favoráveis à expansão da Aprendizagem Baseada em Jogos.....	43
2.2.3. Desafios na adoção da Aprendizagem Baseada em Jogos .....	45
2.2.4. Fatores influentes na medição da eficiência de jogos educacionais.....	46
2.3. Avaliação de Jogos Educacionais.....	47
2.3.1. Características necessárias a jogos educacionais de qualidade.....	48
2.3.2. Modelo para avaliação de jogos educacionais .....	49
2.4. Ensino do Processo de Desenvolvimento de Produtos .....	52
2.4.1. Programa do curso de Design Industrial da Universidade de Tecnologia de Queensland (Austrália).....	53
2.4.2. Programa do curso de mestrado em Design Industrial da Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto (Portugal) .....	54
2.4.3. Programa da disciplina de Desenvolvimento de Produtos do Instituto Tecnológico de Massachusetts (MIT) e da Escola de Design de Rhode Island (RISD) (Estados Unidos).....	55
2.4.4. Programa do curso de Engenharia Mecânica da Universidade das Índias Ocidentais (Caribe). 58	
2.4.5. Programa do curso de Engenharia Mecânica da Universidade Técnica de Lisboa (Portugal)...	59
2.5. Gestão de Projetos .....	60
2.5.1. Projetos .....	60
2.5.2. Gerenciamento de Projetos .....	61

2.6. Processo de Desenvolvimento de Produtos (PDP) .....	64
2.6.1. Definições e características .....	64
2.6.2. Fases .....	66
2.6.3. Modelo de referência .....	69
2.6.4. Tipos .....	74
2.6.5. Métodos e ferramentas para o desenvolvimento de produtos .....	79
2.6.6. Desafios .....	80
2.7. Risco.....	83
2.7.1. Gerenciamento de Riscos.....	84
2.7.2 Riscos no Processo de Desenvolvimento de Produtos .....	95
<b>3. DESENVOLVIMENTO DA PESQUISA .....</b>	<b>105</b>
3.1. Classificação da pesquisa científica .....	105
3.2. O método pesquisa-ação.....	106
3.2.1. Validade e confiabilidade .....	108
3.2.2. Estruturação .....	108
<b>4. ANÁLISE DOS RESULTADOS.....</b>	<b>136</b>
4.1. Resultados da avaliação do conhecimento teórico (número de acertos) .....	136
4.1.1. Considerações quanto ao formulário para avaliação do conhecimento teórico .....	137
4.1.2. Resultados da avaliação do conhecimento teórico dos participantes do 1º Ciclo.....	138
4.1.3. Resultados da avaliação do conhecimento teórico dos participantes do 2º Ciclo.....	140
4.1.4. Resultados da avaliação do conhecimento teórico dos participantes do 3º Ciclo.....	142
4.2. Resultados da avaliação do nível de conhecimento em PDP (percepção dos participantes).....	145
4.2.1. Resultados da avaliação do nível de conhecimento em PDP dos participantes do 2º Ciclo ....	146
4.2.2. Resultados da avaliação do nível de conhecimento em PDP dos participantes do 3º Ciclo ....	148
4.3. Resultados da avaliação do jogo.....	150
4.3.1. Considerações quanto ao questionário para avaliação do jogo.....	151
4.3.2. Resultados da avaliação do jogo pelos participantes dos 1º e 3º Ciclos.....	152
4.3.3. Análise multivariada: Regressão por Mínimos Quadrados Parciais .....	155
<b>5. CONCLUSÕES .....</b>	<b>157</b>
5.1. Síntese dos resultados obtidos no 1º Ciclo.....	159
5.2. Síntese dos resultados obtidos no 2º Ciclo.....	160
5.3. Síntese dos resultados obtidos no 3º Ciclo.....	161
5.4. Considerações finais e sugestões para trabalhos futuros .....	162

<b>APÊNDICE A – Estrutura Hierárquica para Priorização dos Riscos do PDP .....</b>	<b>163</b>
<b>APÊNDICE B – Contrato para construção de torre .....</b>	<b>164</b>
<b>APÊNDICE C – Cartões com informações sobre necessidade do cliente e preço médio de mercado .....</b>	<b>165</b>
<b>APÊNDICE D – Formulário para coleta de dados referentes ao conhecimento teórico antes e depois do jogo.....</b>	<b>166</b>
<b>APÊNDICE E – Formulário para iniciação da atividade de vivência .....</b>	<b>167</b>
<b>APÊNDICE F – Resultados da avaliação do jogo pelos participantes dos 1° e 3° Ciclos .....</b>	<b>168</b>
<b>APÊNDICE G – Resultados Científicos.....</b>	<b>170</b>
<b>APÊNDICE H – Perfis dos especialistas e descrição das empresas em que atuam.....</b>	<b>171</b>
<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b>	<b>178</b>
<b>ANEXO A – Questionário para avaliação do jogo.....</b>	<b>188</b>
<b>ANEXO B – Escala Fundamental de Números Absolutos utilizada para aplicação do método AHP .....</b>	<b>190</b>

# 1. INTRODUÇÃO

Este primeiro capítulo apresenta uma contextualização dos assuntos abordados no trabalho, assim como justifica a relevância do tema desta pesquisa e esclarece seus objetivos.

## 1.1. Contexto

A fim de contextualizar o leitor, são apresentados panoramas referentes ao perfil dos estudantes nos dias de hoje e à inclusão de metodologias que incorporem parâmetros que surgiram graças às experiências e ao conhecimento extraclasse desses alunos. Ademais, são apontados aspectos sobre o gerenciamento de riscos em projetos de desenvolvimento de novos produtos.

### 1.1.1. Novo paradigma na educação superior e a Aprendizagem Baseada em Jogos

Graças à rápida disseminação da tecnologia digital nas últimas décadas do século 20, os jovens de hoje passam suas vidas cercados por e usando dispositivos tecnológicos variados. Como consequência, estes novos estudantes são considerados “nativos digitais”, fluentes na língua digital dos computadores, *videogames* e Internet, e ansiosos por interatividade (PRENSKY, 2006). Em contrapartida, os professores são chamados de “imigrantes digitais”, incapazes de desenvolver o aprendizado na linguagem e velocidade que seus alunos precisam, devido ao seu pequeno conhecimento sobre o mundo digital e conceitual da nova geração (PRENSKY, 2001a, 2001b).

De acordo com Mayer (2005), atualmente um dos maiores problemas encontrados pelos docentes – e presente em todas as maneiras tradicionais de aprendizado – é manter os alunos motivados e comprometidos até o fim do processo de aprendizagem. Prensky (2003) menciona que os desenvolvedores de jogos, por outro lado, têm se especializado nos últimos anos no envolvimento dos jogadores, alcançando destes uma atitude orientada a resultados e à busca por soluções.

Por essa razão, é necessário engajar os “nativos digitais” à maneira do século 21: eletronicamente, alinhando métricas de jogos e estratégias pedagógicas (PRENSKY, 2003, 2006). Ojiako *et al.* (2011) corroboram a afirmação anterior: os autores acreditam que ensinar os alunos de hoje envolve uma revisão, tanto do conteúdo a ser ensinado, quanto das metodologias de ensino utilizadas.

Eis o contexto, portanto, para o surgimento da Aprendizagem Baseada em Jogos, também conhecida na literatura por *gamificação*. Esta metodologia ativa de ensino objetiva proporcionar experiências práticas e aumentar o engajamento dos alunos, misturando o conteúdo instrucional com características de um jogo (HUOTARI e HAMARI, 2012; LEE e HAMMER, 2011; MAYER, 2005).

### **1.1.2. Projetos de desenvolvimento de novos produtos e riscos inerentes**

A corrida por novos produtos é impulsionada por fatores tais quais: as mudanças de mercado, a concorrência e os avanços tecnológicos, por exemplo (UNGER e EPPINGER, 2009). Por esta razão, o desenvolvimento de produtos tem como missão favorecer a competitividade da empresa e se caracteriza por ser uma visão sistêmica de todo o ciclo de vida do produto e de todas as áreas funcionais da organização (ROZENFELD *et al.*, 2006). Essa natureza multi e interdisciplinar implica em administrar conflitos e incertezas, o que caracteriza o Processo de Desenvolvimento de Produtos (PDP) como “projetos [...] únicos [que] apresentam caminhos ainda não explorados. Dessa forma, são empreendimentos sujeitos a riscos que se não forem gerenciados adequadamente podem comprometer o negócio” (GRUBISIC, 2009, p. 1).

Dentre os riscos presentes nesses empreendimentos, pode-se citar: mudanças nas necessidades dos consumidores; formulação de suposições baseadas em informações incompletas (má definição do problema); atraso na entrega dos resultados; custos além do orçado; planejamento do projeto feito a partir de estimativas pouco realistas, que negligenciam eventuais problemas; não adoção ou emprego inadequado das metodologias e práticas de desenvolvimento de produtos; pouco conhecimento ou incompreensão por parte da equipe de desenvolvimento dos processos e da interdependência entre eles... (GRUBISIC, 2009; SMITH e MERRITT, 2002).

Grubisic (2009) afirma em sua tese que, tão logo sejam identificados e analisados, os riscos no desenvolvimento de produtos devem ser tratados para que tenham sua probabilidade de ocorrência e seu impacto reduzidos a níveis aceitáveis. É fundamental que o tratamento desses riscos seja realizado tomando como base o PDP e sua gestão.

## 1.2. Relevância do tema

Apesar da importância cada vez maior dos projetos nas organizações, a maioria dos projetos não cumpre suas metas. Entregar projetos que atendam às metas de prazo, custo e especificações planejadas e que também atendam aos objetivos de negócio que o justificaram é ainda um desafio a ser superado nas empresas (MARQUES JUNIOR e PLONSKI, 2011). A realidade é que a maioria dos estudiosos e profissionais considera que esta taxa alta de insucesso se deve, principalmente, ao fator de falha humana (ASHLEIGH *et al.*, 2012).

Isso evidencia que proporcionar a futuros profissionais um ensino de qualidade em Gestão de Projetos – e também em PDP, já que este pode ser considerado um tipo de projeto – resulta em melhoria de competências e aproximação do sucesso nos projetos (ALAM *et al.*, 2008). Contudo, ainda são limitadas as pesquisas que abordam como as competências e habilidades de gerenciamento de projetos podem ser ensinadas ou assimiladas (ASHLEIGH *et al.*, 2012). Por esta razão, é crescente o interesse de docentes e empresas por metodologias ativas de ensino como meio de desenvolver nos estudantes comportamentos desejáveis, posteriormente, no mercado de trabalho. Uma dessas práticas é a Aprendizagem Baseada em Jogos, a qual é abordada com mais ênfase neste trabalho.

Em tempo, o escopo desta dissertação envolve, ainda, conceitos de riscos inerentes ao PDP. Assim sendo, cabe definir que “risco”, para Schuyler (2001), é o efeito acumulativo da probabilidade de incerteza que pode afetar positivamente (oportunidade) ou negativamente (ameaça) o projeto. Galway (2004) afirma que o que os usuários do projeto esperam do gerenciamento de riscos é precisão e auxílio no processo decisório. Quando contextualizados ao PDP, podem ser considerados como riscos: a possibilidade de este não vir a atender os requisitos de forma satisfatória; o processo de priorização de produtos dentro de um portfólio; e os riscos relacionados aos custos e prazos (BLAU *et al.*, 2000). Apesar de alguns estudos

específicos sobre riscos na área de PDP, Segismundo e Miguel (2008) afirmam que a quantidade de publicações é ainda muito pequena.

Em busca realizada no dia 23 de janeiro de 2015, com a palavra-chave Aprendizagem Baseada em Jogos (em inglês, *Game-Based Learning*) na base de dados Scopus (SCOPUS-ELSEVIER, 2015), foram localizados 2986 artigos, dos quais 683 têm a Engenharia como área de estudo. Isso representa o 3º lugar, com 22,9% do total de publicações sobre o tema. Em 1º e 2º lugares estão, respectivamente, Ciência da Computação (1276 artigos ou 42,7%) e Ciências Sociais (1083 artigos ou 36,3%). As demais áreas de estudo podem ser visualizadas na Figura 1.1.

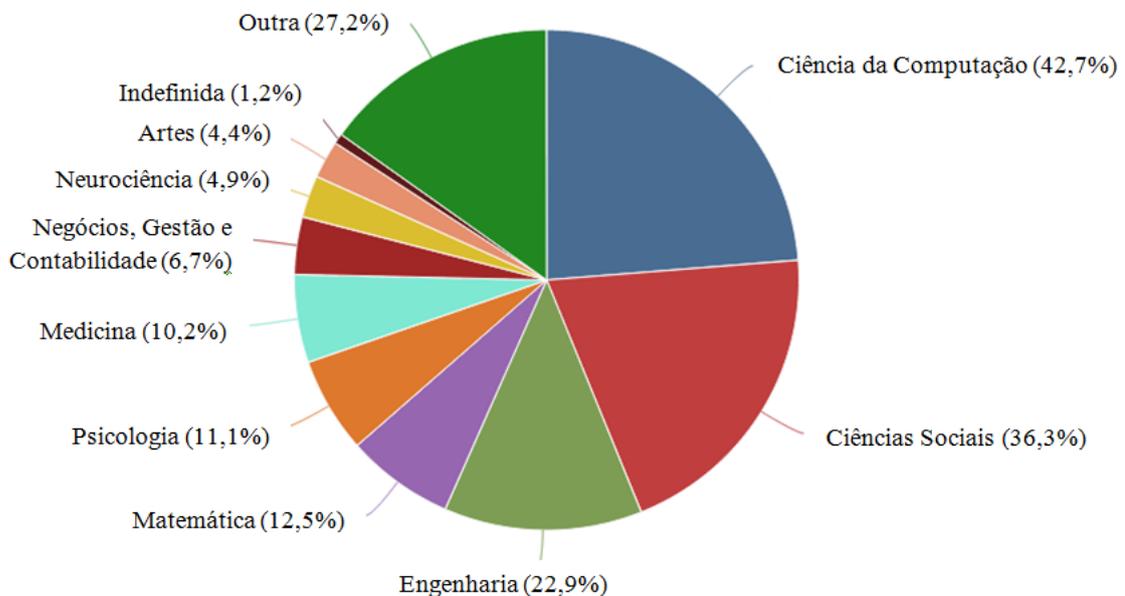


Figura 1.1 – Percentual de publicações sobre Aprendizagem Baseada em Jogos, por área de estudo

Fonte: Scopus-Elsevier (2015)

Em termos de distribuição geográfica, a busca apontou que o país que mais tem publicado sobre Aprendizagem Baseada em Jogos são os Estados Unidos, com 925 artigos, seguidos por Reino Unido e China, com 305 e 253 artigos, respectivamente. Os demais que compõem a lista dos dez países que mais publicam podem ser visualizados na Figura 1.2. O Brasil não consta, pois ocupa a 16ª posição, com 50 artigos publicados sobre o tema até 23 de janeiro de 2015.

Ao serem analisados os periódicos que mais têm publicado sobre Aprendizagem Baseada em Jogos, os cinco mais representativos estão expostos na Figura 1.3. O *Computers and Education* ocupa a primeira posição, sendo responsável por um total de 112 dos 2986 artigos publicados até então. Este periódico se define como um fórum interdisciplinar para o uso da computação na área de tecnologia da comunicação, uma vez que esta é reconhecidamente um fator de impacto crescente em todos os aspectos de cognição, educação e treinamento (ELSEVIER, 2013). Sua representatividade aqui pode ser justificável pelo fato de Ciência da Computação aparecer como a área de estudo que mais publica sobre a palavra-chave utilizada na busca.

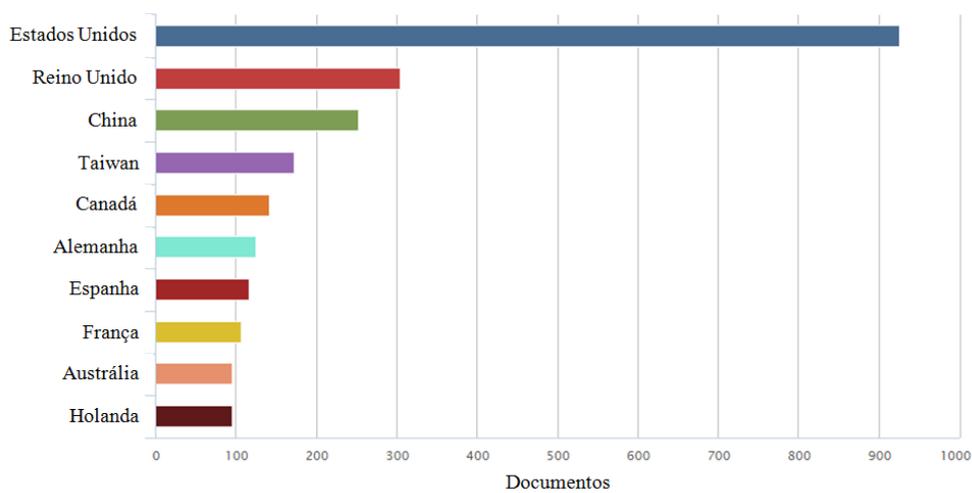


Figura 1.2 – Distribuição geográfica de publicações sobre Aprendizagem Baseada em Jogos

Fonte: Scopus-Elsevier (2015)

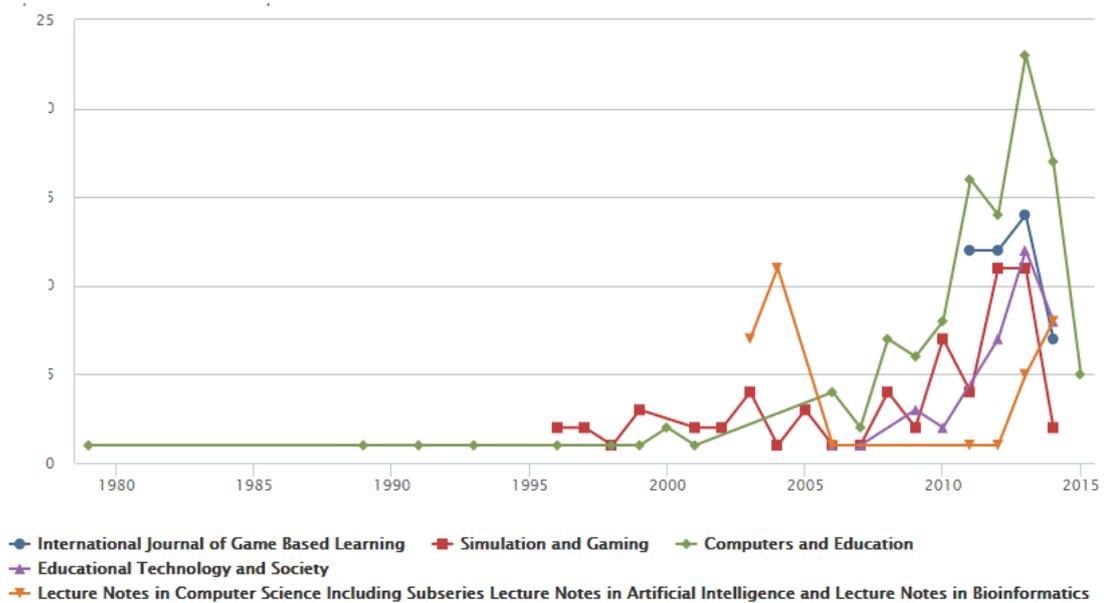


Figura 1.3 – Periódicos que mais têm publicado sobre Aprendizagem Baseada em Jogos

Fonte: Scopus-Elsevier (2015)

Já o autor mais representativo sobre o tema é Gwo-Jen Hwang, com 11 artigos. O autor é professor do Departamento de Tecnologia da Informação e Aprendizagem da Universidade Nacional de Taiwan de Ciência e Tecnologia e tem interesse em pesquisas relacionadas ao uso de inteligência artificial na educação (TAIWAN-TECH, 2015). Nota-se que Taiwan ocupa a quarta posição dentre os países que mais publicam sobre Aprendizagem Baseada em Jogos. Os demais que compõem a lista dos dez autores que mais têm publicado sobre o tema podem ser visualizados na Figura 1.4.

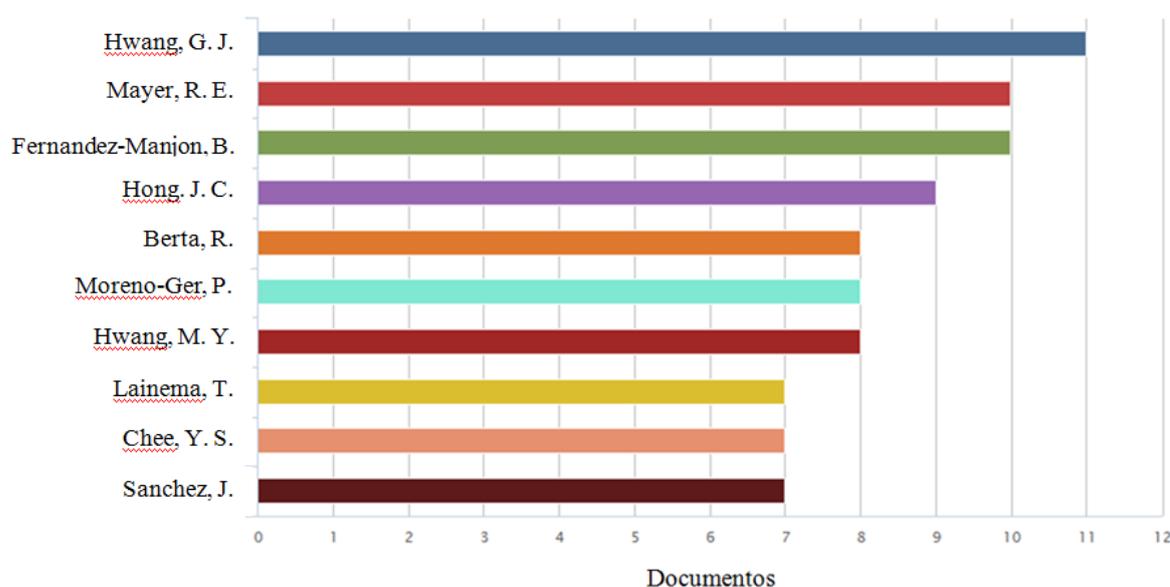


Figura 1.4 – Autores que mais têm publicado sobre Aprendizagem Baseada em Jogos

Fonte: Scopus-Elsevier (2015)

A produção científica sobre Aprendizagem Baseada em Jogos tem aumentado desde o primeiro ano de registro do Scopus, 1966, conforme apresentado na Figura 1.5. Observa-se que os picos registram, em 1996, 40 artigos publicados; em 2002, 53 artigos; em 2008, 171 artigos. Destaca-se o nível de publicações de 2009 em diante, acima de 230 anuais. Os dois últimos anos (2013-2014) registraram, respectivamente, 461 e 389 artigos. Em 2015, até a data desta busca, foram incorporados à base de dados 16 artigos sobre o tema.

Isso é corroborado por outra busca realizada no banco de dados ISI Web of Science (ISI WEB OF SCIENCE, 2015) no dia 23 de janeiro de 2015 para a mesma palavra-chave, desta vez com foco em publicações apenas na área de Engenharia. Os resultados apontam igualmente uma tendência de aumento no número de publicações, conforme mostra a Figura 1.6.

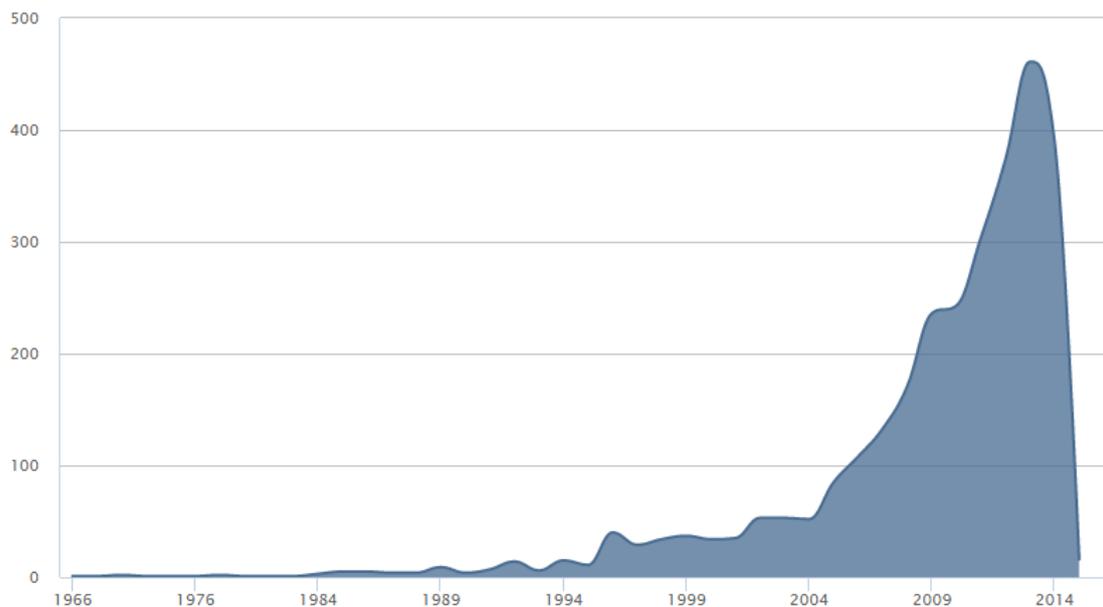


Figura 1.5 – Número de publicações sobre Aprendizagem Baseada em Jogos (1966-2015)

Fonte: Scopus-Elsevier (2015)

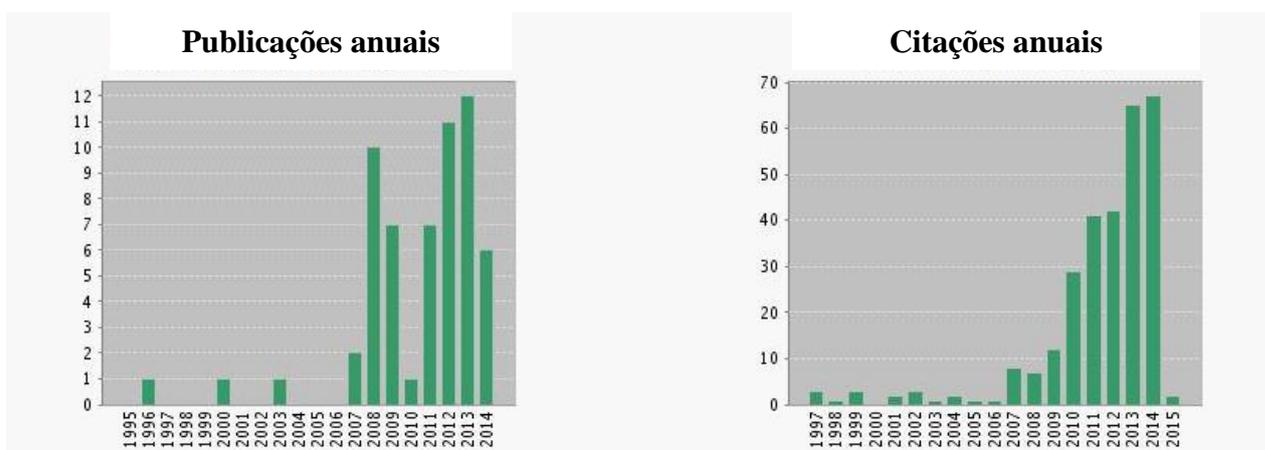


Figura 1.6 – Número de publicações e citações sobre Aprendizagem Baseada em Jogos na área de Engenharia (1995-2015)

Fonte: ISI Web of Science (2015)

Nesta nova busca, foram localizados 454 artigos sobre Aprendizagem Baseada em Jogos, dos quais 60 (ou 13,2%) estão vinculados à área de Engenharia. Ao buscar por Riscos no Processo de Desenvolvimento de Produtos (*new product development risks*), foram apontados 2497 artigos, dos quais 370 (ou 15%) estão vinculados à área da Engenharia.

Cabe mencionar que o ISI foi também utilizado para combinar palavras-chave. Ao combinar “Aprendizagem Baseada em Jogos” e “Processo de Desenvolvimento de Produtos”, foram

encontrados cinco artigos na área de Engenharia. Ao adicionar a palavra “riscos”, este número se reduz para uma única publicação em Engenharia. Por fim, ao combinar as palavras “Jogos educacionais” e “Riscos no Processo de Desenvolvimento de Produtos”, não é localizado nenhum artigo na base ISI. Uma justificativa para tal pode ser o fato de o ISI cobrir somente 5% (ou 7 mil) do total de publicações no mundo, ao passo que o Scopus abrange mais de 17 mil revistas (HERCULANO e NORBERTO, 2012). Por essa razão, optou-se por apresentar nesta dissertação os resultados das buscas realizadas em ambos os bancos de dados.

### **1.3. Justificativa**

A contribuição prática deste trabalho está na replicação do jogo para a formação de profissionais qualificados e, conseqüentemente, para a redução na taxa de insucesso de projetos devido à falha humana. Já a contribuição teórica está em endossar o material científico acerca de Aprendizagem Baseada em Jogos e sobre jogos para ensino dos riscos inerentes ao Processo de Desenvolvimento de Produtos.

Em tempo, esta dissertação está vinculada ao projeto de pesquisa 310660/2012-2 do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), intitulado “Desenvolvimento de Software para o Ensino do Gerenciamento de Projetos de Novos Produtos”, cujo coordenador é o Prof. Dr. Carlos Eduardo Sanches da Silva.

### **1.4. Objetivos**

A questão de pesquisa deste trabalho é: como contribuir para a formação conceitual e prática no tocante aos riscos do Processo de Desenvolvimento de Produtos?

#### **1.4.1. Objetivo Geral**

Identificar e priorizar os riscos inerentes ao Processo de Desenvolvimento de Produtos (PDP), que permitam aperfeiçoar um jogo para ensino e aprendizagem destes conceitos.

## **1.4.2. Objetivos Específicos**

Por se tratar de uma pesquisa-ação, como é elucidado mais adiante, os objetivos específicos podem ser desmembrados em científicos e técnicos.

### **1.4.2.1. Objetivos científicos**

- Identificar como se dá o processo de aprendizagem dos estudantes nos dias de hoje;
- Verificar como ocorre atualmente o ensino do Processo de Desenvolvimento de Produtos (PDP);
- Conhecer quais são os riscos inerentes ao PDP;
- Descobrir quais são as características necessárias a jogos educacionais;
- Contribuir para a teoria científica acerca da Aprendizagem Baseada em Jogos.

### **1.4.2.2. Objetivos técnicos**

- Aplicar o jogo;
- Avaliá-lo por meio de instrumentos de medição que observem componentes como: conhecimento interiorizado a partir do jogo, motivação, experiência do usuário e aprendizagem;
- Detectar oportunidades de melhoria no jogo e aperfeiçoá-lo quanto a sua eficiência na disseminação de conhecimento;
- Reaplicar e reavaliar o jogo.

## **1.5. Estrutura do trabalho**

Esta dissertação está dividida em cinco capítulos: o Capítulo 1 expõe uma introdução ao assunto, a partir do contexto em que o trabalho está inserido. Em seguida, são apresentados: relevância do tema, justificativa, objetivos e uma visão geral do que é tratado nos capítulos posteriores.

O Capítulo 2 aborda a fundamentação teórica da pesquisa, de modo a elucidar aspectos como: domínios de desenvolvimento (Taxonomia de Bloom), perfil dos alunos de hoje e metodologias ativas de ensino. Na sequência, são apresentadas as vantagens e tendências

favoráveis à Aprendizagem Baseada em Jogos, bem como os desafios à sua adoção e os fatores que influenciam a eficiência de jogos educacionais no tocante à disseminação do conhecimento. Após, detalha-se as características necessárias a jogos educacionais de qualidade e é exposto um modelo para avaliação de jogos desta natureza. O capítulo discorre, ainda, acerca dos meios utilizados atualmente para ensino do PDP e apresenta conceitos sobre Gestão de Projetos e de Riscos, para, então, abordar fases, tipos e demais pormenores do PDP e das categorias de riscos a ele inerentes.

No Capítulo 3 são esmiuçados a classificação desta pesquisa científica e os aspectos referentes ao método de pesquisa utilizado (pesquisa-ação), o qual é caracterizado e desmembrado em fases, etapas e atividades. Aqui, apresenta-se a unidade de análise e a maneira pela qual o jogo abordou as categorias de riscos do PDP priorizadas para ensino aos participantes. Foram realizados três ciclos e cada ciclo da pesquisa-ação é descrito em quatro seções que correspondem às etapas da fase de monitoramento: Planejar; Implementar; Observar e Avaliar; e Refletir e Agir.

Já o Capítulo 4 apresenta e discute os resultados obtidos a partir da análise dos dados coletados e da confrontação destes com a fundamentação teórica, permitindo a confiabilidade dos resultados, sua aplicabilidade e utilidade. São, portanto, evidenciadas análises estatísticas descritivas que possibilitam detectar se houve melhora no nível de conhecimento dos participantes do jogo – de acordo com o número de acertos e a percepção dos jogadores – e também avaliar o objeto de estudo.

Por fim, no Capítulo 5, são apresentadas as conclusões e considerações finais. Como apêndices, tem-se: Estrutura Hierárquica para Priorização dos Riscos do PDP (APÊNDICE A); Contrato para construção de torre (APÊNDICE B); Cartões com informações sobre necessidade do cliente e preço médio de mercado (APÊNDICE C); Formulário para coleta de dados referentes ao conhecimento teórico antes e depois do jogo (APÊNDICE D); Formulário para iniciação da atividade de vivência (APÊNDICE E); Resultados da avaliação do jogo pelos participantes dos 1º e 3º Ciclos (APÊNDICE F); Resultados Científicos (APÊNDICE G) e Perfis dos especialistas e descrição das empresas em que atuam (APÊNDICE H). Como anexos, são apresentados: Questionário utilizado para avaliação do jogo (ANEXO A) e Escala Fundamental de Números Absolutos utilizada para aplicação do método AHP (ANEXO B).

## 2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Neste capítulo, são abordados sete temas: o primeiro deles é o processo de Aprendizagem, pois é de interesse que se identifique como ele ocorre para, então, direcionar o ensino e torná-lo mais duradouro e eficaz. Uma das formas de se conseguir isso é adotando metodologias ativas, como a Aprendizagem Baseada em Jogos – segundo tema abordado neste capítulo. Contudo, para que seja possível medir a eficiência do uso de jogos educacionais na disseminação do conhecimento, faz-se necessário avaliá-los a partir de um modelo, o qual é aqui apresentado. Na sequência, como o objeto de estudo é um jogo para ensino de conceitos do PDP, verificar como as instituições têm estruturado seus programas desta disciplina é igualmente relevante. Além disso, o PDP é um tipo de projeto e, portanto, breves conceitos de Gestão de Projetos são evidenciados. Por fim, definições, tipos, fases e outros aspectos do PDP são abordados para fundamentar a categorização de riscos que é feita, após exposição de técnicas para gerenciamento de riscos em projetos e dos desafios inerentes a projetos de PDP.

### 2.1. Aprendizagem

“**Aprender:** tomar conhecimento de (algo). Tornar-se capaz de (algo), graças a estudo, observação [ou] experiência. Reter na memória [...]. **Aprendizado:** ato ou efeito de aprender; aprendizagem. Tempo durante o qual se aprende; experiência que tem quem aprendeu. Estabelecimento de ensino profissional [...]. **Aprendizagem:** ato ou efeito de aprender; aprendizado. Processo de aquisição de conhecimentos, habilidades, valores e atitudes” (FERREIRA, 2001, p. 54).

Aprender é compreender e é resultado da capacidade humana de adquirir, transformar e avaliar informações decorrentes de nossa experiência com o mundo (BRUNER, 1977). A aprendizagem está associada à noção de mudança e pode ser observada no trabalho quando se compara o desempenho da pessoa antes e depois de um processo de aprendizagem. O desempenho resultante da aplicação de novas competências revela que o indivíduo aprendeu algo novo: mudou sua forma de atuar (BRANDÃO e BORGES-ANDRADE, 2007). Aprendizagem é uma mudança persistente (ou relativamente persistente) no desempenho humano, como resultado da interação do aprendiz com o ambiente (DRISCOLL, 1994 *apud* SAVI, 2011).

Hilgard (1975) ressalta que há atividades que não são tão obviamente aprendidas, mas podem ser classificadas como aprendizagem, atividades essas resultantes da interação com outras pessoas, como: aquisição de preconceitos, atitudes e ideais sociais. Segundo este autor, algumas atividades não apresentam ganho ou progresso porque sua utilidade não é demonstrável. Contudo, elas ainda podem ser consideradas aprendizagem.

Ferraz e Belhot (2010) afirmam que no ano de 1956, Benjamin Bloom, juntamente com outros pesquisadores em educação e psicologia dos Estados Unidos, decidiu estudar os processos mentais utilizados por estudantes universitários. Descobriram algo notório: em um ambiente com as mesmas condições de ensino, todos os alunos aprendem, mas se diferenciam uns dos outros devido a seus níveis de profundidade e abstração do conhecimento adquirido. Ou seja, cada indivíduo é dotado de um conjunto diferente de competências, sendo capaz de aprender o que quer que seja – desde que se respeite seu próprio ritmo. Conseqüentemente, nem todos aprendem da mesma forma, o que exige do educador a utilização de alternativas que colaborem para o desenvolvimento das competências e do conhecimento do aprendiz (MORATORI, 2003).

A definição clara e estruturada dos objetivos instrucionais, considerando a aquisição de conhecimento e de competências adequados ao perfil profissional a ser formado direcionará o processo de ensino para a escolha adequada de estratégias, métodos, delimitação do conteúdo específico, instrumentos de avaliação e, conseqüentemente, para uma aprendizagem efetiva e duradoura (FERRAZ e BELHOT, 2010, p. 422).

A ideia de taxonomia foi utilizada por Bloom e sua equipe para definir objetivos educacionais, ficando conhecida como Taxonomia de Objetivos Educacionais ou Taxonomia de Bloom. Em tempo, “taxonomia” ou “taxinomia” é uma terminologia conceitual baseada em classificações estruturadas e orientadas (FERRAZ e BELHOT, 2010). Segundo Ferreira (2001, p. 664), este termo consiste no “ramo da biologia que se ocupa da classificação dos organismos em grupos, de acordo com a sua estrutura, origem etc. [...]”.

### **2.1.1. Domínios de desenvolvimento: Taxonomia de Bloom**

Bloom *et al.* (1956) *apud* Ferraz e Belhot (2010) classificaram os objetivos educacionais em três domínios específicos de desenvolvimento: cognitivo, afetivo e psicomotor. Em cada domínio, os objetivos foram agrupados em categorias, as quais são apresentadas em uma

hierarquia de complexidade e independência. Para ascender a uma nova categoria, é preciso que o aluno tenha obtido um desempenho adequado na categoria anterior, pois cada uma utiliza capacidades adquiridas nos níveis precedentes.

#### 2.1.1.1. Cognitivo

Este é o domínio mais conhecido e utilizado. Envolve a aquisição de um novo conhecimento, do constante desenvolvimento intelectual, de habilidades e de atitudes. Inclui reconhecimento de fatos, procedimentos e conceitos (FERRAZ e BELHOT, 2010). As categorias deste domínio são (RODRIGUES JÚNIOR, 1994):

- **Conhecimento:** agrupa os processos que requerem que o estudante reproduza com exatidão uma informação que lhe tenha sido fornecida, seja ela uma data, um relato, um procedimento, uma fórmula ou uma teoria;
- **Compreensão:** requer elaboração ou modificação de um dado ou informação original. A elaboração ainda não será de complexidade elevada: o estudante deverá ser capaz de usar uma informação original e ampliá-la, reduzi-la, representá-la de outra forma ou prever consequências resultantes da informação original;
- **Aplicação:** reúne processos nos quais o estudante transporta uma informação genérica para uma situação nova e específica;
- **Análise:** consiste em separar uma informação em elementos componentes e estabelecer relações entre eles. Pressupõe identificação de aspectos centrais de uma proposição, verificação da validade destes aspectos e, por fim, constatação de possíveis incongruências lógicas;
- **Síntese:** representa processos nos quais o estudante reúne elementos de informação para compor algo novo, que terá, necessariamente, traços individuais distintivos. O objetivo desta categoria é a produção individual por parte do estudante, seja de um plano ou de um produto;

- **Avaliação:** representa os processos cognitivos mais complexos. Basicamente, consiste na confrontação de um dado, de uma informação, de uma teoria, de um produto etc., com um critério ou conjunto de critérios, que podem ser internos ao próprio objeto da avaliação, ou externos a ele.

### 2.1.1.2. Afetivo

Envolve categorias ligadas ao desenvolvimento da área emocional e afetiva, que incluem comportamento, atitude, responsabilidade, respeito, emoção e valores (FERRAZ e BELHOT, 2010). Segundo Rodrigues Júnior (1994, p. 32), “entende-se por valor um princípio, entidade, ideal ou prática capazes de nortear e privilegiar o curso de ações de um indivíduo. Assim, são exemplos de valores: preservação do meio ambiente, respeito pela vida, imparcialidade no exame e interpretação de dados científicos [...]”. As categorias deste domínio são (RODRIGUES JÚNIOR, 1994):

- **Receptividade** (também designada Acolhimento e Aquiescência): o aluno percebe a existência de um dado valor apresentado na instrução; dirige sua atenção para ele de modo seletivo e intencional. Entretanto, alunos neste nível portam-se passivamente em relação ao valor apresentado: não o rejeitam, porém, não tomam qualquer ação em relação a ele;
- **Resposta:** presume alguma ação da parte do aluno em referência a um valor da instrução. Essa ação pode ser desde a simples obediência a determinações explícitas até a iniciativa na qual se possa notar alguma expressão de satisfação por parte do aluno;
- **Valorização:** objetivos neste nível assumem que o valor comunicado na instrução foi internalizado pelo aluno. Caracterizam-se por consistência, persistência (prolongam-se além do período de vigência da instrução) e, em um nível mais intenso, persuasão (o aluno procura convencer outras pessoas da importância do valor internalizado);
- **Organização:** o estudante reinterpreta o valor comunicado na instrução à luz de outros valores análogos ou antagônicos ao valor original, analisando diferentes

ângulos do valor, comparando-o a valores concorrentes e reelaborando convicções a partir de novos dados. Deste processo resulta uma definição pessoal do valor em questão, com base no modo de ver, sentir e reagir do aluno;

- **Caracterização:** o valor passa a ser uma tônica no comportamento global do indivíduo. O processo de internalização atinge o ponto em que o indivíduo passa a ser identificado pela sua comunidade, como um símbolo ou representante do valor que ele incorporou. Cabe mencionar que é na idade adulta que o indivíduo reúne condições necessárias neste nível.

### 2.1.1.3. Psicomotor

Relaciona-se a habilidades físicas específicas. Bloom e sua equipe não chegaram a definir uma taxonomia para a área psicomotora, mas outros o fizeram e chegaram a categorias que incluem ideias ligadas a reflexos, percepção, habilidades físicas, movimentos aperfeiçoados e comunicação não verbal (FERRAZ e BELHOT, 2010). As categorias deste domínio são (RODRIGUES JÚNIOR, 1994):

- **Percepção:** consiste em como o estudante presta atenção a todos os movimentos envolvidos na ação global, suas conexões e implicações. O aluno usa seus sentidos, porém ainda não executa movimentos. Pode-se dizer que a aprendizagem neste estágio é mais cognitiva do que motora;
- **Posicionamento:** objetivos psicomotores preveem que o estudante se coloque em posições corretas e eficientes para executar os movimentos propriamente ditos. O aprendiz ainda não executa os movimentos, porém dispõe seu corpo – órgãos, músculos – e ajusta seu ambiente de modo que venha a executá-los;
- **Execução acompanhada:** o componente motor torna-se saliente na aprendizagem. O aprendiz passa a executar os movimentos ainda de forma hesitante e imperfeita; a coordenação é desconexa e irregular. Daí a necessidade do acompanhamento ou monitoramento do instrutor;

- **Mecanização:** o ciclo de movimentos é completo e o aprendiz coordena uma ação com as demais que a ela se ligam. A ação objeto da aprendizagem já constitui uma rotina para o aprendiz, o qual a executa de modo inconsciente;
- **Completo domínio de movimentos:** caracteriza-se pela ausência de erros, consistência e maestria sobre as ações que se constituíram objeto da aprendizagem. Prática e refinamentos constantes são condições para se atingir este estágio.

De acordo com Ferraz e Belhot (2010), a Taxonomia de Bloom tem colaborado significativamente para medir o que foi aprendido e direcionar, de forma corretiva e formativa, todo o processo educacional, servindo de base para o desenvolvimento de instrumentos de avaliação e para a utilização de estratégias diferenciadas. Ademais, este instrumento trouxe a possibilidade de estimular o desempenho dos alunos de forma estruturada e consciente, a partir da percepção da necessidade de dominar habilidades mais simples (fatos) para, só então, dominar as mais complexas (conceitos).

No entanto, de acordo com Mayer (2005), o aprendizado exige esforços e os alunos raramente fazem isso sem motivos: sejam objetivos intrínsecos, recompensas extrínsecas ou fatores psicológicos (medo, necessidade de agradar). Para Bowen (1987) *apud* Keys e Wolfe (1990), o aprendizado tem maior impacto quando equilibra três fatores: conteúdo, experiência e *feedback*.

O fator **conteúdo** é acompanhado de um montante ótimo de excitação emocional, proporcionando a disseminação de novas ideias, princípios ou conceitos (BOWEN, 1987 *apud* KEYS e WOLFE, 1990). Para Prensky (2001a, 2001b), os alunos dos dias atuais mudaram radicalmente quando comparados a seus pais ou professores, de modo que não são mais as pessoas para quem o sistema educacional foi projetado para ensinar. Assim, ensinar no século 21 significa encorajar a tomada de decisão, envolvendo os alunos ao perguntar-lhes como eles próprios ensinariam e direcionando discussões em sala de aula. Os professores precisam abordar dois tipos de conteúdo: legado e futuro. O conteúdo legado inclui habilidades do currículo tradicional, como leitura, redação, aritmética e raciocínio lógico. Já o conteúdo futuro é digital e tecnológico: além de incluir robótica e outros assuntos, engloba também ética e sociologia.

O fator **experiência** envolve a aplicação do conteúdo em um ambiente experimental, considerado pelos alunos como um espaço seguro (BOWEN, 1987 *apud* KEYS e WOLFE, 1990). De acordo com Walker *et al.* (2008), as universidades fornecem conceitos, suporte intelectual e um local seguro, onde os futuros profissionais podem experimentar, falhar (se necessário) e aprender a lidar com situações de ambiguidade e complexidade, semelhantes às que encontrarão na prática. Porém, segundo Ojiako *et al.* (2011), aqueles que esquematizam a ementa curricular devem atentar-se para o uso de parâmetros pedagógicos que surgiram graças ao conhecimento e à experiência dos alunos de hoje com a tecnologia: tais parâmetros devem levar em conta questões como empatia e emoção. As instituições de ensino superior devem reavaliar a forma como integram dois componentes-chave: habilidades transferíveis e aprendizado virtual (*e-learning*). Como resultado, elas alinharão seu potencial de ensino às necessidades e expectativas dos estudantes desta nova geração.

Por fim, o fator **feedback** consiste em obter respostas para as ações tomadas e uma relação entre o desempenho em cada fase e seu resultado subsequente. Deve haver um tempo de processamento apropriado e um sumário claro, o qual forneça um mapa cognitivo para compreensão da experiência (BOWEN, 1987 *apud* KEYS e WOLFE, 1990). De acordo com Serrano *et al.* (2012), os educadores de hoje precisam aprimorar seus métodos de avaliação e obter respostas em tempo real sobre o progresso de qualquer ação educacional. Por esta razão, um componente central das teorias de aprendizagem é o *feedback*, pelo fato de este contribuir para o suporte ao alcance do aprendizado individual e para o aumento da motivação dos alunos (PUENTE, VAN EIJCK e JOCHEMS, 2012).

Dihoff, Brosvic e Epstein (2003) apresentaram em sua pesquisa resultados quantitativos que evidenciam consistentemente que um *feedback* imediato não só avalia o aluno, mas também o ensina, ao promover interferências proativas, permitindo-lhe responder até acertar – o que possibilita uma melhor correção de estratégias inicialmente imprecisas. Esta técnica de *feedback* imediato é conhecida pela sigla em inglês IF-AT: *Immediate Feedback Assessment Technique*, termo traduzido livremente como Técnica de Avaliação por *Feedback* Imediato. Um exemplo de formulário IF-AT pode ser visualizado na Figura 2.1. Registros indicam que esta ferramenta funciona melhor em estudos aplicados do que em estudos laboratoriais. Consiste em uma folha com linhas compostas por espaços retangulares para múltipla escolha (A, B, C, D, E). Os participantes devem raspar a cobertura de um dos retângulos para registrar sua resposta. Se aparecer um símbolo abaixo da cobertura (por exemplo, uma estrela), isso

indica que o aluno fez a escolha correta. A ausência do símbolo fornece *feedback* imediato de que uma escolha errada foi feita e o aluno deve voltar às opções até descobrir a resposta certa (DIHOFF, BROSVIC e EPSTEIN, 2003).

Dihoff, Brosvic e Epstein (2003) concluíram que a técnica IF-AT transforma o papel do aluno de coletor passivo de informações em alguém que demonstre ativamente suas habilidades e conhecimento. Acredita-se que quanto mais cedo informações corretivas são fornecidas, maior a probabilidade de retenção eficiente de material verbal e habilidades motoras, pois a técnica exige que, ao errar, o aluno revise a pergunta, considere porque sua resposta inicial foi incorreta, revise as alternativas remanescentes, e continue a responder até encontrar a opção certa, em um procedimento de autocorreção.

**Técnica de Avaliação por *Feedback* Imediato (IF AT)**

NOME \_\_\_\_\_ TESTE N° \_\_\_\_\_  
 DISCIPLINA \_\_\_\_\_ NOTA \_\_\_\_\_

**Raspe a cobertura para expor a resposta**

	A	B	C	D	E
1.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
2.	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4.	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
5.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
6.	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
7.	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
8.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
9.	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Figura 2.1 – Amostra de formulário da Técnica de Avaliação por *Feedback* Imediato

Fonte: Dihoff, Brosvic e Epstein (2003)

Michaelsen, Fink e Knight (1997, p. 379) apoiam a utilização da técnica para *feedback* imediato ao afirmar que “quanto mais imediato o *feedback*, maior seu valor para o aprendizado [dos alunos] e para a coesão do grupo [de aprendizes]”.

### 2.1.2. O Novo Perfil de Aluno e os Consequentes Impactos nas Metodologias de Ensino

Prensky (2001a, 2001b) chama os professores de “imigrantes digitais”, incapazes de desenvolver o aprendizado na linguagem e velocidade que seus alunos precisam, devido ao seu pequeno conhecimento sobre o mundo digital e conceitual da nova geração. Para os “imigrantes digitais”, o aprendizado não poderia (ou não deveria) ser divertido. Atualmente, se faz necessário selecionar os professores não só pelo seu conhecimento no tocante à disciplina a ser ministrada, mas também considerando como prioridades as habilidades de empatia e orientação/liderança do docente.

O mesmo autor menciona que, graças à rápida disseminação da tecnologia digital nas últimas décadas do século 20, os jovens de hoje passam suas vidas cercados por e usando computadores, *videogames*, câmeras e celulares. A média de tempo gasto em leitura de alunos americanos é de menos de 5.000 horas, ao passo em que gastam aproximadamente 10.000 horas jogando *videogames*, 10.000 horas falando em seus telefones celulares e 20.000 horas vendo televisão. Este novo ambiente fez com que eles passassem a pensar e processar informações em padrões distintos dos de seus pais ou professores.

Por conseguinte, estes novos estudantes são considerados “nativos digitais”, fluentes na língua digital dos computadores, *videogames* e Internet, e ansiosos por interatividade – ou seja, uma resposta imediata para toda e cada ação. É necessário engajar estes alunos à maneira deles: eletronicamente, por meio do que as crianças chamam de *gameplay* (PRENSKY, 2006). Este termo em inglês engloba os aspectos táticos de um jogo de computador, como seu enredo ou a maneira como é jogado.

Nós ouvimos os professores se queixarem frequentemente do pequeno intervalo de tempo em que os nativos digitais mantêm sua atenção [...]. Do ponto de vista dos nativos, seus instrutores, imigrantes digitais, fazem com que não valha a pena prestar atenção em sua educação, quando comparada a qualquer outra coisa que eles experimentam e que, de fato, lhes interessa [...]. Não há razão para uma geração que consegue memorizar mais de cem personagens Pokémon, com todas suas características, história e evolução, não ser capaz de aprender nomes, populações, capitais e relacionamentos de todas as nações do mundo. Depende apenas de como isso é apresentado [...]. Não é que os nativos digitais não conseguem prestar atenção: eles escolhem não fazê-lo (PRENSKY, 2001a, p. 5).

De acordo com Prensky (2006), é fundamental para os professores “ir mais rápido” e incorporar nas salas de aula a mesma combinação de objetivos desejáveis, escolhas

interessantes, *feedback* imediato e útil, e oportunidades para melhoria que envolvem as crianças em seus jogos computacionais favoritos. Ojiako *et al.* (2011) corroboram esta ideia, afirmando que:

[Há] a necessidade de novas perspectivas de pedagogia a serem complementadas pelas experiências desejadas pelo aluno [...]. Aprendizizes, estruturas organizacionais, elementos e limitações devem ser desafiados (e mudados) para incluir processos de interatividade social [...]. Há também a necessidade de ouvir as prioridades e expectativas dos alunos e adotar novas formas de ensinar [...] [que encorajarão] o envolvimento proativo do aluno (OJIAKO *et al.*, 2011, p. 276).

Por esta razão, Prensky (2001a) e Ojiako *et al.* (2011) acreditam que ensinar os “nativos digitais” envolve uma revisão, tanto do conteúdo a ser ensinado, quanto das metodologias de ensino utilizadas.

### **2.1.3. Metodologias Ativas de Ensino**

Santos (2010) aponta que o modelo educacional seguido pela maioria das escolas no ensino presencial é de transmissão de conhecimento do professor para o aluno. É um ensino centrado no conteúdo e, portanto, no professor. Contudo, durante muito tempo confundiu-se "ensinar" com "transmitir", o que levou a alunos com expectativas de educação superior diferentes da educação que eles atualmente recebem (MORATORI, 2003; OJIAKO *et al.*, 2011; PRENSKY, 2001a, 2001b, 2006).

Por esta razão, compreender a experiência de aprendizado do aluno capacitará as instituições de ensino a endereçar mais eficientemente fatores pedagógicos dentro de suas disciplinas (OJIAKO *et al.*, 2011). Black e Wiliam (1998) ratificam que os professores devem adaptar seus métodos de ensino e avaliação conforme as necessidades dos estudantes.

Há, portanto, uma tendência de se passar para um ensino centrado no aluno, no qual os interesses, as aptidões e o ritmo de aprendizagem dos estudantes transformam o sentido do que se entende por material pedagógico (MORATORI, 2003; PUENTE, VAN EIJCK e JOCHEMS, 2012).

Tais alterações colocam o aluno na posição de aprendiz independente, capaz de extrair seu próprio significado a partir da interpretação da informação que recebe. O estudante passa a ser

visto como um cliente, e não como um receptor passivo (WEGNER *et al.*, 1999 *apud* OJIAKO *et al.*, 2011) e o professor atua como um gerador de situações estimuladoras e eficazes (MORATORI, 2003).

É neste contexto que se torna relevante expor algumas das principais teorias de aprendizagem – o que será feito a seguir.

### 2.1.3.1. Aprendizagem Baseada em Equipes

Conhecido também pelo termo em inglês *Team-Based Learning*, este tipo de aprendizagem usa de atividades e trabalhos em grupo para alcançar o desenvolvimento dos alunos em termos de domínio sobre conceitos básicos e de suas habilidades de pensamento e resolução de problemas (MICHAELSEN, FINK e KNIGHT, 1997).

Segundo Michaelsen, Fink e Knight (1997), educadores e líderes frequentemente relatam três problemas que reduzem dramaticamente a eficácia de atividades voltadas para a aprendizagem em pequenos grupos. O principal deles é que, usualmente, um ou dois indivíduos dominam as discussões a ponto de as ideias dos demais membros, mais tímidos ou introvertidos, serem ignoradas. Além disso, os grupos costumam ter dificuldades para focar na tarefa por se ocuparem demais com detalhes irrelevantes. O terceiro problema ocorre quando os grupos relatam os resultados de seu trabalho para toda a classe: mesmo quando há um alto nível de engajamento dentro dos pequenos grupos, discussões subsequentes com a turma geralmente fracassam. De acordo com a experiência dos autores, estes problemas são, na verdade, sintomas resultantes de tarefas em grupo pobremente concebidas.

Por isso, a fim de criar um ambiente em grupo que contribua para a ampla participação e para o abrangente aprendizado dos membros, há quatro variáveis-chave que precisam ser gerenciadas pelos docentes (MICHAELSEN, FINK e KNIGHT, 1997):

- **Assegurar responsabilidades individuais:** a ideia é fornecer uma tarefa individual, seguida por uma tarefa em grupo. Esta primeira variável envolve exigir dados de entrada de cada membro do grupo, fazendo com que aqueles que não contribuam sejam vistos de forma negativa. Isso pode ser feito entregando uma folha para cada

um, dando-lhes alguns minutos para pensar em questões relacionadas à tarefa, para só depois promover a discussão em grupos.

- **Motivar a interação intensa dentro do grupo:** as tarefas a serem executadas não podem ser completadas com trabalho individual e independente, pois isso reduz a coesão do grupo. Se as tarefas forem fáceis demais, não demandarão interação do grupo; se exigirem muita escrita, também não promoverão o aprendizado de todos (já que escrever é, inerentemente, uma atividade individual). A regra de ouro é propor tarefas que exijam que os membros tomem uma decisão concreta, com base na análise de um problema complexo. Tarefas assim possibilitam que os alunos utilizem uma ampla gama de habilidades intelectuais, como: reconhecimento e definição de conceitos, capacidade de diferenciação, e aplicação de princípios e procedimentos.
- **Facilitar *feedback* externo de desempenho:** quando os grupos não têm como saber se estão se saindo bem ou não na execução da tarefa proposta, os membros tendem a enfrentar estresse ao trabalharem uns com os outros. Por isso, segundo os autores, a força mais poderosa para o desenvolvimento da coesão do grupo é a presença de uma influência de fora, que seja percebida como uma ameaça aos objetivos dos membros e/ou ao bem-estar do grupo. Assim sendo, fornecer dados de desempenho que permitam comparações com outros grupos é uma ferramenta útil para o alcance da coesão.
- **Recompensar o sucesso do grupo:** “muito embora fosse desejável que os alunos completassem suas atividades em grupo por amor ao aprendizado, se nós falharmos ao criar uma situação na qual fazer um bom trabalho enquanto grupo produz algum efeito significativo, nós estamos [...] pedindo a eles que se comportem irracionalmente” (MICHAELSEN, FINK e KNIGHT, 1997, p. 379). Uma alternativa para isso é incluir o desempenho do grupo na composição da nota final, mas os autores acreditam que a melhor recompensa é a necessidade humana básica por validação social. Todos querem sentir que podem oferecer algo de valor para os outros: logo, criando uma situação na qual o resultado do trabalho em grupo será examinado e desafiado por pares de outros grupos, cria-se um ambiente que promove não só a coesão do grupo, mas também o aprendizado.

Esta metodologia de ensino, de acordo com Michaelsen, Fink e Knight (1997), propõe apresentar um problema complexo para os alunos analisarem em grupo e tomarem uma decisão. Esta é também, basicamente, a ideia por trás da próxima abordagem.

### **2.1.3.2. Aprendizagem Baseada em Problemas**

Conhecido também pelo termo em inglês *Problem-Based Learning*, este tipo de aprendizagem baseada na resolução de problemas aproveita situações e problemas da vida real em que os alunos, com o apoio do professor, desenvolvem competências ao discutir soluções. Essa teoria é tratada como construtivista, pois são os próprios alunos que constroem seus próprios significados e pontos de vista do conhecimento, assumindo uma postura ativa, a qual facilita a absorção da informação (SANTOS, 2010).

O autor afirma que o ensino centrado na resolução de problemas tem o intuito de descobrir um problema profissional para se trabalhar de uma maneira realista. Neste tipo de pedagogia, a estruturação da aprendizagem está ligada com inclinação pessoal, interesses, experiência ou curiosidade do aluno, criando conhecimentos integrados. Ao fim, espera-se que os alunos surjam com ideias de como os conhecimentos adquiridos podem ser aplicados na prática.

Nas palavras de Dias, Turrioni e Silva (2012), a Aprendizagem Baseada em Problemas pode ser definida como uma estratégia pedagógica centrada no aluno, que ensina por meio da apresentação de problemas que os discentes poderão encontrar na vida real, em suas carreiras profissionais. Nesta abordagem, os alunos são responsáveis por sua própria aprendizagem e o papel do professor passa a ser de um facilitador. A Aprendizagem Baseada em Problemas procura garantir aos alunos a compreensão dos fatos, em vez da simples memorização de conceitos. Além de transmitir informação, favorece o desenvolvimento de habilidades como trabalho em equipe, resolução de problemas, liderança, entre outras.

A próxima abordagem utiliza estes mesmos conceitos pedagógicos da Aprendizagem Baseada em Problemas, embora, de acordo com Puente, Van Eijck e Jochems (2012), os problemas sejam apresentados em forma de projetos.

### 2.1.3.3. Aprendizagem Baseada em Projetos

Conhecido também pelos termos em inglês *Project-Based Learning* ou *Design-Based Learning*, este tipo de aprendizagem é uma abordagem educativa fundamentada nos processos de investigação e raciocínio para gerar artefatos inovadores, sistemas e soluções. O professor também atua como um facilitador, provocando os alunos com perguntas, modelando a busca por informações, encorajando o processo de reflexão e estimulando os alunos a explorarem suas formas de raciocínio (PUENTE, VAN EIJCK e JOCHEMS, 2012).

A fim de identificar quais os principais aspectos de projetos reais que os alunos encontrarão em sua prática profissional, Puente, Van Eijck e Jochems (2012) conduziram uma revisão de literatura com mais de cinquenta estudos relacionados especificamente ao ensino superior de Engenharia. Foram identificadas nove características organizadas em quatro dimensões, as quais são apresentadas no Quadro 2.1.

Quadro 2.1 – Dimensões e características relevantes para projetos aplicados no ensino da Engenharia (continua)

DIMENSÕES	CARACTERÍSTICAS	DEFINIÇÃO
<b>Características do projeto</b>	Em aberto ( <i>open end</i> )	Não há uma única solução e não são fornecidas especificações: a consultoria e os questionamentos contribuirão para chegar a uma especificação completamente desenvolvida. Os alunos devem buscar alternativas e soluções.
	Experimentação / experiências práticas	Os alunos conduzem experimentos e aprendem a partir das repetições. A reflexão é encorajada com base na experiência.
	Ambientes de aprendizado autênticos e baseados na vida real	O professor assume o papel de um cliente e, ao mesmo tempo, de um consultor. Já os alunos são a equipe de projetos de uma empresa, gerenciando os processos como se fossem especialistas.
	Multidisciplinaridade	Integração do conteúdo com diferentes disciplinas.
<b>Métodos de avaliação</b>	Avaliação formativa	Apresentações ou relatórios semanais, pontos de checagem intermediários com base nas entregas parciais.

Fonte: adaptado de Puente, Van Eijck e Jochems (2012)

Quadro 2.1 – Dimensões e características relevantes para projetos aplicados no ensino da Engenharia (continuação)

<b>DIMENSÕES</b>	<b>CARACTERÍSTICAS</b>	<b>DEFINIÇÃO</b>
<b>Métodos de avaliação</b>	Avaliação somativa	Avaliação de pares e autoavaliação, envolvimento de representantes da indústria na avaliação, exames.
<b>Contexto social</b>	Aprendizagem colaborativa	Trabalho em equipe, comunicação entre pares, motivação por meio da competição.
<b>Papel do professor</b>	Treinamento em tarefa, processo e autoavaliação	O professor deve desafiar os alunos fazendo perguntas e esclarecendo conceitos por meio de questionários <i>online</i> antes da aula, além de avaliar as entregas parciais e estimular a avaliação do processo e a autorreflexão.

Fonte: adaptado de Puente, Van Eijck e Jochems (2012)

Muito embora estes aspectos se baseiem em estudos apenas na área de Engenharia, estas dimensões e características podem ser aplicadas a quaisquer projetos voltados para o ensino, pois revelam maneiras de preparar os alunos de forma prática para o cenário que encontrarão, mais adiante, nas empresas (PUENTE, VAN EIJK e JOCHEMS, 2012).

Capacitar os estudantes para compreender as complexidades de situações reais é, em suma, o objetivo da adoção de metodologias ativas de ensino e, igualmente, é um dos propósitos da próxima teoria a ser apresentada.

#### **2.1.3.4. Aprendizagem Baseada em Jogos**

Tendo em vista que esta é a metodologia de ensino enfatizada nesta dissertação, a Aprendizagem Baseada em Jogos, ou *Game-Based Learning*, será tratada de maneira pormenorizada na seção seguinte.

## **2.2. Aprendizagem Baseada em Jogos**

A disseminação de conhecimento ocorre quando uma experiência, habilidade ou percepção de uma pessoa é adequadamente reconstruída por outro indivíduo a partir de uma ação de

comunicação face a face ou pela interação com uma mídia, a qual pode possibilitar a transferência de conhecimentos por meio de tecnologias de comunicação. Logo, os jogos educacionais são considerados um tipo de mídia usada para disseminar conhecimentos (SCHWARTZ, 2006).

É sabido que muitos criticam os jogos para ensino e aprendizagem, mas se alguns desses jogos não disseminam conhecimento, isso não é por serem jogos ou porque a Aprendizagem Baseada em Jogos é uma prática que deixa a desejar. Mas, sim, porque estes jogos, em particular, foram mal projetados (PRENSKY, 2001b).

De acordo com Mayer (2005), um dos maiores problemas em todas as maneiras tradicionais de aprendizado é manter os alunos motivados o suficiente e prendê-los no processo de aprendizado até o fim da lição, do curso, do semestre... Para Prensky (2003) os professores e educadores nos dias de hoje raramente são tão eficientes quanto poderiam ser no tocante ao aspecto motivacional – o que é uma barreira para conseguir alunos altamente estimulados a aprender.

Em contrapartida, os desenvolvedores de jogos têm se especializado nos últimos anos no comprometimento e envolvimento do jogador, alcançando uma atitude desejada também para os alunos: interessada, competitiva, cooperativa, orientada a resultados e à busca ativa por informações e soluções. Por esta razão, estabelecer a sinergia entre as métricas de um jogo e as estratégias pedagógicas exige alinhar os diferentes conhecimentos e abordagens de educadores e desenvolvedores de jogos (PRENSKY, 2003).

É a partir destes argumentos que surge a Aprendizagem Baseada em Jogos, conhecida também pelo termo em inglês *Game-Based Learning*, misturando o conteúdo instrucional com características de um jogo. Seus objetivos são (MAYER, 2005):

- Tornar o aprendizado significativo para os alunos;
- Criar uma cultura de aprendizagem que corresponda aos objetivos e estilos de aprendizagem dos alunos;
- Criar ambientes de aprendizagem que ativamente envolvam os estudantes no problema e os capacitem para compreender uma situação complexa;

- Fornecer uma experiência recompensadora.

A Aprendizagem Baseada em Jogos tem sido tratada na literatura também por *gamification* (ou *gamificação*, em uma tradução direta). Este termo tem sido igualmente utilizado, desde 2008, para se referir ao processo que objetiva proporcionar experiências práticas e aumentar o engajamento, por meio da utilização de elementos de jogos em contextos com outras propriedades (HUOTARI e HAMARI, 2012; LEE e HAMMER, 2011).

Lee e Hammer (2011) mencionam que, para verdadeiramente ajudar os alunos a aprenderem melhor e se interessarem mais pelos estudos, é fundamental: (1) avaliar quais são os benefícios e desvantagens da *gamificação*; (2) explorar implementações atuais e possibilidades futuras, e (3) compreender melhor a fundamentação teórica por trás desta metodologia. Estas iniciativas apontadas como relevantes pelos autores justificarão os aspectos abordados a seguir.

### **2.2.1. Vantagens na utilização de jogos educacionais**

Os jogos educacionais podem ser utilizados em vários níveis de ensino, desde a pré-escola até cursos de graduação, especializações e cursos corporativos (SAVI e ULBRICHT, 2008). Em especial, há um grande volume de evidências de que os jogos para educação infantil, quando bem projetados, de fato geram conhecimento por meio da busca pelo comprometimento e participação das crianças (PRENSKY, 2001b).

Para Mungai, Jones e Wong (2002), os jogos no processo de ensino funcionam como ferramentas para conectar os alunos ao conhecimento, a conceitos-chave, a fatos e a processos. Lee e Hammer (2011) afirmam que a *gamificação* fornece às instituições de ensino uma ferramenta para resolução de alguns problemas enfrentados recentemente, como aqueles relacionados à motivação e ao engajamento dos estudantes.

Moratori (2003), em seu trabalho intitulado “Por que utilizar jogos educativos no processo de ensino aprendizagem?”, afirma que os jogos contribuem ao estimular o interesse do aluno, ajudando-o a construir suas novas descobertas, desenvolver e enriquecer sua personalidade, e

simbolizam um instrumento pedagógico que leva o professor à condição de condutor, estimulador e avaliador da aprendizagem.

Epper, Derryberry e Jackson (2012) relatam que jogos e aprendizado têm mantido uma relação simbiótica ao longo da história. Keys e Wolfe (1990) mencionam que muitos oficiais militares na década de 30 treinaram com jogos de guerra e na década seguinte passaram a usar seu treinamento militar para gerenciar questões civis. Quando a Apple Computer lançou o jogo educativo *Lemonade Stand* para o Apple II em 1979, educadores e empresas de software validaram jogos de computador como uma nova forma de engajar alunos. Porém, apenas em 2003, quando James Gee destacou os muitos benefícios dos *videogames* para o aprendizado, os jogos passaram a gozar de atenção e apoio crescente como um meio poderoso para o ensino (EPPER, DERRYBERRY e JACKSON, 2012).

De acordo com Mayer (2005), os jogos proporcionam uma experiência ativa e de imersão. Ao jogar, os alunos veem e fazem, em vez de ler e ouvir, completando níveis de dificuldade crescentes. Os estudantes se envolvem pessoalmente no que estão fazendo e, desse modo, estão mais motivados a reter o que aprenderam. O autor cita que participar de um jogo consiste em seguir regras e procedimentos, e compreender princípios subjacentes, já que o uso de conteúdo educacional em formatos de jogo tem a vantagem de seguir o curso de aprendizado natural das crianças – as quais aprendem em sua infância brincando com outros, num processo de desenvolvimento social e cognitivo. Serrano *et al.* (2012) afirmam que os jogos educacionais representam um ambiente ideal para capturar interações mais detalhadas e diversificadas entre os alunos.

Alguns dos benefícios na utilização de jogos educacionais são:

- Interatividade, *feedback*, competição saudável e colaboração (MUNGAI, JONES e WONG, 2002);
- Oportunidade de experimentação ativa (LEE e HAMMER, 2011);
- Desenvolvimento integral e dinâmico nas áreas afetiva, linguística, social, moral e motora (MORATORI, 2003);
- Construção de autonomia, criatividade e responsabilidade (MORATORI, 2003);

- Desenvolvimento de habilidades cognitivas, como memória, resolução de problemas e percepção crítica (BALASUBRAMANIAN e WILSON, 2006);
- Customização da experiência a partir da compreensão sobre preferências e estilo de aprendizagem do aluno (EPPER, DERRYBERRY e JACKSON, 2012).

A Lightspan Partnership, criadora de jogos de PlayStation para reforço escolar, conduziu estudos em mais de 400 distritos escolares individuais e os resultados encontrados foram encorajadores: aumentos de 24% nos níveis de vocabulário e de 25% em artes da linguagem. Já os registros para resolução de problemas matemáticos foram 51% superiores aos grupos de controle, enquanto que no quesito procedimentos e algoritmos matemáticos, aqueles que aprenderam por meio de jogos pontuaram 30% a mais (PRENSKY, 2001b).

Prensky (2003) afirma que, superficialmente, os jogadores aprendem a pilotar um avião, ser um operador de um parque de diversões, lutar em uma guerra, entre outros. Mas em níveis mais profundos, eles aprendem mais: aprendem a tomar decisões rapidamente, a extrair informações de diversas fontes, a criar estratégias para superar obstáculos, a compreender sistemas complexos por meio de experimentação, a colaborar com outras pessoas. A ausência de rede de contatos, que impunha uma concha de isolamento de apenas um jogador, ficou para trás.

## **2.2.2. Tendências favoráveis à expansão da Aprendizagem Baseada em Jogos**

A adoção da Aprendizagem Baseada em Jogos ainda não está largamente estendida a todas as instituições de ensino. Assim sendo, existem algumas tendências que direcionarão a expansão desta metodologia:

### **2.2.2.1. Expectativas dos alunos**

A maioria dos alunos são “nativos digitais” e cresceram com jogos de computador, enxergando neles oportunidades de aprendizado. Os jovens demonstram preferência por jogos, pois gostam de objetivos, pontuação, efeitos de áudio e imprevisibilidade (EPPER, DERRYBERRY e JACKSON, 2012; KEYS e WOLFE, 1990; MAYER, 2005).

### **2.2.2.2. Integração de jogos e simulação**

Os jogos são baseados não apenas em uma representação, mas também em uma estrutura conhecida como simulação. A simulação carrega um elemento competitivo intrínseco, que é a marca registrada de um jogo. Simular é modelar um sistema por meio de outro que mantenha algum dos comportamentos do sistema original. Um ambiente experimental simulado é uma situação simplificada e artificial que contém ilusão de realidade suficiente para que o modelo reaja a certos estímulos, contribuindo para que os jogadores induzam “respostas de mundo real” (FRASCA, 2003).

### **2.2.2.3. Dados analíticos**

Por serem uma sucessão de interações, os jogos geram um montante de dados transacionais que permitem um entendimento sobre o sucesso ou fracasso do aluno, bem como sobre suas preferências para o trabalho em equipe, seu estilo de aprendizagem... Instituições com a capacidade de analisar em tempo real estes dados e integrá-los a outras fontes de dados estarão na vanguarda de uma oportunidade de customizar a experiência de aprendizagem do aluno a um grau sem precedentes (EPPER, DERRYBERRY e JACKSON, 2012; KEYS e WOLFE, 1990; MAYER, 2005).

### **2.2.2.4. Dispositivos móveis**

De abril de 2009 a janeiro de 2012, a posse de *tablets* dentre os americanos adultos cresceu de dois para 29%. Estes dispositivos (como serviços de localização e realidade aumentada) engrandecem a experiência da Aprendizagem Baseada em Jogos, uma vez que atraem e engajam os alunos de forma significativa (EPPER, DERRYBERRY e JACKSON, 2012; KEYS e WOLFE, 1990; MAYER, 2005).

### **2.2.2.5. Predomínio crescente da mídia social**

Já que as ferramentas de mídia social têm se integrado cada vez mais com a educação, seu uso na Aprendizagem Baseada em Jogos é inevitável. Dois terços dos usuários de Internet acessam sites de rede social. Jogos sociais estão entre os usos mais populares da mídia social, com mais de 98 milhões de jogadores nos Estados Unidos da América, em 2011 (EPPER, DERRYBERRY e JACKSON, 2012; KEYS e WOLFE, 1990; MAYER, 2005).

### 2.2.3. Desafios na adoção da Aprendizagem Baseada em Jogos

Há ainda barreiras para a expansão da prática da Aprendizagem Baseada em Jogos. Alguns motivos para os jogos educacionais não atingirem as expectativas dos educadores e alunos são (EPPER, DERRYBERRY e JACKSON, 2012; KIRRIEMUIR e MCFARLANE, 2004):

- Barreiras culturais;
- Ausência de suporte da faculdade/universidade;
- A maioria dos jogos são o que se chama de produtos “*homegrown*” (“crescidos” ou “produzidos em casa”), que não se permitem ser adotados em outras instituições;
- Não há um canal estabelecido para publicação e distribuição dos jogos educacionais. Para educadores que não sejam capazes de fazer seu próprio projeto de jogo, pode ser proibitivo o tempo necessário para encontrar jogos adequados para seus cursos e para descobrir como incorporá-los em suas aulas. Além disso, a ausência de uma via comum para acesso dificulta a avaliação, o rastreamento e a análise dos jogos desenvolvidos;
- É desafiador projetar uma experiência de jogo que seja acessível a todos os estudantes, independente da habilidade física, e que apresente uma história que garanta o comprometimento do aluno;
- Atividades pouco diversificadas e repetitivas, focando apenas em uma única habilidade ou em um único conteúdo: o desenvolvimento de um jogo requer competências múltiplas;
- Mensuração do impacto nos alunos: é fácil perder de vista o aprendiz em meio a tantas complexidades técnicas da Aprendizagem Baseada em Jogos;
- O custo de desenvolvimento de um curso completamente baseado em jogos pode ser proibitivo para algumas faculdades e universidades, devido à infraestrutura e aos equipamentos em Tecnologia da Informação necessários para promover o sucesso do programa;
- Atualização e gestão do conteúdo utilizado nos jogos: à medida que uma nova tendência tecnológica surja, o conteúdo deve ser atualizado para que seja mantida a qualidade acadêmica do programa educacional. É agravante a simplicidade de muitos jogos educacionais, não atendendo às expectativas dos alunos (já habituados à sofisticação de jogos de entretenimento);

- Incompatibilidade da duração dos jogos com o horário de uso de laboratórios ou das aulas em si.

Por esta razão, segundo Epper, Derryberry e Jackson (2012), para o desenvolvimento de uma estratégia institucional ampla, os líderes devem começar a pensar no longo prazo – num horizonte de três a cinco anos – e comprometer seus recursos dentro deste período de tempo. Para demonstrar engajamento e suporte à Aprendizagem Baseada em Jogos, as instituições devem: articular uma estratégia claramente definida; estabelecer um centro de excelência; e acumular doações e incentivos para inovar na Aprendizagem Baseada em Jogos. Estas práticas já são uma realidade em universidades americanas, como a Universidade da Flórida Central, a Universidade Estadual da Pensilvânia e a Universidade do Colorado.

#### **2.2.4. Fatores influentes na medição da eficiência de jogos educacionais**

Randel *et al.* (1992) identificaram variáveis que podem afetar os resultados de estudos realizados para medir a eficiência de jogos quanto à disseminação do conhecimento. São elas: personalidade, estilo cognitivo de aprendizagem, gênero dos jogadores, habilidade acadêmica e habilidade com jogos.

Como exemplo, cabe citar o trabalho de Mayer (2005), que notou a existência de diferenças quanto a preferências e objetivos conforme o gênero do jogador e sua personalidade: as estudantes mulheres jogam com o objetivo de completar etapas ou fases; apreciam características de diversão (como quebra-cabeças); gostam de personagens realistas e familiares que contem uma história; e jogos que resolvam questões emocionais. Por outro lado, os estudantes homens jogam com o objetivo de vencer; preferem jogos de aventura/simulação/violentos; e jogos que resolvam conflitos.

Já Ojiako *et al.* (2011) focaram sua pesquisa em habilidades e estilo cognitivo de aprendizagem. O estudo dos autores foi realizado com 194 alunos de duas universidades do Reino Unido acerca de aspectos no ensino de Gestão de Projetos. Os resultados apontaram que, com relação a habilidades transferíveis (as quais possibilitam lidar melhor com as complexidades de projetos reais), não há diferenças na importância a elas atribuída pelos alunos em termos de gênero, experiência acadêmica anterior na disciplina e programa atual de

estudo. Entretanto, no tocante ao aprendizado virtual, verificou-se que os estudantes homens o percebem como mais importante do que as estudantes. Igualmente, os ambientes de aprendizado virtual foram apontados como mais cruciais para alunos sem experiência acadêmica anterior em Gestão de Projetos e também para estudantes menos habilidosos no gerenciamento independente de seus estudos.

Além destas variáveis, outro fator relevante ao medir a eficiência de jogos educacionais diz respeito ao modo de avaliação do progresso da aprendizagem dos alunos. Savi (2011) aponta que saber como fazer isso é uma das justificativas para a inibição por parte dos professores no uso de jogos, em especial no uso *online* ou no caso de turmas com muitos estudantes.

É importante que o uso de jogos seja suficientemente avaliado para que outros professores tenham evidências e garantias de seus benefícios para compensar os esforços envolvidos em adotá-los (NAVARRO e VAN DER HOEK, 2007). Assim sendo, este será o tema da próxima seção.

### **2.3. Avaliação de Jogos Educacionais**

Nas palavras de Navarro e Van Der Hoek (2007), apesar de os jogos atraírem a atenção dos professores e apresentarem características que podem aprimorar as práticas pedagógicas, a Aprendizagem Baseada em Jogos só será eficiente se o progresso da aprendizagem dos estudantes for devidamente acompanhado e avaliado. É neste sentido que um modelo de avaliação de jogos educacionais cumpre seu papel no que tange à averiguação sobre níveis de motivação, experiência e aprendizagem dos alunos (SAVI e ULBRICHT, 2008).

Tipicamente, as avaliações de jogos são feitas a partir de técnicas de coleta de dados baseadas na percepção dos alunos, como questionários e entrevistas. Mas há também técnicas de coleta de dados realizadas por meio de experimentos com testes de avaliação dos conhecimentos dos alunos, aplicados antes e depois do uso do material oferecido aos estudantes. No entanto, em comparação com avaliações focadas na percepção dos alunos, as técnicas que utilizam testes são mais complexas e demandam mais tempo para serem aplicadas (MOODY e SINDRE, 2003 *apud* SAVI, 2011).

### 2.3.1. Características necessárias a jogos educacionais de qualidade

Ao analisar os atributos e as características de jogos que podem justificar sua inserção em situações de ensino, Moratori (2003) detectou que o jogo representa uma atividade lúdica, que deve envolver o desejo e o interesse do jogador, abrangendo aspectos de competição e desafio. Esta constatação vai ao encontro do pensamento de outros autores:

Um dos aspectos que definem uma experiência com jogos é que esta é voluntária e realizada a partir de motivação intrínseca. Se, no entanto, tenta-se direcionar a tomada de decisão do jogador, de maneira a reduzir sua capacidade de livre escolha, então o projeto [do jogo] foge do que caracteriza fundamentalmente uma experiência com jogos (HUOTARI e HAMARI, 2012, p. 3).

Lee e Hammer (2011) corroboram esta afirmação: os jogos devem oferecer múltiplas rotas para o sucesso, permitindo aos alunos escolher seus próprios subobjetivos dentro da tarefa mais abrangente que lhes é solicitada – isso sustentará sua motivação e seu engajamento. Para estes autores, os jogos educacionais devem atuar em três domínios (similares aos propostos pela Taxonomia de Bloom). São eles: cognitivo, emocional e social.

Para responder ao domínio cognitivo, os jogos devem fornecer sistemas de regras complexas, para estimular a experimentação ativa e a descoberta. É a dificuldade das tarefas que manterá os estudantes potencialmente engajados. Daí a relevância de se projetar os desafios de um jogo com base no nível de habilidade do jogador, aumentando a dificuldade à medida que sua habilidade se expande. Metas imediatas, as quais ao serem alcançadas garantirão recompensas imediatas, costumam funcionar como estimulantes para os aprendizes, pois eles enxergam a obtenção de benefícios no curto prazo (LEE e HAMMER, 2011).

Já no tocante ao domínio emocional, Lee e Hammer (2011) afirmam que os jogos devem fornecer experiências emocionais positivas, como otimismo e orgulho, ou curiosidade e alegria – isso leva os alunos a superarem experiências emocionais negativas, como frustração em situações de fracasso. Em muitos jogos, a única maneira de aprender como jogá-los é falhando repetidamente, aprendendo um pouco a cada fracasso. Esta característica dos jogos ratifica a relevância de tornar os ciclos de *feedback* rápidos no processo de ensino e aprendizagem: os aprendizes/jogadores podem continuar tentando até alcançar o sucesso, diminuindo seus níveis de ansiedade e sendo recompensados por seu esforço. Assim, os

alunos estarão exercitando a habilidade de resiliência: sua capacidade de superação e recuperação de adversidades.

Por fim, com relação ao domínio social, os jogos devem permitir que os alunos experimentem identidades novas e não familiares. Os jogadores gostam de assumir papéis que sejam menos explicitamente ficcionais, explorando novos lados deles mesmos no ambiente seguro do jogo. O jogo deve fornecer credibilidade e reconhecimento social para as conquistas acadêmicas, auxiliando os alunos a enxergarem diferentemente seu potencial na escola e o significado que a escola tem para eles (LEE e HAMMER, 2011).

Mayer (2005) afirma que *softwares* educacionais costumam ser preteridos pelo fato de os alunos considerarem faltar o fator “divertimento”. Giannakos (2013) avaliou o desempenho de um jogo voltado para o aprendizado de competências matemáticas dentro do programa desta disciplina no Ensino Médio. Os resultados indicam que “divertimento”, de fato, afeta positivamente o desempenho dos aprendizes, podendo ter um papel determinante com relação ao conhecimento adquirido pelo aluno.

Por outro lado, “felicidade” e “intenção de utilizar o jogo educacional” apresentaram efeito insignificante sobre o desempenho do aprendiz. A razão poderia ser o fato de que alguns estudantes de alto desempenho têm dificuldades em se envolver com jogos, resultando em baixos níveis para estes dois fatores, ainda mantendo um alto desempenho (GIANNAKOS, 2013). Este estudo sugere que aqueles jogadores que revelam alto divertimento estão mais propensos a adquirir conhecimento por meio do jogo. Por conseguinte:

Instrutores, instituições de ensino superior e escolas devem focar na natureza ‘entretenimento’ dos jogos educacionais [...], proporcionando um ambiente de aprendizagem onde o ‘divertimento’ seja sustentado e alimentado para facilitar o desempenho bem-sucedido do aprendiz com o jogo (GIANNAKOS, 2013, p. 438).

### **2.3.2. Modelo para avaliação de jogos educacionais**

Para Savi e Ulbricht (2008), um jogo de qualidade é aquele que tem objetivos educacionais bem definidos, motiva os alunos para os estudos e promove a aprendizagem de conteúdos curriculares por meio de atividades divertidas, prazerosas e desafiadoras. Não basta que um

jogo seja didaticamente adequado e promova a aprendizagem: ele também precisa ser capaz de proporcionar uma boa experiência e motivar os alunos a estudarem.

A definição do modelo de avaliação foi realizada com base em teorias da área de design instrucional e educação, como o modelo ARCS [sigla em inglês para Atenção, Relevância, Confiança e Satisfação], taxonomia de Bloom, modelo de Kirkpatrick, e em uma compilação de estudos recentes da área de experiência do usuário em jogos. Levando-se em consideração essas teorias, foi criado um instrumento para medir a qualidade dos jogos educacionais composto por três subcomponentes: motivação, experiência do usuário e aprendizagem (SAVI, 2011, p. 198).

Estes três subcomponentes são considerados variáveis latentes, ou seja, variáveis que não são diretamente observáveis, e são divididos em um total de 15 dimensões, definidas no Quadro 2.2 (SAVI, 2011):

Quadro 2.2 – Subcomponentes do constructo “reação ao jogo educacional” e suas respectivas dimensões (continua)

Subcomponentes	Dimensões	Definição da dimensão
<b>Motivação</b>	Atenção	Refere-se às respostas cognitivas dos alunos aos estímulos instrucionais. É um elemento motivacional e pré-requisito para a aprendizagem (KELLER, 1987, 2009).
	Relevância	Representa o nível de associação que os alunos conseguem perceber entre seus conhecimentos prévios e as novas informações; grau de conexão do conteúdo da aprendizagem com seu futuro profissional ou acadêmico (KELLER, 1987, 2009).
	Confiança	Relacionada a criar expectativas positivas nos estudantes, proporcionando experiências de sucesso no uso do material escolar decorrentes da própria habilidade e esforço dos alunos (KELLER, 2009; HUANG; HUANG; TSCHOPP, 2010).
	Satisfação	Os estudantes devem sentir que o esforço dedicado aos estudos foi apropriado, e isso pode vir por meio de recompensas e reconhecimento. (KELLER, 2009; HUANG; HUANG; TSCHOPP, 2010).
<b>Experiência do usuário (em jogos)</b>	Imersão	Uma experiência de profundo envolvimento no jogo, que geralmente provoca um desvio de foco, ou uma menor consciência, do mundo real para o mundo do jogo (SWEETSER; WYETH, 2005)
	Desafio	Quando desafios são superados o jogador sente alívio, realização e euforia. A satisfação do usuário vem ao se completar tarefas difíceis, derrotar oponentes, testar e desenvolver habilidades, alcançar uma meta desejada, e ao confrontar o perigo (POELS; KORT; IJSELSTEIJN, 2007; TAKATALO; HÄKKINEN; KAISTINEN, 2010).
	Competência	Está relacionada com a percepção de habilidades e uso dessas habilidades para explorar o jogo e progredir (POELS; KORT; IJSELSTEIJN, 2007).
	Divertimento	Proporcionar sentimentos de diversão, prazer, relaxamento, distração e satisfação (POELS; KORT; IJSELSTEIJN, 2007).

Fonte: adaptado de Savi (2011)

Quadro 2.2 – Subcomponentes do constructo “reação ao jogo educacional” e suas respectivas dimensões (continuação)

Subcomponentes	Dimensões	Definição da dimensão
Experiência do usuário (em jogos)	Controle *	O jogador deve ter um senso de controle sobre a interface do jogo, para explorá-lo com liberdade e no seu próprio ritmo (TAKATALO; HÄKKINEN; KAISTINEN, 2010).
	Interação Social	Relacionada com o sentimento de compartilhar um ambiente com outras pessoas e de se ter um papel ativo nele (SWEETSER; WYETH, 2005; TAKATALO; HÄKKINEN; KAISTINEN, 2010).
Aprendizagem	Conhecimento **	Habilidade de lembrar informações e conteúdos previamente abordados como fatos, datas, palavras, teorias, métodos, classificações, lugares etc. (BLOOM, 1956).
	Compreensão **	Habilidade de compreender e dar significado ao conteúdo, por meio da tradução do conteúdo compreendido para uma nova forma (oral, escrita, diagramas etc.) ou contexto (BLOOM, 1956).
	Aplicação **	Habilidade de usar informações, métodos e conteúdos aprendidos em novas situações concretas (BLOOM, 1956).
	Aprendizagem de curto prazo	Baseada nos objetivos educacionais mais imediatos de um curso, atividade ou material (MOODY e SINDRE, 2003).
	Aprendizagem de longo prazo	Busca verificar se o curso ou atividade trazem contribuição para a vida profissional (MOODY e SINDRE, 2003).

(\*) Esta dimensão é restrita a jogos digitais: controle de personagens e objetos em ambientes virtuais.

(\*\*) Estas dimensões devem ser customizadas de acordo com os objetivos educacionais de cada jogo.

Fonte: adaptado de Savi (2011)

Assim sendo, o modelo teórico para avaliação de jogos educacionais, proposto por Savi (2011), é composto pelo constructo reação, seus três subcomponentes e 15 dimensões. Segundo o autor, a qualidade do jogo como material educacional será determinada pela reação do aluno ao efeito motivador do jogo, à experiência de jogar e ao ganho de aprendizagem percebido. E é justamente aí que o autor afirma estar o ponto fraco do modelo:

O fato de a avaliação da aprendizagem ser feita com base na reação dos alunos [...] pode não capturar o efeito real do jogo na aprendizagem do aluno. Adicionalmente, a parte do modelo que avalia a capacidade de um jogo promover aprendizagem para a aplicação de conhecimentos não possibilita medir se os alunos realmente aprenderam a aplicar na prática aquilo que recém estudaram (SAVI, 2011, p. 200).

Em outras palavras, o modelo de avaliação de jogos educacionais proposto por Savi (2011) foca na percepção do aluno a respeito dos níveis de motivação, experiência do usuário e aprendizagem promovidos por um jogo. Para medir esses constructos, o autor desenvolve um questionário que aborda tais subcomponentes e suas respectivas dimensões por meio de uma série de afirmações, para as quais os participantes do jogo devem assinalar, em uma dada escala, o quanto concordam ou discordam daquela sentença. A partir disso, a análise e interpretação dos dados coletados pode ser feita via planilhas eletrônicas para comparar as frequências de todos os itens e identificar os principais pontos positivos e negativos, possibilitando verificar os aspectos que podem ser melhorados no jogo.

A Figura 2.2 resume os elementos que constituem este modelo de avaliação de jogos educacionais.

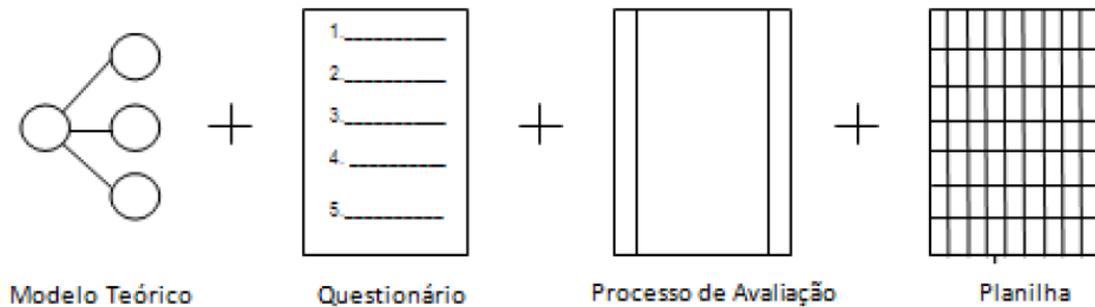


Figura 2.2 – Elementos do modelo de avaliação de jogos educacionais

Fonte: Savi (2011)

Esta dissertação pretende analisar, avaliar e aprimorar um jogo educacional voltado para o ensino dos riscos inerentes ao Processo de Desenvolvimento de Produtos. Para isso, optou-se pela utilização do questionário proposto por Savi (2011), pelo fato de se tratar de um modelo já validado e já adaptado, em 2012, para um projeto de Iniciação Científica da Universidade Federal de Itajubá (UNIFEI) aplicado juntamente aos alunos de graduação em Engenharia de Produção da mesma universidade, matriculados na disciplina de “Gestão do Processo de Desenvolvimento de Produtos”.

De modo a dar continuidade à fundamentação teórica deste trabalho, a seção seguinte apresentará o que a literatura acadêmica expõe de mais relevante acerca do ensino da disciplina de Desenvolvimento de Produtos.

## 2.4. Ensino do Processo de Desenvolvimento de Produtos

A literatura aponta que as abordagens utilizadas nos últimos anos para o ensino do Processo de Desenvolvimento de Produtos (PDP) focam na aprendizagem colaborativa e na experimentação ativa, para assegurar o desenvolvimento dos alunos em termos de conceitos básicos e de suas habilidades cognitivas. Em outras palavras, as metodologias atuais para o ensino desta disciplina são majoritariamente baseadas em conceitos da Aprendizagem Baseada em Projetos e da Aprendizagem Baseada em Equipes. A fim de ilustrar este cenário, serão expostos alguns programas.

### **2.4.1. Programa do curso de Design Industrial da Universidade de Tecnologia de Queensland (Austrália)**

Wrigley e Bucolo (2011) apresentam sua abordagem para o ensino do PDP, com base no programa ministrado no curso de Design Industrial da Universidade de Tecnologia de Queensland, localizada na cidade de Brisbane, na Austrália. Estes autores relatam que até o segundo semestre do terceiro ano, os alunos têm a educação focada em habilidades básicas e em projetos centrados nos humanos. Isso se provou fundamental para o posterior entendimento de aspectos como ergonomia, necessidades do usuário e dos processos de manufatura e design. Um pensamento universal acerca do desenvolvimento de novos produtos é que o projeto não deve apenas contemplar o panorama geral do produto, mas também ser uma proposta que permita que o produto ou serviço se torne uma realidade. Para isso, deve-se desenvolver um conceito de design viável, que atenda às necessidades do usuário, e que se torne uma proposição de valor economicamente sustentável.

Por esta razão, o objetivo educacional do programa de Wrigley e Bucolo (2011) é, em sua primeira fase, fornecer conhecimento aos alunos relativo à comercialização do projeto do produto e a qual efeito isso terá no redesign da ideia inicial. Para tanto, o primeiro passo é dividir os alunos em grupos de três ou quatro elementos para que cada um selecione uma ideia de projeto que já tenha produzido anteriormente durante o curso. As ideias selecionadas por cada membro do grupo devem ser submetidas a todos os estágios do PDP, para avaliação da ideia original. O intuito é incentivar os estudantes a aplicarem ferramentas que expandam e explorem o conceito inicial, chegando, assim, à escolha de uma única ideia, a qual será redesenhada para se tornar a solução final do grupo.

Na segunda fase do programa, os alunos desenvolvem uma estratégia para o desenvolvimento de um novo produto, onde apresentam, em duas ocasiões, o conceito em forma de um caso de negócio: a primeira ocasião é na sexta semana do curso e a outra na 14ª semana. O intuito é capturar o raciocínio e a justificativa para venda, a potenciais investidores, do projeto resultante. Os grupos devem refinar o conceito de design escolhido ao especificar estratégias de como o produto poderia entrar no mercado. Para facilitar esta fase, os professores ministram palestras e tutoriais, nos quais dão seu parecer crítico aos alunos (*feedback*). As estratégias e projetos finais são, então, lançados em um painel externo que garante *feedback* acerca da viabilidade da estratégia adotada por cada grupo (WRIGLEY e BUCOLO, 2011).

Quanto aos desafios enfrentados, Wrigley e Bucolo (2011) apontam a resistência dos alunos para aprender esta teoria, relutando em acreditar em seu valor. Os autores relatam que no início da disciplina, a atitude de alguns discentes era de que o programa não estava voltado para o que um designer industrial faz, mas sim para as funções de profissionais da área de Marketing. Foi apenas ao fim do programa que eles enxergaram o total impacto, expressando seu apreço e respeito pela teoria e pelas habilidades ensinadas.

#### **2.4.2. Programa do curso de mestrado em Design Industrial da Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto (Portugal)**

É similar à abordagem anterior aquela adotada por Fernandes *et al.* (2009) no programa de mestrado em Design Industrial da Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, em Portugal. Na disciplina de Métodos de Desenvolvimento de Produto, os professores enfatizam o papel da criatividade no desenvolvimento de produtos inovadores e afirmam que o ensino do PDP deve combinar atividades em classe e projetos de trabalho, nos quais equipes de alunos têm de identificar uma oportunidade ou necessidade de mercado e desenvolver um produto ou serviço que a(s) satisfaça. Da sua experiência como docentes em cursos de pós-graduação, os professores relatam que trabalho em equipe, juntamente com habilidades cognitivas adequadas e *feedback*, podem acelerar o desempenho criativo de equipes de desenvolvimento de novos produtos – seja em projetos desenvolvidos em um ambiente escolar/acadêmico ou naqueles desenvolvidos em um ambiente corporativo.

Especificamente em um contexto educacional, as universidades devem incorporar o ensino de métodos estruturados para o desenvolvimento de produtos, “como um meio para apoiar a criatividade e, concomitantemente, manter o controle do PDP [...]. [Isso] sem dúvida melhorará as habilidades dos estudantes, os quais irão, no futuro, tornarem-se membros de equipes de projeto em configurações corporativas” (FERNANDES *et al.*, 2009, p. 174).

De acordo com revisão de literatura realizada por Fernandes *et al.* (2009), a aplicação de métodos estruturados (ou sistemáticos) para o desenvolvimento de novos produtos envolve quatro princípios: (1) decomposição hierárquica, desmembrando o produto em semicomponentes; (2) variação sistemática, reordenando ou recombinao elementos existentes, com base em temas estabelecidos; (3) princípio da satisfação, encontrando

alternativas que levem a soluções aceitáveis; e (4) princípio da busca por soluções em uma abordagem passo-a-passo, fazendo com que o processo de resolução de problemas ocorra naturalmente.

### **2.4.3. Programa da disciplina de Desenvolvimento de Produtos do Instituto Tecnológico de Massachussetts (MIT) e da Escola de Design de Rhode Island (RISD) (Estados Unidos)**

Passando para uma terceira abordagem, Eppinger e Kressy (2002) lecionam há quase vinte anos em duas instituições americanas: Instituto Tecnológico de Massachussetts (MIT), localizado na cidade de Cambridge, e Escola de Design de Rhode Island (RISD), situada em Providence. A disciplina é oferecida a alunos de Design Industrial, Manufatura/Fabricação, Engenharia e Negócios, e os professores defendem que o desenvolvimento eficiente de novos produtos é um processo interdisciplinar, sendo esta a melhor configuração para o ensino do PDP. Este programa utiliza as seguintes ferramentas (EPPINGER e KRESSY, 2002):

- **Leituras:** atividades do livro-texto fornecem a base para um PDP estruturado e moderno;
- **Palestras:** os professores ministram palestras acerca dos passos-chave no PDP. Por exemplo: planejamento do produto, análise das necessidades do cliente, desenvolvimento do conceito, prototipagem e análise financeira. Além disso, são abordadas questões contemporâneas, como responsabilidade ambiental e propriedade intelectual;
- **Exercícios práticos:** os discentes desenvolvem exercícios em classe para construir habilidades em alguns dos passos do PDP: design de experimentos, seleção de conceito, projeto para manufatura;
- **Discussões em classe:** Eppinger e Kressy (2002) afirmam que os alunos facilmente se engajam na discussão sobre design de produto porque estão cercados de exemplos de designs bons e ruins. Segundos eles, isso possibilita aos alunos conversarem sobre suas próprias experiências, como usuários e futuros profissionais da área;

- **Estudos de caso e oradores convidados:** casos publicados pelo Design Management Institute e por outras fontes oportunizam a discussão com ênfase na aplicabilidade no mundo real dos métodos apresentados em classe. Oradores da indústria podem ser convidados para trazer novas perspectivas e exemplos convincentes;
- **Exemplos de produto:** são exibidos produtos reais em toda aula. Os discentes relatam que isso não só traz o assunto “à vida”, mas também demonstra que o design de um produto é parte das vidas cotidianas dos alunos;
- **Projetos:** os professores acreditam firmemente no valor do aprendizado experimental. Por isso, eles atuam como conselheiros ao submeter seus alunos a um projeto de desenvolvimento de produto com a duração de doze semanas. Os estudantes iniciam com um resumo do projeto na forma de uma oportunidade de mercado percebida. Cada aluno deve apresentar uma proposta de projeto no começo do programa, para que os professores selecionem projetos e formem equipes de seis a oito elementos; como a disciplina é oferecida a diversos cursos, é possível formar equipes com alunos de variadas especializações. Os times, então, exploram o mercado, desenvolvendo conceitos e selecionando um deles para detalhar e criar um protótipo. As etapas finais do projeto são o teste do produto com os clientes e a avaliação do potencial do negócio. Por fim, os projetos são exibidos em apresentações multimídia, antes de um painel com especialistas multidisciplinares;
- **Feedback:** os alunos recebem *feedback* sobre seu projeto de trabalho não só por parte dos professores, mas também de seus pares, da faculdade e de especialistas externos (EPPINGER e KRESSY, 2002).

Graham (2006) também utiliza o Processo de Avaliação por Pares (ou, em inglês, *Peer-Review Evaluation Process*) para o ensino do PDP. Sua tese menciona que esta técnica é especialmente útil para equipes diversas, com membros de várias culturas, etnias e personalidades, pois facilita identificar qual é o conhecimento de maior domínio de cada membro e, desse modo, dividir o trabalho.

Voltando ao programa de Eppinger e Kressy (2002), os professores apontam algumas das lições aprendidas:

- **Valor do processo:** a estrutura de projeto apresentada pelos professores serve de ponto de partida para cada equipe. Os docentes encorajam as equipes a experimentarem à medida que evoluem no projeto;
- **Valor de cada disciplina:** nenhum aluno possui todas as habilidades necessárias para completar todo o PDP. Por meio do projeto do programa, eles percebem a necessidade da especialização de cada um dos elementos da equipe e o valor da colaboração multifuncional;
- **Autonomia:** o projeto permite aos alunos entender que o PDP aprendido em classe, de fato, funciona e que eles têm talento para criar um produto viável – podendo extrapolar o que eles são capazes de fazer com a disponibilidade de maiores recursos quando estiverem empregados, posteriormente;
- **Impacto do design industrial:** os alunos, a partir do projeto, podem facilmente compreender o impacto do design nos produtos e nos negócios;
- **Habilidades de trabalho em equipe e comunicação:** para que todos experimentem o papel de líder da equipe, os professores sugerem a rotação da organização do trabalho entre os membros. O projeto exige que os estudantes sejam proficientes na comunicação, ao usarem uma ampla gama de representações de design, mídias e vocabulário;
- **Colaboração tecnológica:** a Internet tem trazido novas mídias. Os alunos fazem uso delas (e-mail, videoconferência, compartilhamento de arquivos etc.), o que facilita a colaboração entre os membros da equipe;
- **Gerenciamento de Projetos e Gestão de Riscos:** o projeto desafia os alunos a coordenarem pessoas semanalmente, o que desenvolve suas habilidades de decompor tarefas, alcançar um consenso e tomar decisões. Devido às restrições de tempo e

dinheiro, os alunos precisam equilibrar compensações e se tornar sensíveis ao quanto eles podem ajustar seu horizonte de tempo e seu orçamento para executar a melhor solução possível.

#### **2.4.4. Programa do curso de Engenharia Mecânica da Universidade das Índias Ocidentais (Caribe)**

Ensinar desenvolvimento de novos produtos é um processo educacional complexo, envolvendo elementos técnicos (equipamento, tecnologia e materiais) e elementos gerenciais (recursos humanos, planejamento e custos) [...] Salas de aula tradicionais enfatizam os aspectos teóricos em vez dos processos multifuncionais do desenvolvimento de novos produtos, arriscando-se a não estarem adequadas aos novos desafios e às rápidas mudanças na educação universitária. Entretanto, ensinar desenvolvimento de novos produtos envolve ensinar criatividade, o que contribui para que os alunos aumentem sua confiança e liberem novos pensamentos e ideias. Uma abordagem ativa de aprendizagem busca equilibrar teoria e prática [...], estimulando situações da vida real e facilitando a participação do aluno e o trabalho em equipe (PUN, YAM e SUN, 2003, p. 340, 350).

Pun, Yam e Sun (2003) relatam o programa incorporado em 2001 ao curso de graduação em Engenharia Mecânica da Universidade das Índias Ocidentais, no Caribe. Os professores propõem um *workshop* aos alunos cujo desafio é projetar e fabricar novos produtos, como aviões de papel, levando em consideração determinadas especificações e restrições. Além disso, devem implementar um sistema de produção efetivo que imite o ambiente competitivo do mundo real. Os objetivos do curso são: aprender a solucionar problemas ao desenvolver habilidades na prática; experimentar a construção de equipes e a tomada de decisão consensual; compreender a natureza multifuncional da disciplina; e entender a importância de gerenciar tempo e contingências. Para isso, ao longo de treze semanas, para cada 2 horas por semana de palestras sobre a teoria, os alunos devem passar outra 1 hora por semana nos tutoriais e atividades em grupo. Na última semana do curso, os alunos participam do *workshop*, realizado no campus da instituição. A equipe vencedora é aquela capaz de garantir os maiores lucros possíveis.

Quanto ao sistema de avaliação, os esforços individuais do aluno, bem como da equipe, são valorizados. Os estudantes se autoavaliam e avaliam o desempenho de colegas com base em uma lista de 26 elementos de aprendizagem, divididos em cinco categorias: liderança, comunicação, identificação e análise de problemas, tomada de decisões e planejamento. Isso favorece a percepção de cada aluno acerca de suas forças e fraquezas dentro de um time, além

de aprimorar seu conhecimento e suas habilidades ao gerenciar um projeto de desenvolvimento de um novo produto. Muitos estudantes apontaram que, a partir desta experiência, eles aprenderam a se adaptar a mudanças e a esforçar-se pelo melhor desempenho (PUN, YAM e SUN, 2003).

#### **2.4.5. Programa do curso de Engenharia Mecânica da Universidade Técnica de Lisboa (Portugal)**

Engenheiros normalmente ficam presos à política da empresa e não têm nenhuma experiência anterior sobre como ser criativos e inovadores em ambientes complexos [...]. Então, para os engenheiros recém-formados despertarem o interesse das empresas contratantes [...], eles devem ter habilidades de engenharia, de design industrial, de gestão, de comunicação e sociais, e se sentirem confortáveis em ambientes sistêmicos e interdisciplinares [...]. Essa integração, que leva a uma compreensão global do que é a engenharia [...], está ausente nas universidades. O conhecimento acadêmico é transmitido do professor para o aluno em pequenos pacotes [...] de pedaços bem definidos de ciência (SILVA, HENRIQUES e CARVALHO, 2009, p. 66, 67).

É sabido que há uma lacuna entre o que a indústria deseja de atributos em um engenheiro recém-formado e o que a universidade entrega, muito em parte porque as empresas negligenciam a natureza ativa dos alunos, sua autonomia e seus desejos – os quais tornam a educação um processo de aprendizagem interativo. Para as empresas, a universidade deveria desenvolver engenheiros que satisfizessem as necessidades do mercado em termos de conhecimentos de estatística, economia e informática; capacidade de pensar criticamente e de maneira independente; e de perspectiva sistêmica sobre a importância do trabalho em equipe. Por outro lado, as universidades acreditam que um engenheiro deve ser educado com uma ampla base de conhecimento: não do tipo de conhecimento diretamente aplicável no dia a dia das empresas, mas do conhecimento científico que pode direcionar a busca por isso (SILVA, HENRIQUES e CARVALHO, 2009).

Por essa razão, Silva, Henriques e Carvalho (2009) identificaram em seu trabalho as mais recentes falhas na formação de engenheiros no tocante a atender às expectativas de mercado e aos requisitos dos cargos. A partir disso, propõem soluções que abrangem treinamentos (apresentações orais e competições entre equipes), os quais simulam os ambientes reais da prática da engenharia. A disciplina “Desenvolvimento de Produtos e Empreendedorismo” é eletiva e oferecida desde 2005 aos alunos de Engenharia Mecânica da Universidade Técnica

de Lisboa, em Portugal. O empreendedorismo é abordado no sentido de direitos de propriedade intelectual: o pedido de patente para o produto inovador desenvolvido por cada equipe é altamente encorajado pelos docentes e desempenha forte papel motivador nos alunos. No contexto de desenvolvimento de produto, os estudantes são desafiados a encontrar o problema com o qual eles querem trabalhar; defini-lo em suas facetas tecnológicas, econômicas e sociais; desenvolver suas próprias soluções; e aprender sobre pesquisa de mercado, comunicação técnica e viabilidade econômica. Assim sendo, os autores recomendam um programa de ensino que faça uso da Aprendizagem Baseada em Problemas e junte pessoas de diferentes cursos, pois se acredita que isso favorecerá a cooperação, a criatividade, o potencial de inovação e a atitude empreendedora.

Em suma, Eppinger e Kressy (2002) – assim como os demais autores apresentados – concluem que a experiência em um projeto de desenvolvimento de um novo produto e o treinamento em habilidades necessárias no dia a dia das empresas encoraja a integração dos conhecimentos dos alunos e, ao sair da universidade, os coloca em uma condição de crescimento e sucesso no mercado de trabalho.

Agora que foram apresentados os aspectos mais relevantes da literatura acerca do ensino do Processo de Desenvolvimento de Produtos (PDP), mais adiante serão pormenorizados definições, classificações e riscos inerentes a este processo. Antes disso, na próxima seção, conceitos de Gestão de Projetos serão brevemente expostos, já que o PDP é um tipo de projeto.

## **2.5. Gestão de Projetos**

No ambiente competitivo dos negócios, os projetos têm papel importante na gestão estratégica das organizações. Os projetos são os vetores das mudanças, da implementação das estratégias e das inovações que trazem vantagens competitivas para as empresas (MARQUES JUNIOR e PLONSKI, 2011, p. 1).

### **2.5.1. Projetos**

De acordo com o Project Management Institute (2013), os projetos têm natureza temporária, apresentando início e fim bem definidos, e recursos concentrados somente para sua

concretização. O termo temporário não significa necessariamente que o projeto seja de curta duração, mesmo porque os serviços, produtos ou resultados deste projeto são duradouros. Embora alguns elementos repetitivos possam estar presentes em algumas entregas do projeto, esta repetição não muda a característica singular de seus resultados exclusivos. Justamente por serem exclusivos, é possível que haja incertezas quanto às entregas finais de um projeto.

Segundo a última versão do guia *Project Management Body of Knowledge (PMBOK®)*, as necessidades dos projetos surgem como resultados da demanda de mercado, da oportunidade estratégica de novos negócios, da solicitação do cliente, do avanço tecnológico e de requisitos legais (PROJECT MANAGEMENT INSTITUTE, 2013).

Deste modo, um projeto não necessariamente tem como necessidade a geração de um produto ou serviço para um cliente externo e boa parte dos projetos tem objetivos internos às empresas. Em geral, são projetos de reestruturação ou desenvolvimento que seguem uma estratégia, buscando aumentar o valor econômico agregado destas empresas (OLIVEIRA, 2003, p. 42).

## 2.5.2. Gerenciamento de Projetos

“O gerenciamento de projetos é a aplicação de conhecimento, habilidades, ferramentas e técnicas às atividades do projeto, a fim de atender aos seus requisitos” (PROJECT MANAGEMENT INSTITUTE, 2013).

Segundo a Norma Brasileira (NBR) 10006, que trata de diretrizes para a qualidade no gerenciamento de projetos, o gerenciamento de projetos “inclui planejamento, organização, supervisão e controle de todos os aspectos do projeto, em um processo contínuo, para alcançar seus objetivos” (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2006).

Três aspectos caracterizam o gerenciamento de projetos (MICCOLI, 2004):

- **Tempo:** prazos estabelecidos para o projeto podem ser fundamentais para a sobrevivência da empresa em termos de superação da concorrência, da redução de custos e do aumento de produtividade;
- **Custos:** as tarefas devem ser realizadas dentro do que estava previsto no orçamento original e garantir os retornos financeiros esperados do projeto;

- **Qualidade:** atingir as especificações pré-estabelecidas no projeto inicial.

Rozenfeld *et al.* (2006) ratificam a definição de que projetos são temporários e possuem objetivos únicos e específicos, a serem atingidos ao final de sua realização. Os autores também esclarecem e diferenciam outro conceito: **processos** são um conjunto de atividades contínuas e repetitivas, que possuem objetivos atualizados periodicamente. Logo, os processos de gerenciamento de projetos são classificados pelo Project Management Institute (2013) em cinco grupos, a saber:

- **Iniciação:** definir um novo projeto ou uma nova fase de projeto por meio de uma autorização para início;
- **Planejamento:** definir escopo do projeto, objetivos e desenvolvimento do curso de ação para alcançar os objetivos pelos quais o projeto foi criado;
- **Execução:** executar o trabalho definido no plano de gerenciamento do projeto para satisfazer suas especificações;
- **Monitoramento e controle:** acompanhar, revisar e regular o progresso e o desempenho do projeto, identificando todas as áreas que necessitam de mudanças no plano e iniciar as mudanças correspondentes;
- **Encerramento:** finalizar todas as atividades dos grupos de processo, visando encerrar formalmente o projeto ou a fase.

A atuação de um gerente de projetos requer uma mistura de habilidades, incluindo capacidade interpessoal, competências técnicas e aptidão cognitiva, juntamente com a capacidade de compreender a situação e as pessoas e depois integrar dinamicamente comportamentos de liderança apropriados (PANT e BAROUDI, 2008). De acordo com Ashleigh *et al.* (2012), o desenvolvimento de um gerente de projetos é focado em como habilidades relevantes, ideias e conhecimentos podem ser transmitidos aos profissionais.

Walker *et al.* (2008) afirmam que todos os indivíduos ligados a um projeto estão envolvidos em um processo de aprendizado contínuo, transmitem os ensinamentos para os outros e o conhecimento adquirido é incorporado à organização. A capacidade de manter o sucesso e a melhoria significativa em projetos durante longos períodos de tempo depende, sobretudo, da capacidade de aprender com a experiência. O processo de construção da aprendizagem é um

esforço contínuo e a equipe de projeto precisa estar apta a garantir o cumprimento das tarefas no decorrer de seu ciclo de vida.

Há algum tempo, o Gerenciamento de Projetos é adotado como disciplina em cursos de graduação, pós-graduação e especialização no Brasil. Porém, não é considerado um conteúdo obrigatório pelo Conselho Nacional de Educação, que estabelece as referências curriculares baseadas no Parecer CNE/CES 1.362/2001 do Ministério da Educação (CORRÊA, 2012).

O guia PMBOK® (PROJECT MANAGEMENT INSTITUTE, 2013) propõe a divisão do Gerenciamento de Projetos em dez áreas de conhecimento. Estas áreas podem ser sistematizadas conforme apresentado no Quadro 2.3.

Quadro 2.3 – Áreas de Conhecimento do Gerenciamento de Projetos (continua)

<b>ÁREA DE CONHECIMENTO</b>	<b>DEFINIÇÃO</b>
<b>Integração</b>	Processos necessários para assegurar que todos os elementos do projeto sejam integrados, formando um conjunto único e buscando, uniformemente, um objetivo em comum. De maneira geral, quanto maior é o projeto, maior é a importância de uma boa integração.
<b>Escopo</b>	Processos necessários para que o projeto contemple todo e somente o trabalho requerido para atingir todos os seus objetivos e especificações. Esta área irá definir o que está ou não está incluso no projeto, bem como fará o controle das mudanças dos escopos como adições e exclusões de trabalhos e entregas. Deve estar bem clara para todos os envolvidos no projeto a definição do escopo, que é a descrição do produto ou serviço a ser fornecido, bem como o detalhamento do escopo, sendo uma estrutura analítica do projeto que contém o detalhamento sobre as ações e tarefas que formarão o produto ou serviço final.
<b>Tempo</b>	Processos necessários para assegurar que o projeto termine no tempo previsto. Trata-se do planejamento e monitoramento das ações a serem tomadas ao longo do projeto. É uma área de grande importância em Gerenciamento de Projetos, visto que compõe a tríade de sucesso de um projeto (prazo, custo e qualidade).
<b>Custo</b>	Processos necessários para assegurar que o projeto seja completado dentro do orçamento previsto. Incluem os processos que envolvem planejamento, estimativas, orçamento e controle de custos.
<b>Qualidade</b>	Processos necessários para assegurar que as exigências que originaram o desenvolvimento do projeto serão satisfeitas. Envolve as atividades realizadas pela organização que determinam políticas do sistema de qualidade, objetivos e responsabilidades que necessitam ser satisfeitas pelo projeto.
<b>Recursos Humanos</b>	Descreve os processos necessários para proporcionar a melhor utilização das pessoas envolvidas no projeto. O time do projeto é formado por pessoas que têm papéis designados e responsabilidades definidas para levar a término o projeto. Esta área é responsável por organizar e gerenciar o time do projeto.
<b>Comunicações</b>	Processos necessários para assegurar que a geração, a captura, a distribuição, o armazenamento e a pronta apresentação das informações do projeto sejam feitas de forma adequada e no tempo certo para não permitir desvios das metas iniciais.

Fonte: adaptado de Corrêa (2012); Miccoli (2004); Oliveira (2003); Project Management Institute (2013)

Quadro 2.3 – Áreas de Conhecimento do Gerenciamento de Projetos (continuação)

ÁREA DE CONHECIMENTO	DEFINIÇÃO
<b>RISCOS</b>	Processos que dizem respeito à identificação, análise e resposta a riscos do projeto. É essencial ter conhecimento sobre todos os riscos potenciais do projeto, mapeá-los, e buscar mitigá-los ao máximo. Os processos são atualizados durante todo o projeto. O objetivo do gerenciamento de riscos é aumentar a probabilidade de impactos positivos e de reduzir a probabilidade e os impactos de eventos adversos.
<b>Aquisições</b>	Processos necessários para compras ou aquisição de produtos, serviços ou resultados fora da organização que desenvolve o projeto.
<b>Partes interessadas</b>	Processos que envolvem a identificação das partes interessadas no projeto, o planejamento do gerenciamento de tais partes, o gerenciamento de seu envolvimento e o controle deste envolvimento.

Fonte: adaptado de Corrêa (2012); Miccoli (2004); Oliveira (2003); Project Management Institute (2013)

Cada uma dessas áreas tem as suas próprias particularidades e níveis de complexidade sem, no entanto, deixarem de estar integradas, formando um todo único e organizado. Certamente, dependendo do projeto ou da empresa em questão, existem áreas cujas relevâncias poderão ser maiores ou menores, porém, é aconselhável que o gerente de projetos tenha controle sobre todas elas (OLIVEIRA, 2003, p. 15).

O foco desta dissertação são os riscos inerentes ao PDP, o qual pode ser considerado um projeto. Assim sendo, o PDP é tema da próxima seção.

## 2.6. Processo de Desenvolvimento de Produtos (PDP)

Esta seção trata de atributos relacionados ao PDP propriamente dito: suas características, fases, modelo de referência, tipos, métodos e ferramentas para suporte em projetos desta natureza, além dos desafios enfrentados na prática diária do PDP.

### 2.6.1. Definições e características

Pugh (1991) definiu o Processo de Desenvolvimento de Produtos (PDP) como um conjunto de atividades sistemáticas que abrangem produto, processo, pessoas e a organização. Estas atividades compreendem desde a identificação das necessidades e desejos do mercado até a venda de um produto que atenda com êxito estas necessidades.

De acordo com Rozenfeld *et al.* (2006), o PDP é um conjunto de atividades com o objetivo de atender às especificações do produto e de seu processo produtivo, que acompanha o produto desde seu lançamento no mercado até sua descontinuidade, internalizando as lições aprendidas. Tais atividades devem considerar as estratégias da empresa, as necessidades do mercado e as possibilidades e restrições tecnológicas. Para que o PDP sirva de instrumento para garantia de vantagem competitiva, ele deve ser um processo eficaz (que atenda às expectativas do mercado e que esteja integrado às estratégias da empresa) e eficiente (que alcance bons resultados com um dispêndio mínimo de recursos, os quais incluem o tempo e os custos para se desenvolver).

Para Grubisic (2009), o gerenciamento de projetos de desenvolvimento de produtos é a atividade de planejamento e coordenação de recursos e tarefas, de modo a atingir os objetivos que caracterizam um PDP bem-sucedido. São eles: alta qualidade do produto desenvolvido, baixo custo de desenvolvimento e uso eficiente do tempo e do dinheiro disponíveis.

Clark e Fujimoto (1991), ao incorporarem o acompanhamento da tecnologia em sua definição, apresentam o PDP como um fluxo de informação entre a organização e o mercado, tratando-o como um processo em que a organização transforma suas entradas (consideradas informações sobre oportunidades de mercado e possibilidades técnicas) em saídas (descritas como informações de valor para a produção comercial).

Prasad (1996) contribui adicionando o conceito de Engenharia Simultânea. Sua premissa é que diferentes etapas do processo podem ser executadas em paralelo, permitindo que atividades posteriores sejam iniciadas antes das precedentes, antecipando conflitos entre áreas funcionais da empresa e acelerando a transformação das especificações em um produto final. Isso é de interesse das empresas de hoje, pois elas têm enfrentado a necessidade de acelerar seus ciclos de desenvolvimento, ao mesmo tempo em que a complexidade dos produtos cresce, as mudanças tecnológicas acontecem mais rapidamente e os ciclos de vida dos produtos se reduzem (MENDES, 2012; ROZENFELD *et al.*, 2006).

É neste contexto que a Engenharia Simultânea surge como uma ferramenta para redução no tempo para entrada de um novo produto no mercado, bem como para alcance de economias globais nos custos. Contudo, há desafios quando se utiliza esta abordagem para o desenvolvimento de produtos, pois o uso de equipes multidisciplinares gera interdependência

de processos – o que resulta em maiores riscos, os quais demandam cuidados adicionais em relação ao seu gerenciamento (WU *et al.*, 2010). Dentre estes riscos, Grubisic (2009, p. 16) pontua os seguintes: “[...] riscos relacionados à comunicação da equipe, troca de informações entre as atividades programadas em paralelo, comunicação entre clientes / equipe / fornecedores [...]”.

Unger e Eppinger (2009) tratam o conceito de PDP como sendo procedimentos e métodos utilizados para projetar novos produtos e trazê-los ao mercado. De acordo com estes autores, é necessário que o projeto do PDP esteja alinhado ao perfil de risco da empresa. Analogamente, Otto e Wood (2001) citam que o desenvolvimento de produtos é um processo que envolve tarefas de criação, compreensão, comunicação, testes e persuasão. Como as circunstâncias corporativas são diferentes, cada empresa adotará um PDP que se adapte às suas sequências e níveis de aplicação de métodos. Ademais, todo PDP deve mudar ao longo do tempo em resposta à dinâmica das forças de mercado e tecnológicas.

## **2.6.2. Fases**

Segundo Otto e Wood (2001), não há um único e melhor processo de desenvolvimento: cada empresa terá um PDP que esteja alinhado a sua necessidade, a qual pode ser determinada por fatores como a sofisticação do produto, o ambiente competitivo, a taxa de mudança da tecnologia, a taxa de mudança do sistema dentro do qual o produto está sendo desenvolvido... Estes aspectos variam entre as empresas e levam a diferentes níveis de velocidade, análise e sofisticação requeridos para as diferentes tarefas do desenvolvimento de produtos. Entretanto, de um modo geral, em seu nível mais elevado, qualquer PDP de qualquer empresa pode ser caracterizado em três fases: entender a oportunidade, desenvolver o conceito e implementar o conceito. A seguir, estas fases são divididas em suas respectivas atividades (OTTO e WOOD, 2001).

### **2.6.2.1. Entender a oportunidade**

Abrange todas as atividades necessárias para tomar a decisão de dar início a esforços para o desenvolvimento de um novo produto. Esta fase pode ser dividida nas seguintes atividades (OTTO e WOOD, 2001):

- **Desenvolvimento da visão:** todos têm uma ideia para um novo produto, mas a questão é se qualquer visão pode ser transformada em uma execução bem-sucedida. Em outras palavras, a pergunta é: a visão pode ser desenvolvida e implementada em um produto que obtenha um lucro compensador? O primeiro passo para respondê-la está na oportunidade de mercado.
- **Análise da oportunidade de mercado:** no ambiente competitivo de hoje, as estimativas de volume e de preço que o mercado suportará são o ponto de partida. A partir delas, um lucro deve ser subtraído, definindo, assim, restrições de custos para o projeto.
- **Análise da necessidade do cliente:** consiste em entender o que os clientes querem que o produto faça. É necessário determinar tais características antes de gastar recursos, pois ouvir “a voz do cliente” direcionará melhor o desenvolvimento do produto e ampliará a probabilidade de sucesso do PDP.
- **Análise da concorrência:** uma vez identificadas as necessidades dos consumidores, é fundamental observar como produtos concorrentes as satisfazem.

#### 2.6.2.2. Desenvolver o conceito

Engloba todas as atividades para tomar a decisão sobre o que o produto será. Esta fase pode ser dividida nas seguintes atividades (OTTO e WOOD, 2001):

- **Planejamento do portfólio:** as especificações de mercado a serem desenvolvidas para o produto devem levar em conta o conjunto de outros produtos que a empresa oferece (seu portfólio), o que abrange questões acerca de posicionamento do produto no mercado.
- **Modelagem funcional:** envolve determinar o que o produto precisa fazer para satisfazer o consumidor. Este modelo descreverá, portanto, as entradas, saídas e transformações que devem acontecer para o produto funcionar.

- **Desenvolvimento da arquitetura do produto:** consiste em desenvolver interfaces, criando *layouts* eficientes de componentes e subsistemas. Há dois tipos de arquitetura: de produto – *layout* para um produto específico; e de portfólio – *layout* para um grupo ou família de produtos.
- **Conceito de engenharia:** a partir do modelo funcional e das alternativas de arquitetura, o time de desenvolvimento gera vários conceitos para execução das especificações funcionais. Após sintetizar estes conceitos, o time deve selecionar um deles para implementação.

### 2.6.2.3. Implementar o conceito

Envolve as atividades para assegurar a confiabilidade e adequabilidade do produto. Após essa fase final, o protótipo do produto está pronto. Se estiver apresentando desempenho conforme o esperado, o produto é desencadeado para lançamento no mercado. Esta fase pode ser dividida nas seguintes atividades (OTTO e WOOD, 2001):

- **Engenharia de personificação (do inglês, *embodiment engineering*):** significa dar forma ao conceito escolhido, por meio de especificações de componentes para compra, partes para fabricação e de como montar o produto.
- **Modelagem física e analítica:** um aspecto importante na transformação das especificações em algo tangível é a modelagem, que consiste no teste de novas ideias de implementação por meio da construção física ou da análise numérica.
- **Projeto para X (*Design for X – DFX*):** o X representa as habilidades ou características que são tratadas nas áreas de desenvolvimento de produtos (manufatura, reciclagem, montagem etc.). Segundo Rozenfeld *et al.* (2006), os métodos para DFX podem ser considerados um conjunto de regras e procedimentos, estabelecidos de forma organizada, para dar suporte a um determinado problema referente ao ciclo ou fase da vida de um produto nas áreas funcionais de uma empresa.

- **Projeto robusto:** também conhecido como Método Taguchi, consiste em desenvolver um projeto de produto, tal que os parâmetros especificados o tornem robusto, ou menos afetado, aos efeitos dos fatores que causam a variabilidade no seu desempenho (FREITAS, FALEIRO e BORGES, 2007).

Rozenfeld *et al.* (2006) exploram essas fases do PDP propostas por Otto e Wood (2001) e desenvolvem um modelo que serve de referência para nortear empresas e profissionais no desenvolvimento de produtos.

### 2.6.3. Modelo de referência

Segundo Fernandes *et al.* (2009), os modelos de desenvolvimento de produtos fornecem um roteiro para transformar uma ideia em um conceito e em um produto viável. Para que o processo-padrão de desenvolvimento de produtos possa ser reutilizado por várias pessoas, ele é documentado na forma de um modelo, o qual serve para representar a realidade. O modelo se tornará um linguajar único para todos, facilitando a comunicação entre os integrantes do processo, bem como a integração de métodos e técnicas de apoio (ROZENDEL *et al.*, 2006). Há diversos modelos de referência disponíveis na literatura: todos eles objetivam reduzir o tempo de desenvolvimento e aumentar a taxa de sucesso do processo de inovação (FERNANDES *et al.*, 2009).

Esta dissertação esmiuçar apenas o Modelo Unificado de Desenvolvimento de Produtos, proposto por Rozenfeld *et al.* (2006), por ser este o processo-padrão utilizado na disciplina de “Gestão do Processo de Desenvolvimento de Produtos” dos cursos de graduação e pós-graduação da UNIFEI.

Segundo Rozenfeld *et al.* (2006), o PDP, assim como outros processos de negócio, pode ser representado simbolicamente e formalmente por meio de um modelo de referência, que descreve as atividades, os resultados esperados, os responsáveis, os recursos disponíveis, as ferramentas de suporte e as informações geradas neste processo. O desempenho do PDP depende de um modelo geral para sua gestão, o qual determina a capacidade de as empresas controlarem o processo de desenvolvimento e de aperfeiçoamento de seus produtos, e de interagirem com o mercado e com as fontes de inovação tecnológica.

A formalização do modelo de gestão e de estruturação do desenvolvimento de produto possibilita que todos os envolvidos (alta administração, pessoal das áreas funcionais da empresa e os parceiros) tenham uma visão comum desse processo: o que se espera de resultados do PDP, quais e como as atividades devem ser realizadas, as condições a serem atendidas, as fontes de informação válidas e os critérios de decisão a serem adotados (ROZENFELD *et al.*, 2006, p. 34).

Tendo isso em vista, estes autores comentam que é fundamental que as empresas façam uso de um modelo de referência, que seja devidamente adequado às suas necessidades e realidade, o qual servirá de guia para auxílio no gerenciamento do PDP.

O Modelo Unificado de Desenvolvimento de Produtos surgiu da união das metodologias, estudos de caso, modelos, experiências e melhores práticas desenvolvidas e coletadas nos últimos anos pelas equipes de Rozenfeld *et al.* (2006). O modelo proposto pelos autores é voltado principalmente para empresas de manufatura de bens de consumo duráveis e/ou de capital, com ênfase na tecnologia mecânica de fabricação.

A Figura 2.3 representa visualmente as três macrofases, e respectivas fases, deste modelo: Pré-Desenvolvimento, Desenvolvimento e Pós-Desenvolvimento. Os autores ressaltam que, embora a representação das fases do modelo seja sequencial, certas atividades de uma fase podem ser realizadas dentro de outra fase. O que determina uma fase é a entrega de um conjunto de resultados, os quais possibilitarão uma evolução do projeto. A avaliação dos resultados de cada fase serve, igualmente, como um marco para ponderação sobre o *status* do projeto, antecipando problemas e gerando lições aprendidas. Isso significa revisar amplamente e minuciosamente a qualidade dos resultados obtidos, a situação do projeto diante do planejado, o impacto dos problemas encontrados e a importância do projeto dentro do portfólio da empresa. Tais avaliação e revisão são usualmente realizadas por meio de um processo formalizado chamado de transição de fase ou *gate* (do inglês: portão) (ROZENFELD *et al.*, 2006).

Para Rozenfeld *et al.* (2006), a macrofase de Pré-Desenvolvimento contribui para o uso eficiente dos recursos de desenvolvimento; foco nos projetos prioritários definidos pelos critérios da empresa; início mais rápido e mais eficiente; e estabelecimento de critérios claros para a avaliação dos projetos em andamento. Já a macrofase de Desenvolvimento resultará em especificações finais (informações técnicas detalhadas, tanto de produção quanto comerciais), liberação da produção e documento de lançamento. Por fim, a macrofase de Pós-

Desenvolvimento compreende a retirada sistemática do produto do mercado e uma avaliação de todo o ciclo de vida do produto, para que as experiências contrapostas ao que foi planejado anteriormente sirvam de referência para desenvolvimentos futuros.

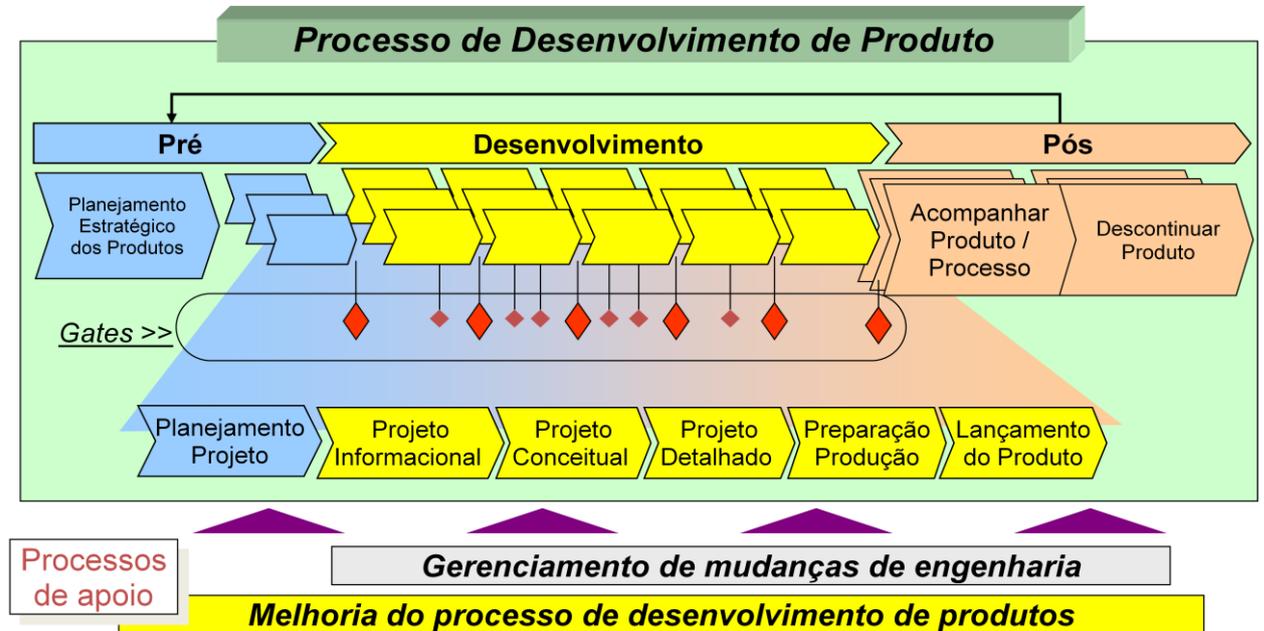


Figura 2.3 – Modelo Unificado de Desenvolvimento de Produtos

Fonte: Rozenfeld *et al.* (2006)

A seguir, serão esmiuçadas as fases pertencentes ao modelo (ROZENFELD *et al.*, 2006):

### 2.6.3.1. Planejamento Estratégico de Produtos (Pré-Desenvolvimento)

Quanto mais competitivo e volátil o ambiente de desenvolvimento, mais inovador é o produto, menor seu tempo de vida no mercado e maior a complexidade em quantidade de peças e processos de fabricação específicos. Um cenário assim torna ainda mais relevante para essas empresas a macrofase de Pré-Desenvolvimento. O Planejamento Estratégico de Produtos resulta em dois documentos principais. O primeiro deles é o portfólio de produtos, que descreverá cada um dos produtos e suas datas de início de desenvolvimento e lançamento, segundo as perspectivas de mercado e tecnológicas. O segundo documento resultante desta fase é a Minuta do Projeto, que contém uma primeira e sucinta descrição do produto.

### **2.6.3.2. Planejamento do Projeto**

Esta fase é a primeira da macrofase de Desenvolvimento e consiste na descrição das ações e dos recursos a serem empregados pela empresa, visando à obtenção de um novo produto. O Plano de Projeto é constituído por: escopo do projeto, escopo do produto (conceito do produto), atividades e sua duração, prazos, orçamento, pessoal responsável, recursos necessários, especificação dos critérios e procedimentos para avaliação da qualidade, análise de riscos, indicadores de desempenho selecionados e seus respectivos valores-alvo.

### **2.6.3.3. Projeto Informacional**

Esta fase do Desenvolvimento cria, a partir do Plano do Projeto, as Especificações-Meta do futuro produto, que são aquelas que se deseja obter no final das atividades de engenharia, compostas pelos requisitos e pelas informações qualitativas sobre o futuro produto.

### **2.6.3.4. Projeto Conceitual**

Esta fase do Desenvolvimento gera soluções de projeto que serão estudadas detalhadamente, até se encontrar a melhor solução possível que seja capaz de atender às Especificações-Meta concebidas na fase anterior. As soluções de projeto são resumidas em um conjunto de documentos que receberá o nome de Concepção do Produto.

### **2.6.3.5. Projeto Detalhado**

Esta fase do Desenvolvimento envolve um detalhamento da Concepção do Produto e sua transformação em Especificações Finais, que podem abranger uma ampla gama de documentos, como Protótipo Funcional, Projeto dos Recursos (dispositivos e ferramentas) e Plano de Fim de Vida (descontinuidade e reciclagem do produto). Isso levará à aprovação do protótipo e homologação do produto.

#### **2.6.3.6. Preparação da produção**

Nesta fase do Desenvolvimento o produto é certificado com base nos resultados dos lotes-piloto. Isso significa que os testes são realizados com produtos fabricados com peças oriundas da linha de produção. Acontece a homologação da produção, culminando com a sua liberação e posterior lançamento no mercado.

#### **2.6.3.7. Lançamento do produto**

Esta é a última fase do Desenvolvimento e envolve planejar o evento de lançamento, contratar os serviços para o lançamento e promover o evento de lançamento. Além disso, é fundamental gerenciar os resultados (venda, custo, retorno e fatia de mercado), a aceitação inicial e a satisfação do cliente.

#### **2.6.3.8. Acompanhamento do Produto / Processo (Pós-Desenvolvimento)**

O acompanhamento sistemático e a documentação correspondente das melhorias de produto ocorridas durante o seu ciclo de vida são atividades centrais do Pós-Desenvolvimento.

#### **2.6.3.9. Descontinuação do Produto (Pós-Desenvolvimento)**

A retirada do produto do mercado pode envolver o reuso do produto (ou parte dele) em um outro, a desmontagem do produto e a utilização de suas partes ou material, a reciclagem do material empregado no produto, ou o descarte completo. Como a empresa precisa garantir a assistência técnica por vários anos, mesmo após o encerramento da produção, esta fase é acompanhada da definição de quem será o fornecedor de produtos de reposição e serviços.

De acordo com Rozenfeld *et al.* (2006), as macrofases de Pré- e Pós-Desenvolvimento são mais genéricas e podem ser utilizadas em outras empresas com pequenas alterações. Já a macrofase de Desenvolvimento enfatiza os aspectos tecnológicos correspondentes à definição do produto em si, suas características e forma de produção. Portanto, tais atividades são dependentes da tecnologia envolvida no produto. Em relação à temporalidade usual dessas

fases, o Pré-Desenvolvimento leva dias e pode estar associado ao ciclo do Planejamento Estratégico das empresas – que normalmente é realizado uma vez por ano. A fase de Desenvolvimento varia significativamente conforme a complexidade do produto e a novidade que ele representa para a empresa. Mas, usualmente, para empresas de manufatura de bens de consumo duráveis e/ou de capital (foco deste modelo), o desenvolvimento pode levar meses. Por fim, o Pós-Desenvolvimento dura até o final da vida do produto (ROZENFELD *et al.*, 2006).

O modelo de Rozenfeld *et al.* (2006) abrange ainda dois processos de apoio, os quais estão diretamente relacionados ao PDP, porém nem sempre ocorrem e, quando ocorrem, podem estar ligados a qualquer uma das fases do PDP. Toda vez que surgir uma oportunidade de melhoria, deve-se analisar com o que ela está relacionada:

- Quando a melhoria estiver relacionada com o produto e/ou seu processo de fabricação, aciona-se o processo de apoio **Gerenciamento de Mudanças de Engenharia;**
- Quando a melhoria estiver relacionada com o PDP, aciona-se o processo de apoio **Melhoria Incremental do PDP.**

#### **2.6.4. Tipos**

Há uma variedade de processos de desenvolvimento de produto disponíveis para as empresas (UNGER e EPPINGER, 2009). Esta seção apresentará e descreverá os dois tipos mais comuns de PDP: em estágios e espiral.

##### **2.6.4.1. PDP em estágios (também conhecido como *stage-gate*, cachoeira ou sequencial)**

Segundo Unger e Eppinger (2009), este tipo de PDP é dominante na indústria americana, sendo utilizado por empresas de manufatura como Ford e Siemens. Assim como mostrado no Modelo Unificado de Desenvolvimento de Produtos, neste tipo de PDP o processo de desenvolvimento é considerado uma sequência de atividades ou passos, a serem completados (OTTO e WOOD, 2001).

A maioria das empresas conta com o desenvolvimento de novos produtos para seu crescimento e lucratividade e Cooper (1990) aponta que o mais forte predictor do valor do investimento é o grau de inovação da organização. Este modelo reconhece a inovação do produto como um processo que pode ser gerenciado e divide o processo de inovação em um conjunto pré-determinado de estágios, os quais são compostos por um grupo de atividades.

Cooper (1990) afirma que o *stage-gate* é um modelo conceitual e operacional para deslocar um produto novo da fase da ideia para a fase de lançamento ao mercado consumidor. Os estágios (ou *stages*) são os locais onde o trabalho é realizado e os portões (ou *gates*) são os pontos de controle periódicos que avaliam se o estágio anterior foi completado com sucesso. As entregas pré-especificadas de cada *gate* se tornam os objetivos para o próximo horizonte de tempo. Já as saídas de cada *gate* ajudam a definir o projeto e direcionar seu líder.

O PDP em estágios considera que a linearidade do processo, bem como sua continuação, são determinadas pela avaliação positiva do portão anterior (decisão “matar-ir”). Em cada marco do PDP, os riscos são rigidamente avaliados e monitorados. O progresso para o estágio seguinte é garantido quando perguntas cruciais do projeto são respondidas (questionamentos técnicos, de mercado...). Caso o projeto seja avaliado positivamente, o trabalho prossegue para o estágio seguinte. Do contrário, o projeto é repetido dentro do estágio, até que possa passar pela revisão de forma bem-sucedida. Ou, então, pode-se decidir que o melhor a fazer é interromper o desenvolvimento do produto (OTTO e WOOD, 2001; SKEC, STORGA e MARJANOVIC, 2013). Uma representação deste tipo de PDP pode ser visualizada na Figura 2.4.

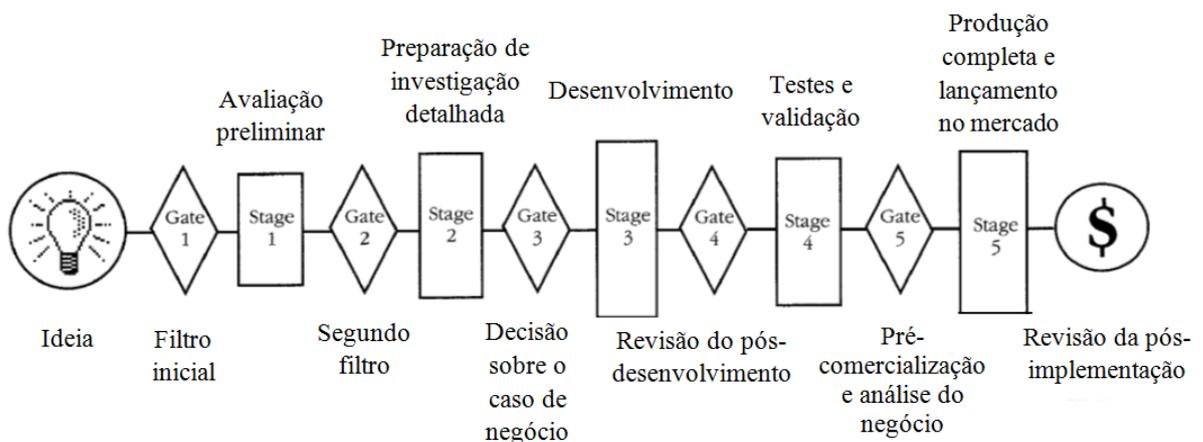


Figura 2.4 – Visão geral do Processo de Desenvolvimento de Produtos em estágios (sistema *stage-gate*)

Fonte: Cooper (1990)

Para Cooper (1990), este modelo disciplina o PDP e leva a melhores decisões, maior foco, menos falhas e desenvolvimentos mais rápidos. Os *gates* certificam que nenhuma atividade crítica está sendo omitida, o que resulta em um processo completo, sem lacunas. Como as avaliações são feitas com base em revisões com uma lista de critérios pré-estabelecidos, isso assegura que todos os projetos estão sendo analisados de forma justa e consistente, evitando que algum projeto seja negligenciado.

Produtos de sucesso estão ligados à qualidade de execução, haja vista que a maioria dos produtos fracassa por falta de avaliação do mercado, defeitos do produto, esforços inadequados de lançamento etc. Portanto, as atividades de pré-desenvolvimento e aquelas orientadas para o mercado são necessárias para aumentar as chances de sucesso do produto, graças à melhor definição do projeto, apontando antecipadamente pontos de mudanças inevitáveis no conceito do produto, à medida que o projeto evolui. Assim sendo, o alcance de especificações precisas de forma antecipada pode ser uma vantagem deste tipo de PDP (COOPER, 1990). Por conseguinte, segundo Unger e Eppinger (2009), o *stage-gate* é adequado para projetos dominados por requisitos de qualidade, e não requisitos de custo ou prazo. Logo, quando as prioridades são qualidade e anulação de erros, a trajetória mais atraente é aquela direta, com especificações sólidas determinadas tão cedo quanto possível, de modo a evitar alterações subsequentes que possam aumentar a probabilidade de erros.

Em contrapartida, a inflexibilidade é a maior desvantagem: é difícil definir requisitos no começo de um projeto sem que estes possam vir a ser alterados à medida que outros estágios do processo de desenvolvimento vão sendo atravessados. As especificações e suposições podem se provar errôneas quando o produto for submetido a testes de mercado ou prototipagem – o que aumenta os riscos (UNGER e EPPINGER, 2009). Ademais, este modelo condensa o ciclo de desenvolvimento do produto graças ao paralelismo das atividades. Porém, isso significa que as entradas em cada *gate* são multidisciplinares, tornando o processo mais complexo e mais exigente que um processo em série, por exemplo. Por esta razão, algumas mudanças organizacionais são exigidas: (1) uma abordagem de time de projeto, para organizar os projetos de novos produtos; e (2) envolvimento da gerência sênior como revisores (ou *gatekeepers*) para aprovar recursos necessários para o projeto, revisar a qualidade das entradas e tomar decisões sobre o futuro do projeto (COOPER, 1990).

Portanto, este tipo de PDP demanda planejamento e funciona bem quando os requisitos do cliente são estáveis e as tecnologias são bem conhecidas, como, por exemplo, projetos de melhorias ou atualizações em produtos existentes. Do contrário, onerosas repetições interfases serão exigidas (SKEC, STORGA e MARJANOVIC, 2013).

#### 2.6.4.2. Modelo Espiral

De acordo com Unger e Eppinger (2009), este tipo de PDP é mais recente e tem sido comumente usado em empresas do setor de *software*, como a Microsoft, nas quais há grandes incertezas e o tempo de entrada no mercado é uma preocupação dominante. Otto e Wood (2001) mencionam que a proposta do modelo espiral é desenvolver algo para buscar antecipadamente o *feedback* do usuário – antes que revisões maiores tenham sido feitas e partes do design sejam consolidadas. Logo, este modelo não é tão comum para empresas automotivas, por exemplo. Considere um carro: ele não transportará nenhuma pessoa caso tenha apenas um motor ou um volante, já que desenvolver apenas parte de um *hardware*, não é desenvolver um veículo completo que funcione.

A principal diferença deste modelo em comparação ao tipo anterior é sua ênfase em flexibilidade, por incorporar iterações compreensíveis e planejadas, que abrangem várias fases do desenvolvimento. A Figura 2.5 representa as espirais que permitem “repetir passos regulares, como desenvolvimento do conceito, design em nível de sistema, design detalhado, e integração e testes” (UNGER e EPPINGER, 2009, p. 386).

Em tempo, é válido apresentar o significado técnico de Unger e Eppinger (2009, p. 389) para iteração: “repetição de uma ação ou processo. Esta definição pode ser interpretada como positiva (como em renovação e aprimoramento) ou negativa (caso de repetições desnecessárias)”. Os autores afirmam que o grau de planejamento de iterações entre as fases de um PDP pode variar em três sentidos: as iterações podem ser **não planejadas**, **antecipadas** ou **programadas**. As iterações não planejadas (caso presente no tipo de PDP em estágios) ocorrem quando erros ou curvas de *feedback* inesperadamente exigem a volta a um estágio anterior, geralmente na forma de retrabalho. Iterações antecipadas são aquelas que são esperadas e planejadas, porém não têm uma programação específica e podem não ocorrer, eventualmente. Por fim, as iterações programadas são aquelas que são antecipadas e

planejadas, e o número de ciclos pode estar sujeito a restrições de tempo e orçamento, ou pode ser dependente da satisfação do consumidor e da garantia da qualidade.

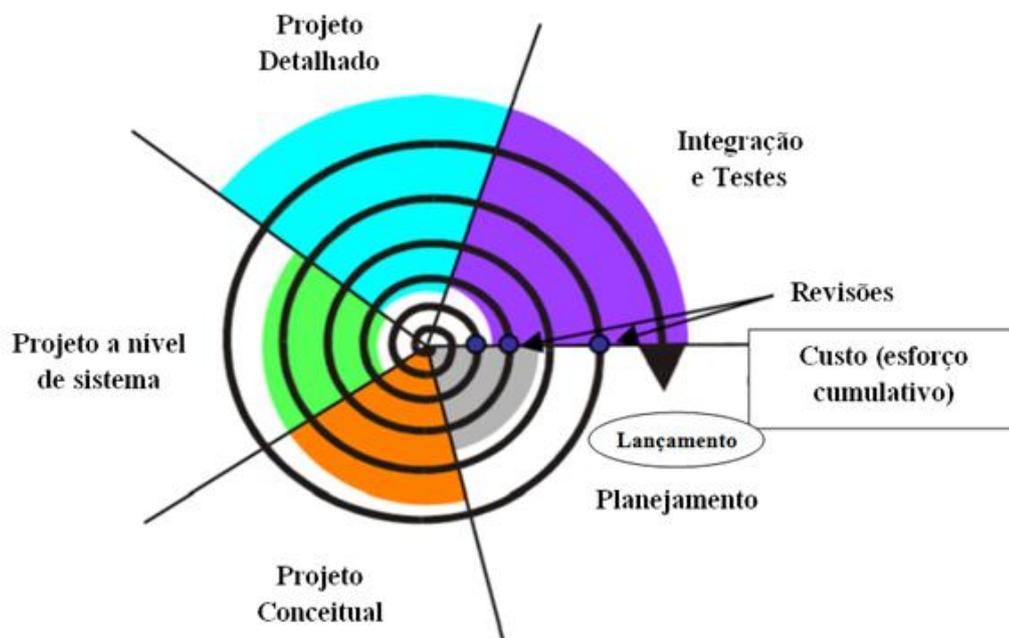


Figura 2.5 – O Processo de Desenvolvimento de Produtos espiral

Fonte: Unger e Eppinger (2009)

O tipo espiral de PDP exige que os gestores do projeto avaliem os riscos antecipadamente, quando os custos ainda são relativamente baixos. Exemplos de riscos neste contexto são: arquitetura e requisitos compreendidos pobremente, problemas de desempenho, mudanças de mercado, e problemas no desenvolvimento de tecnologias específicas. Tal avaliação antecipada torna possível assegurar o desenvolvimento de um produto competitivo, dentro do prazo e do orçamento (UNGER e EPPINGER, 2009).

Este tipo lida melhor com os riscos, pois as modelagens do estágio e da atividade são combinadas, de modo a garantir múltiplas repetições e flexibilidade na revisão dos riscos, mesmo em fases mais tardias do processo (SKEC, STORGA e MARJANOVIC, 2013). Segundo Unger e Eppinger (2009), o tipo espiral de PDP permite um vislumbre de fases futuras ao passar por muitos estágios com expectativas de retornar a eles, à medida que o processo progride. Isso traz informações de estágios avançados, as quais podem ser incorporadas a estágios anteriores, alterando especificações, requisitos e conceitos – por conseguinte, reduzindo riscos.

Contudo, por se tratar de um processo mais sofisticado que outros, o tipo de PDP espiral demanda uma gestão mais atenta e é, por esta razão, mais adequado para projetos mais complexos – já que projetos simples podem lançar mão de um PDP mais simples, como o PDP em estágios. Ademais, atrasos podem ocorrer devido à ausência, a princípio, de especificações rígidas (UNGER e EPPINGER, 2009).

### 2.6.5. Métodos e ferramentas para o desenvolvimento de produtos

“Métodos e ferramentas são meios que existem para apoiar a realização das atividades de PDP e, muitas vezes, são utilizados como sinônimos [...], porém o termo ‘ferramentas’ é mais utilizado para definir sistemas de informação [...] e por ‘métodos’ entende-se uma lista de passos a serem seguidos para se atingir os objetivos para os quais eles se propõem” (ROZENFELD *et al.*, 2006, p. 76 e 79). No Quadro 2.4 estão listados, e brevemente definidos, alguns exemplos de métodos e ferramentas de apoio ao PDP.

Quadro 2.4 – Exemplos de métodos e ferramentas de apoio ao Processo de Desenvolvimento de Produtos (continua)

		DEFINIÇÃO	TERMO EM INGLÊS
<b>MÉTODOS</b>	Desdobramento da Função Qualidade	Conjunto de passos e tabelas específicas que permitem a transformação das necessidades do cliente em especificações de projeto.	<i>Quality Function Deployment (QFD)</i>
	Projeto para Manufatura e Montagem	Análise e redesign de um produto ou conceito para torná-lo mais fácil de fabricar/produzir.	<i>Design for Manufacturing and Assembly (DFMA)</i>
	Análise dos Modos de Falha e seus Efeitos	Consiste em detectar falhas antes que se produza uma peça e/ou produto. Por meio da análise das falhas potenciais e das propostas de ações de melhoria, busca evitar que ocorram falhas no projeto do produto ou processo.	<i>Failure Modes and Effects Analysis (FMEA)</i>
<b>FERRAMENTAS</b>	Desenho Assistido por Computador	Auxiliam a especificação de produtos, utilizando o computador.	<i>Computer Aided Design (CAD)</i>
	Planejamento do Processo Assistido por Computador	Sistemas computacionais que auxiliam na preparação da documentação dos planos de processo. Estes sistemas diminuem o trabalho do processista, permitindo o reaproveitamento de planos antigos e o detalhamento dos processos.	<i>Computer Aided Process Planning (CAPP)</i>

Fonte: adaptado de Otto e Wood (2001); Rozenfeld *et al.* (2006)

Quadro 2.4 – Exemplos de métodos e ferramentas de apoio ao Processo de Desenvolvimento de Produtos (continuação)

		DEFINIÇÃO	TERMO EM INGLÊS
<b>FERRAMENTAS</b>	Engenharia Assistida por Computador	Sistemas computacionais que auxiliam em tarefas de cálculo e simulações, visando à otimização do projeto de produtos. Trabalham de maneira integrada ao CAD, mas executam uma tarefa mais especializada. Exemplos: sistemas para análise estrutural de produtos mecânicos; sistemas para simulação dinâmica de esforços; sistemas para ensaios virtuais etc.	<i>Computer Aided Engineering (CAE)</i>
	Gestão de Dados de Produto	Tecnologia de <i>software</i> que visa gerenciar todas as informações e processos relativos ao ciclo de vida de um produto. Destacaram-se como uma das principais ferramentas para a concretização da Engenharia Simultânea. Possuem funcionalidades especiais, como o controle da estrutura de produto e das modificações de engenharia.	<i>Product Data Management (PDM)</i>

Fonte: adaptado de Otto e Wood (2001); Rozenfeld *et al.* (2006)

Além do benefício específico que cada um desses métodos e ferramentas pode proporcionar, surge uma tendência no tocante à integração. Os Sistemas Integrados de Gestão Empresarial (*Enterprise Resource Planning – ERP*) vêm se disseminando nas organizações como uma plataforma básica de integração entre as várias ferramentas de informática que podem melhorar o PDP. Os ERP são compostos por uma base de dados única e por módulos que suportam diversas atividades das empresas, como: vendas, gestão de transportes, custos, recursos humanos, programação, manutenção, compras, gestão financeira... Com isso, a gestão integrada de todo o ciclo de vida dos produtos está se tornando uma realidade (ROZENFELD *et al.*, 2006).

### 2.6.6. Desafios

É interessante mencionar a relação entre incerteza e custos presente em projetos de desenvolvimento de produtos, já que o custo de mudanças cresce exponencialmente nas fases finais do desenvolvimento, conforme pode ser visualizado na Figura 2.6.

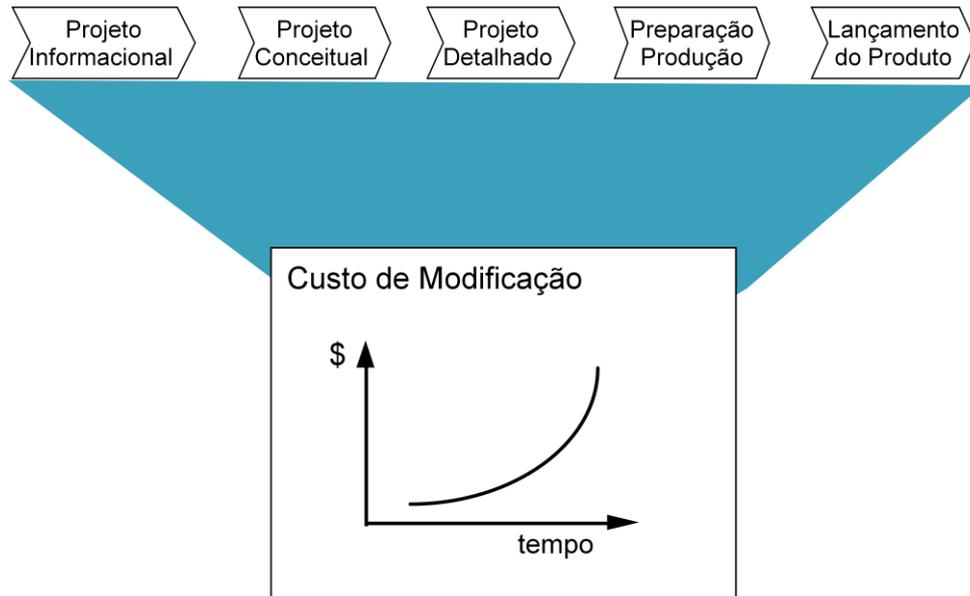


Figura 2.6 – Crescimento exponencial dos custos de mudanças em projetos de desenvolvimento de produtos

Fonte: Rozenfeld *et al.* (2006)

No início do desenvolvimento de produtos, o grau de incerteza é grande, porém, é neste momento [em] que são realizadas as escolhas de soluções de projeto (materiais, processos de fabricação etc.), que determinam aproximadamente 85% do custo final do produto [...]. Em razão do grau de incerteza inicial, ocorrem modificações de produto nas fases subsequentes [...], quando informações mais precisas estão disponíveis. O custo das modificações é cada vez mais elevado conforme avançam as fases do desenvolvimento de produtos (ROZENFELD *et al.*, 2006, p. 61).

Entretanto, os custos não são a única preocupação, já que outros fatores afetam igualmente o desempenho do PDP. Os principais estão listados a seguir (ROZENFELD *et al.*, 2006).

#### 2.6.6.1. Integração do PDP com as estratégias corporativas

As estratégias de mercado, de produto e de desenvolvimento tecnológico da empresa devem ser o ponto de partida do PDP, e as atividades realizadas ao longo do PDP devem estar alinhadas a essas estratégias corporativas. Isso garante a realização de um fluxo de projetos adequado, a visibilidade da contribuição do PDP para a competitividade da empresa e o apoio da alta administração.

#### 2.6.6.2. Planejamento integrado do conjunto de projetos

O conjunto de produtos da empresa não representa unidades isoladas: eles são relacionados e interdependentes. O mesmo acontece com o conjunto de projetos, pois estes compartilham

tecnologias básicas, componentes, conceitos... Por essa razão, as empresas devem gerenciar seus projetos de modo sistêmico, buscando a otimização do desempenho desse conjunto.

### **2.6.6.3. Desenvolvimento de times de projeto**

Os times são os responsáveis diretos pela transformação das informações sobre o mercado e as tecnologias em informações para a execução de todas as fases do ciclo de vida do produto. Quanto à composição, “há fortes evidências de que a interdisciplinaridade, a existência de um facilitador e a afinidade entre os seus membros afetam positivamente o desempenho do time” (ROZENFELD *et al.*, 2006, p. 29).

### **2.6.6.4. Papel dos líderes e gerentes de projeto**

Indicar e definir o papel a ser desempenhado por líderes e gerentes do projeto são aspectos fundamentais para o desempenho do time, já que os líderes conectam o time à alta administração e aos gerentes funcionais, além de serem os responsáveis pelo gerenciamento das atividades do projeto e por manter a motivação do time. É dos líderes a função de isolar o time de problemas exteriores, prover recursos, resolver conflitos e apresentar uma visão ampla sobre o caminho a ser trilhado.

### **2.6.6.5. Envolvimento da cadeia de fornecedores e de clientes**

Casos de sucesso indicam que quanto mais cedo os fornecedores se envolverem, menor será o tempo para conclusão do projeto (chamado em inglês de *time to market*). Ademais, outras vantagens são uma maior produtividade do desenvolvimento, “por meio da redução da complexidade do projeto e da antecipação da solução de problemas” (ROZENFELD *et al.*, 2006, p. 31). Com relação aos clientes, seu envolvimento melhora a adequação do conceito do produto às necessidades dos usuários.

### **2.6.6.6. Integração das áreas funcionais da empresa**

A prevenção e a resolução antecipada de problemas ocorrem por meio da colaboração e da troca de informações em todas as fases do desenvolvimento. Esta integração facilita a abordagem das questões relativas a interfaces entre os departamentos da empresa, afetando positivamente o desempenho do PDP.

Uma maior aproximação entre a Pesquisa & Desenvolvimento e as Engenharias de Produto e de Processo tem como consequência uma mais rápida introdução de inovações tecnológicas nos novos produtos, resultando em maior confiabilidade do produto final e melhor manufaturabilidade. A integração do PDP com as áreas de Marketing e Produção contribui para reduzir o tempo de desenvolvimento pela proximidade maior com a manufatura e pela orientação decisiva e maior sensibilidade [...] às necessidades do mercado (ROZENFELD *et al.*, 2006, p. 32).

#### 2.6.6.7. Estruturação das etapas e atividades do processo

A superposição das diferentes atividades funcionais e das fases de desenvolvimento é importante por facilitar a comunicação e a troca de informações, o mais cedo possível, entre as áreas envolvidas no PDP ao longo do ciclo de vida do produto.

Em suma, esses sete fatores apresentados por Rozenfeld *et al.* (2006), se não gerenciados, podem colocar em dúvida o alcance dos objetivos de um projeto de novo produto. No entanto, existem outros aspectos que também precisam ser tratados de forma adequada para que se tenha um PDP bem-sucedido. Como anteriormente mencionado, esta dissertação tem interesse em investigar quais são tais fontes de incertezas. Logo, risco é o tema da próxima seção.

### 2.7. Risco

De acordo com a mais atualizada versão do PMBOK®, **risco** de um projeto é uma condição de incerteza, a qual terá um efeito positivo ou negativo, caso ocorra, em pelo menos um dos objetivos do projeto (PROJECT MANAGEMENT INSTITUTE, 2013).

O Project Management Institute (2013) considera os eventos de riscos em termos de dois componentes: **probabilidade** e **impacto**. Uma avaliação de probabilidade para um risco identificado investigará a probabilidade de que este risco específico ocorra. Por outro lado, uma avaliação de impacto do risco investigará o efeito potencial sobre um ou mais objetivos do projeto, como custo, prazo, qualidade e/ou desempenho. Estes efeitos podem ser negativos, situação em que o risco é considerado uma ameaça; ou tais efeitos podem ser positivos, quando o risco é considerado uma oportunidade. A probabilidade e o impacto, usualmente, são avaliados em níveis e classificados de acordo com definições estipuladas no plano de gerenciamento de riscos. Com base nesta classificação, os riscos identificados são assinalados em prioridade alta, baixa ou moderada.

A **análise de riscos** é o processo de avaliação qualitativa e quantitativa de riscos, o que envolve uma estimativa tanto da incerteza deste risco, quanto de seu impacto. Uma boa análise de riscos de um projeto deve ser precisa e contribuir para o pensamento crítico (GALWAY, 2004). O **gerenciamento de riscos** usa a análise de riscos para propor estratégias de gestão que reduzam ou melhorem o risco. Segundo a NBR 10006, este processo envolve a identificação, análise, avaliação, tratamento e monitoramento dos riscos (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2006).

### 2.7.1. Gerenciamento de Riscos

A norma *International Organization for Standardization* (ISO) 31000 trata de gestão de riscos e declara que toda organização deve identificar quais são as fontes, as áreas de impacto e os eventos de risco, bem como suas causas e consequências potenciais (INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION, 2009). Para Hillson (2003), a abordagem de gerenciamento de riscos auxilia na tratativa de incertezas inevitáveis – as quais são características de qualquer projeto ou empreendimento –, pois possibilita a minimização das probabilidades e dos efeitos de ameaças e a maximização das probabilidades e dos efeitos de oportunidades, ao mesmo tempo em que mantém o foco no alcance dos objetivos estabelecidos. Segundo o Project Management Institute (2013), o gerenciamento de riscos é composto por seis processos:

1. **Planejamento do gerenciamento de riscos:** definir como conduzir as atividades de gerenciamento de riscos;
2. **Identificação dos riscos:** determinar quais riscos podem afetar o projeto e documentar suas características;
3. **Análise qualitativa dos riscos:** priorizar os riscos para análise ou ação posteriores, por meio da avaliação e combinação de sua probabilidade de ocorrência e impacto;
4. **Análise quantitativa dos riscos:** analisar numericamente o efeito dos riscos identificados sobre os objetivos gerais do projeto;
5. **Planejamento das respostas aos riscos:** desenvolver alternativas e ações para aproveitar oportunidades e para reduzir ameaças aos objetivos do projeto;

6. **Controle dos riscos:** executar planos de respostas aos riscos, rastrear/acompanhar os riscos identificados, monitorar riscos residuais, identificar novos riscos e avaliar a eficácia do gerenciamento de riscos ao longo do projeto.

Estes processos que compõem o gerenciamento de riscos, bem com as principais técnicas utilizadas, serão esmiuçados a seguir.

#### **2.7.1.1. Planejamento do gerenciamento de riscos**

O plano de gerenciamento de riscos, integrado ao plano do projeto, orientará as atividades de gerenciamento de riscos durante todo o ciclo de vida do projeto. Essa etapa consiste em descobrir qual é o apetite para o risco dos acionistas e de todos aqueles igualmente interessados no projeto – chamados em inglês de *stakeholders*, os quais englobam: patrocinadores, parceiros, gerentes funcionais, vendedores, clientes e usuários, por exemplo. Qual é a tolerância ao risco destes envolvidos? Tal pergunta norteia e evidencia a importância deste processo (PROJECT MANAGEMENT INSTITUTE, 2013).

De acordo com o Project Management Institute (2013), se o projeto em questão é do tipo que pode aceitar um fracasso, como projetos exploratórios de novas e melhores maneiras de se fazer algo, é dito que este projeto exige uma alta tolerância a risco. Empresas que buscam se diferenciar e ser inovadoras aceitam este tipo de projeto, pois, mesmo que falhem, elas acreditam ter, assim, encontrado uma outra maneira de como não desenvolver um projeto ou descobrem que um projeto não é viável.

Há, ainda, aqueles riscos desconhecidos, que não podem ser previstos nem mantidos sob controle, como uma desaceleração da economia e a subida vertiginosa do custo das *commodities*. Para lidar com isso, há a etapa seguinte de identificação dos riscos (PROJECT MANAGEMENT INSTITUTE, 2013).

#### **2.7.1.2. Identificação dos riscos**

Para o Project Management Institute (2013), esta etapa envolve descobrir o que pode dar errado; ou seja, consiste em levantar, identificar e descrever eventos que podem produzir efeitos adversos no projeto. Em outras palavras, consiste em classificar o risco em oportunidade ou ameaça. A identificação dos riscos é feita inteiramente com base no plano de

gerenciamento de riscos e, conseqüentemente, na coleta de informação. Assim sendo, deve-se colocar a equipe do projeto para interagir e procurar especialistas que tenham participado de projetos similares àquele que se pretende desenvolver.

Segundo Skec, Storga e Marjanovic (2013), todas as outras fases do gerenciamento de risco dependem da fase de identificação, uma vez que os riscos não podem ser gerenciados se não forem identificados de forma clara e ampla. Eis, então, a razão para esta ser considerada a etapa mais importante e desafiadora. A identificação dos riscos envolve a condução de sessões regulares durante o projeto, já que novos riscos podem aparecer ou nova informação chegar, de modo a evidenciar riscos ainda não detectados. O Project Management Institute (2013) corrobora esta ideia, esclarecendo que os riscos identificados devem ser constantemente monitorados e mantidos atualizados em um documento que os registre durante o projeto.

### **2.7.1.3. Análise Qualitativa dos riscos**

Segundo Hillson (2003), a identificação de riscos produz nada além de uma longa lista, a qual pode ser difícil de compreender ou gerenciar. Essa lista deve ser priorizada para determinar com quais riscos começar a lidar primeiro. Daí a relevância das análises qualitativa e quantitativa: avaliar a probabilidade de ocorrência dos riscos e a gravidade de seus impactos, de modo a priorizar os riscos do projeto. Para Galway (2004), a análise dos riscos de um projeto permite que os gerentes decidam se o projeto corre perigo de não cumprir com aquilo que está comprometido em termos de prazo, custo e desempenho.

A **análise qualitativa** é considerada subjetiva, como o próprio termo sugere, e consiste em usar ferramentas, como a categorização dos riscos e a matriz de severidade do risco (probabilidade *versus* impacto), para mapear e priorizar os riscos ao longo do projeto. Categorizar os riscos permite que as pessoas certas sejam recrutadas para lidar efetivamente com cada risco. Já a matriz é relevante para apontar quais são os riscos que merecem maior atenção por estarem sinalizados como alta probabilidade de ocorrência combinada a alto ou médio impacto sobre o projeto. Um exemplo pode ser visualizado na Figura 2.7 (PROJECT MANAGEMENT INSTITUTE, 2013).

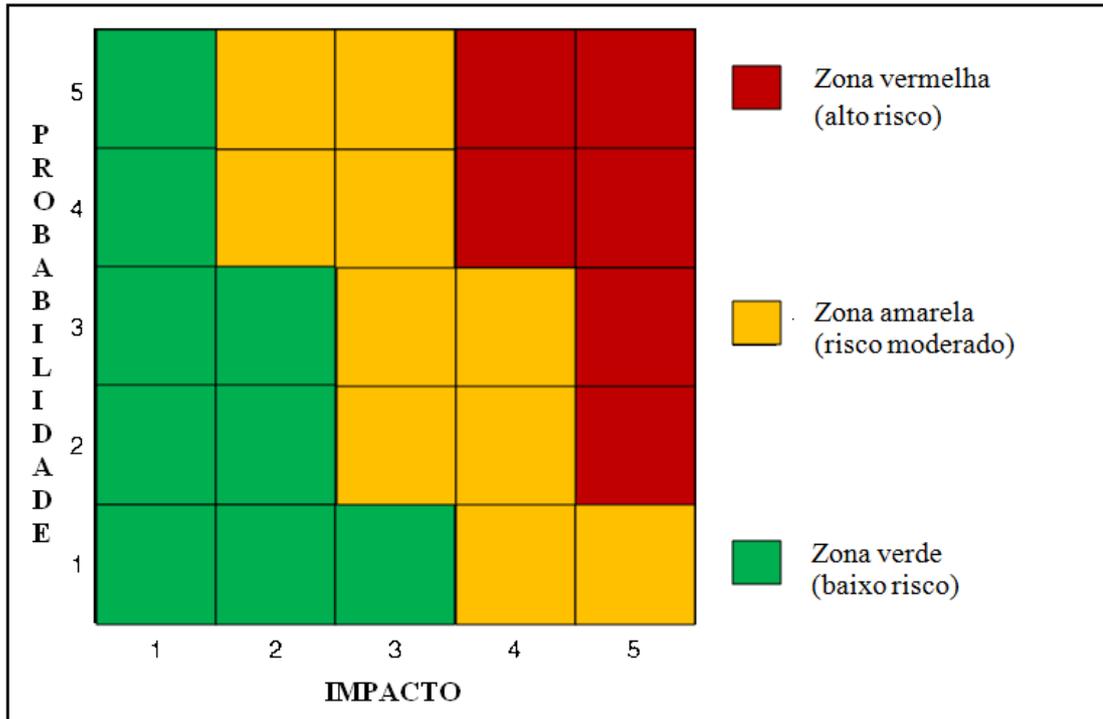


Figura 2.7 – Exemplo de matriz de severidade do risco (Probabilidade *versus* Impacto)

Fonte: Larson e Gray (2011)

#### 2.7.1.4. Análise Quantitativa dos riscos

A **análise quantitativa** dos riscos diz respeito à avaliação dos riscos em termos quantitativos para fornecer estimativas mais precisas e para dar melhor suporte ao processo de tomada de decisão. De acordo com o Project Management Institute (2013), este tipo de análise é dificultado pelo fato de um projeto ser algo exclusivo, único e nunca feito antes. Portanto, pela sua natureza não repetitiva, é pouco usual se ter registros numéricos e matemáticos, que formariam o alicerce desta abordagem. A análise quantitativa é baseada nos riscos priorizados na análise anterior, qualitativa, por terem sido considerados riscos que afetam potencialmente os objetivos do projeto. Essas incertezas serão quantificadas e tratadas como distribuições de probabilidade, para se estimar a expectativa de alcance dos resultados esperados.

As principais técnicas para realização de uma análise quantitativa de riscos serão apresentadas a seguir. Entretanto, Galway (2004) ressalva que, embora estes métodos atuais sejam conceitualmente claros e lógicos, há diversas questões práticas que levantam dúvidas sobre como tais técnicas podem ser aplicadas em áreas mais complexas e em projetos tecnologicamente desafiadores – como é o caso de projetos aeroespaciais, por exemplo. Isso se deve, segundo o autor, majoritariamente, à escassez de literatura empírica.

### Gráfico de Gantt

Fornece um resumo gráfico do progresso do projeto, listando verticalmente cada segmento do projeto, de modo que o início e a duração de cada tarefa sejam representados por uma linha horizontal ao longo de uma escala de tempo. O tempo atual é simulado com uma linha vertical, que se movimenta da esquerda para a direita, facilitando a visualização do *status* atual de cada tarefa. Logo, esta técnica é útil para o planejamento e a gestão de riscos de prazo. A maior deficiência desta técnica reside na impossibilidade de se representar no diagrama a interdependência entre as diferentes atividades, pois o fato de atividades estarem programadas para períodos simultâneos não as torna necessariamente interdependentes (GALWAY, 2004). Um exemplo de Gráfico de Gantt pode ser visualizado na Figura 2.8.

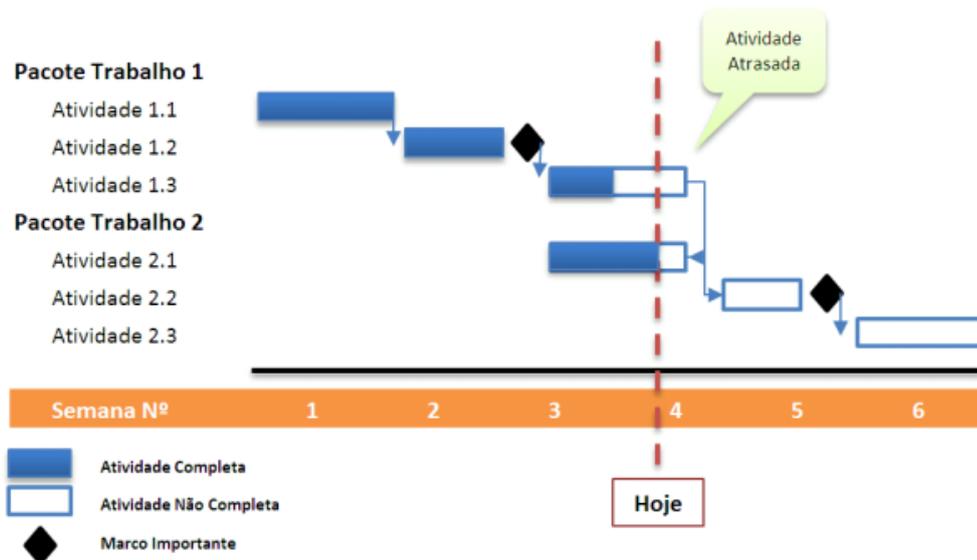


Figura 2.8 – Exemplo de Gráfico de Gantt

Fonte: PM2ALL (2011)

### Técnica de Avaliação e Revisão de Programas

Conhecida em inglês como *Program Evaluation and Review Technique* (PERT), esta técnica é útil para o planejamento e a gestão de riscos de prazo. O diagrama organiza as tarefas em uma rede, a qual representa a dependência de cada tarefa em relação às tarefas que precisam precedê-la. Consiste em estimar a duração de uma tarefa com base na aplicação de uma média ponderada que considere três estimativas: otimista (menor tempo para conclusão da tarefa, tem peso 1), pessimista (maior tempo para conclusão da tarefa, tem peso 1) e mais provável

(uma média de ambas as estimativas anteriores, tem peso 4). A partir do resultado encontrado para a média, é possível encontrar a variância e calcular o desvio-padrão. Esta estimativa também é chamada de Estimativa de Três Pontos (PROJECT MANAGEMENT INSTITUTE, 2013).

### *Método do Caminho Crítico*

Conhecido em inglês como *Critical Path Method* (CPM), este método também usa uma representação em rede, que permite explorar sistematicamente a alocação alternativa de recursos, a fim de reduzir a duração do conjunto de atividades que determinará a extensão final de um projeto. A sequência de atividades de maior duração é chamada de caminho crítico; em outras palavras, é aquele caminho em que as atividades não têm folga nem para iniciar, nem para terminar. É uma técnica bastante utilizada para projetos no setor de construção, no qual inovação tecnológica não costuma ser a característica dominante. São utilizadas distribuições de probabilidade e simulação de Monte Carlo para estimar a duração das tarefas e calcular a probabilidade de que elas estejam no caminho crítico (GALWAY, 2004).

De acordo com o Project Management Institute (2013), a Simulação de Monte Carlo é um processo que gera centenas ou milhares de resultados de desempenho possíveis, com base nas distribuições de probabilidade dos custos e/ou prazos de tarefas individuais. Tais resultados são, então, utilizados para gerar uma distribuição de probabilidade para o projeto como um todo. As distribuições de probabilidade podem ser contínuas ou discretas.

As distribuições de probabilidade contínuas, as quais são utilizadas largamente em modelagem e simulação, representam a incerteza em valores como durações de atividades do cronograma e custos dos componentes do projeto [exemplos: distribuições beta e triangular]. Distribuições discretas podem ser utilizadas para representar eventos incertos, como o resultado de um teste ou um cenário possível em uma árvore de decisão (PROJECT MANAGEMENT INSTITUTE, 2013, p. 337).

O Método do Caminho Crítico é, segundo o Project Management Institute (2013), utilizado em conjunto com o Método PERT. Uma representação pode ser visualizada na Figura 2.9.

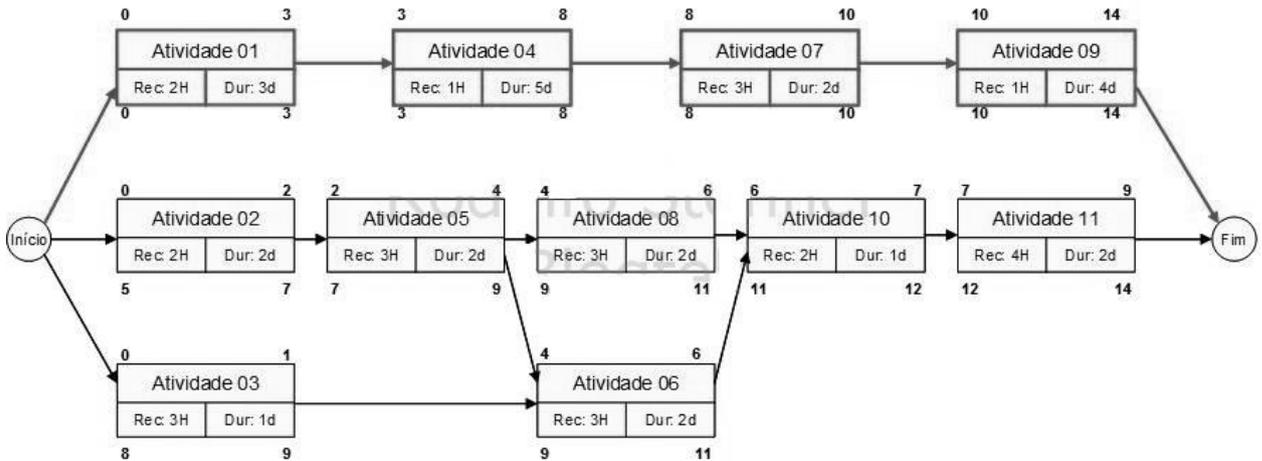


Figura 2.9 – Exemplo de diagrama de rede CPM/PERT

Fonte: Stonner (2013)

### *Estrutura Analítica de Projeto (EAP)*

Também abordada em alguns estudos como Estrutura de Desdobramento, ou Decomposição, do Trabalho (EDT), é uma técnica utilizada para análise dos custos de projetos complexos. Consiste em “quebrar” o projeto em níveis hierárquicos de atividades, de modo que cada nível subsequente parte para um nível mais refinado de detalhamento. A estimativa é feita atrelando um custo a cada elemento da estrutura e somando o total. A Simulação de Monte Carlo também é utilizada aqui para estimar, a partir de uma especificação de distribuição de probabilidade para cada parte da EAP, uma distribuição de probabilidade para o custo total do projeto (GALWAY, 2004). Um esquema para elaboração de uma EAP pode ser visualizado na Figura 2.10.

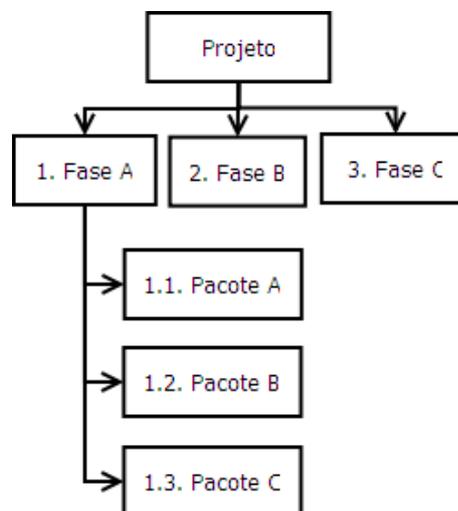


Figura 2.10 – Esquema para elaboração de uma Estrutura Analítica de Projeto

Fonte: Rodrigues (2014)

### *Estrutura Analítica de Riscos (EAR)*

Tem formato hierárquico similar à EAP, contudo, tem foco não mais nas atividades do projeto, mas sim, em seus eventos de riscos. Segundo Hillson (2003, p. 95), “a EAR é uma poderosa ajuda para a identificação, avaliação e comunicação dos riscos”. Pode ser definida como um agrupamento, orientado pela fonte de risco do projeto, que organiza e define a exposição do projeto ao risco total. Analogamente à EAP, cada nível inferior na EAR representa um maior detalhamento do risco (HILLSON, 2003).

Segundo Hillson (2003), avaliações qualitativas tradicionais não podem indicar aquelas áreas do projeto que requerem atenção especial ou expõem temas recorrentes e concentrações de risco. Portanto, para o autor, a melhor maneira para lidar com um grande montante de dados é estruturar a informação em categorias hierárquicas – o que, no processo de gerenciamento de riscos, significa utilizar a EAR para entendimento da distribuição dos riscos no projeto. Isso facilita o reconhecimento de interdependência e dupla contagem de riscos. A utilização da EAR possibilita, ainda, a comparação direta da exposição ao risco de diferentes projetos ou de propostas concorrentes, uma vez que essa ferramenta apresenta uma estrutura comum, que permite organizar os riscos identificados em um mesmo formato consistente. A Figura 2.11 apresenta um exemplo de EAR.

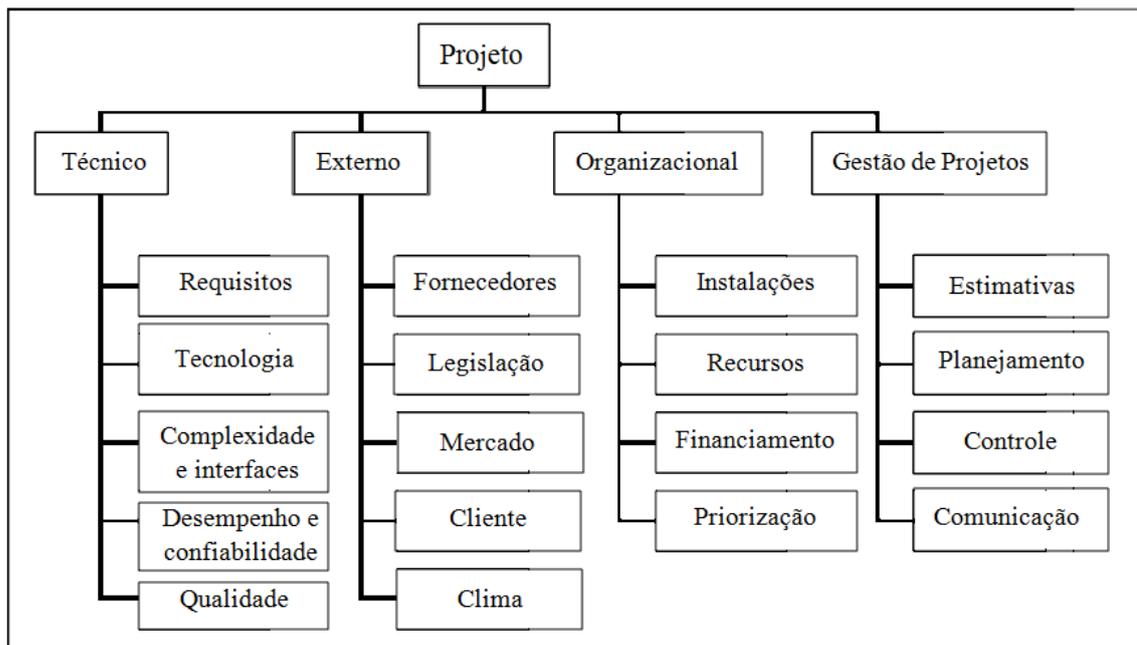


Figura 2.11 – Exemplo de Estrutura Analítica de Riscos

Fonte: Larson e Gray (2011)

### Análise de sensibilidade

O Project Management Institute (2013) sugere a utilização desta técnica para determinar quais riscos têm maior potencial de impacto sobre o projeto. A análise de sensibilidade auxilia na compreensão de como as variações nos objetivos do projeto se correlacionam às variações em diferentes incertezas. Examina a extensão em que a incerteza de cada elemento do projeto afeta o objetivo em estudo, quando todos os outros elementos de incerteza forem mantidos em seus valores-base. Para ilustrar, o diagrama tornado é um tipo especial de gráfico em barras, o qual é utilizado na análise de sensibilidade para comparação da importância relativa das variáveis. Nele, o eixo Y contém cada tipo de incerteza (risco) e o eixo X contém a extensão de correlação da incerteza com a variável de interesse (exemplo: custo).

Na Figura 2.12, cada incerteza apresenta uma barra horizontal. A representação está ordenada verticalmente para mostrar incertezas com uma extensão decrescente a partir dos valores-base. Ou, em outras palavras, os riscos na figura estão classificados de mais sensível (Risco 1) para menos sensível (Risco 6) (PROJECT MANAGEMENT INSTITUTE, 2013).

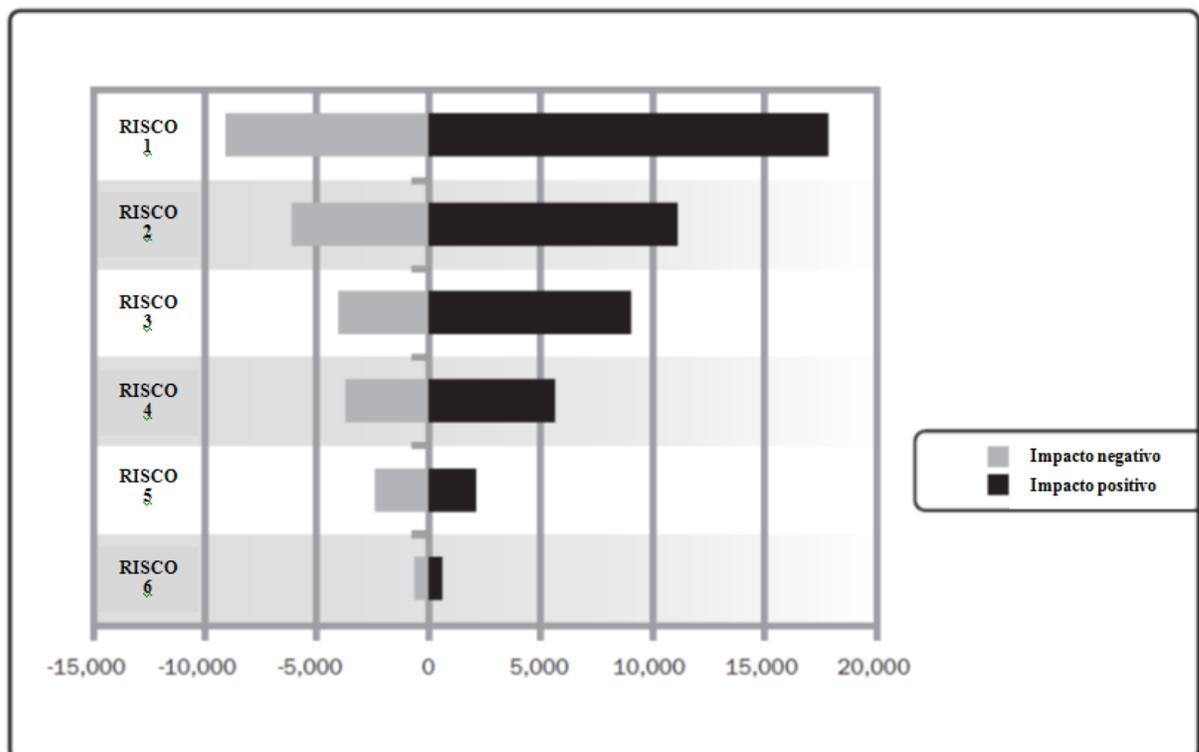


Figura 2.12 – Exemplo de diagrama tornado

Fonte: Project Management Institute (2013)

### Valor Monetário Esperado (VME)

Esta técnica de análise consiste no cálculo do resultado médio quando o futuro inclui cenários que podem ou não ocorrer – isto é, esta é uma análise sob incerteza. O VME de oportunidades, usualmente, é expresso em valores positivos, ao passo que o VME de ameaças, em valores negativos. O cálculo do VME de um projeto é feito a partir da multiplicação da probabilidade de ocorrência de cada risco pelo seu impacto financeiro ou custo (PROJECT MANAGEMENT INSTITUTE, 2013). Um exemplo de análise de VME está disponível na Figura 2.13.

#### Registro de Riscos

Projeto: XXXX

ID	Risco	Categoria	Prob.	Custo Financeiro do Risco	VME
4	Dummy risk	Infra	60%	R\$ 100.000,00	R\$ 60.000,00
5	Dummy risk	Infra	30%	R\$ 50.000,00	R\$ 15.000,00
6	Dummy risk	Software	60%	R\$ 15.000,00	R\$ 9.000,00
7	Dummy risk	Software	90%	R\$ 10.000,00	R\$ 9.000,00
8	Dummy risk	Software	30%	R\$ 30.000,00	R\$ 9.000,00
9	Dummy risk	Software	60%	R\$ 5.000,00	R\$ 3.000,00
10	Dummy risk	Cliente	30%	R\$ 2.000,00	R\$ 600,00
					R\$ 105.600,00

Figura 2.13 – Exemplo de análise do Valor Monetário Esperado

Fonte: Rodrigues (2014)

#### 2.7.1.5. Planejamento das respostas aos riscos

Segundo o Project Management Institute (2013), uma vez realizadas as análises qualitativa e quantitativa dos riscos, são desenvolvidas ações para tratar cada risco identificado e priorizado, visando reduzir seus efeitos. Evidentemente, este plano de respostas deve ser aprovado pelas partes interessadas no projeto. Há quatro estratégias para se lidar com os riscos negativos do projeto, considerados ameaças ao alcance dos objetivos especificados. São elas (PROJECT MANAGEMENT INSTITUTE, 2013):

- **Evitar o risco:** significa eliminar o risco, normalmente eliminando a sua causa. Feita a análise de risco, identifica-se que é necessário mudar a estratégia e a abordagem de entrega do plano de gerenciamento de riscos para evitar a possibilidade de que o risco em questão aconteça. Grubisic (2009) ressalta que alguns eventos de riscos podem ser eliminados por meio da obtenção de mais informações do produto ou do projeto;

melhorando a comunicação; capacitando a equipe ou adotando soluções já conhecidas. A autora exemplifica dizendo que é possível evitar o risco de atraso nos testes referentes à tecnologia adotada no produto optando por tecnologias mais conhecidas e conduzindo com antecedência mais testes de campo no protótipo;

- **Transferir o risco:** consiste em transferir o impacto de um risco, bem como a responsabilidade de resposta, para terceiros que tenham conhecimento, habilidades e experiência. Esta estratégia não elimina o risco e, usualmente, envolve a realização de contratos;
- **Mitigar o risco:** significa diminuir o impacto e a probabilidade de ocorrência de um evento de risco até um nível aceitável. Esta redução pode ser alcançada por meio da adoção de processos menos complexos, ou da mudança nas condições do projeto, ou do aumento de recursos, ou por intermédio da construção de protótipos e modelos para testes;
- **Aceitar o risco:** conclui-se que o risco pode acontecer e se aceita seu impacto. Esta estratégia pode ser adotada caso o time do projeto não tenha identificado uma alternativa de resposta para um determinado risco. Em uma aceitação ativa, entra em vigor o plano de contingência, no qual é estipulada uma margem de contingência sobre o custo total do projeto que possa ser utilizada, caso os riscos venham a ocorrer. Já em uma aceitação passiva, não se toma nenhuma ação anterior em relação ao risco – o time do projeto adota uma abordagem reativa, a qual é a mais comum se a probabilidade do risco se concretizar e/ou seus impactos forem mínimos.

No entanto, há riscos que podem ser positivos e, por conseguinte, são considerados oportunidades. Logo, para acentuá-los, as seguintes estratégias são possíveis (PROJECT MANAGEMENT INSTITUTE, 2013):

- **Explorar o risco:** mudar a abordagem de entrega do projeto para garantir que este risco favorável, de fato, aconteça;
- **Compartilhar o risco:** transferir alguns papéis e responsabilidades para outra pessoa ou organização (terceiros);

- **Aumentar/realçar o risco:** tentar melhorar a probabilidade de o risco positivo acontecer;
- **Aceitar o risco:** este risco positivo pode acontecer, o que seria muito bom, pois o projeto seria mais bem-sucedido. Porém, se não ocorrer, não haverá problemas na entrega. Por isso, não há plano de contingência neste caso.

#### **2.7.1.6. Controle dos riscos**

Para o acompanhamento dos riscos identificados e a execução das respostas planejadas, o Project Management Institute (2013) sugere a reavaliação dos riscos e a realização de auditorias, além de análises de contingência e de tendência/variância. Por meio de tais técnicas é possível também identificar novos riscos e monitorar os chamados **riscos residuais**, que são aqueles riscos que continuam mesmo após as respostas ao risco terem sido colocadas em prática. Este processo compreende a atualização de probabilidades, impactos, categorias e prioridades dos riscos identificados.

A reavaliação dos riscos envolve detectar em que momento há maior probabilidade de que o risco ocorra: agora, em breve ou apenas mais tarde. Recomenda-se que isso seja feito semanalmente ou, no mínimo, em uma base mensal. Já a análise de contingência consiste em calcular qual montante será necessário reservar para cada risco, se ele, de fato, vir a ocorrer. A reserva de contingência serve para eventos de risco que podem ou não se concretizar e, portanto, não deve ser consumida por excedentes rotineiros de entrega do projeto. Controlar os riscos é um processo contínuo durante o ciclo de vida do projeto, haja vista o fato de que os riscos podem ser alterados conforme a evolução do projeto: riscos esperados podem não se confirmar e novos riscos podem surgir, demandando a definição de um plano de resposta (PROJECT MANAGEMENT INSTITUTE, 2013).

#### **2.7.2. Riscos no Processo de Desenvolvimento de Produtos**

“Risco, definido como a exposição ao perigo ou perda, é predominante em todos os projetos de desenvolvimento” (UNGER e EPPINGER, 2009, p. 383). Para estes autores, a obtenção de um projeto de desenvolvimento de produto bem-sucedido exige das empresas foco não apenas

no resultado final – o novo produto –, mas também na mitigação dos riscos encontrados durante o PDP. Segundo Smith e Merritt (2002), o gerenciamento de riscos no desenvolvimento de produtos desempenha um papel fundamental, já que pode ser definido como a atividade de identificar e controlar resultados indesejados de maneira proativa. Por meio disso, o impacto nos prazos e no orçamento será minimizado, auxiliando a lidar com uma tecnologia dinâmica e com o ambiente de mercado.

A gestão dos riscos do PDP se inicia no começo do desenvolvimento do produto em si e se estende por todo o processo. Devido a possíveis custos excedentes, atrasos na programação e qualidade insuficiente do produto – fatores que são comumente encontrados na prática diária –, gerenciar tais incertezas exige uma perspectiva multifuncional (SKEC, STORGA e MARJANOVIC, 2013). Unger e Eppinger (2009) detectaram que grande parte das empresas de desenvolvimento de produtos utiliza um sequenciamento comum para o gerenciamento de riscos, o qual engloba os seguintes estágios: planejamento do produto, planejamento do projeto, criação do conceito, design em nível de sistema, design detalhado, testes/protótipos e lançamento. O objetivo na utilização de um PDP que segmente o processo nestas ações menores é fornecer maior controle das suas muitas incertezas.

Para Grubisic (2009), a maior parte dos pesquisadores considera a definição de risco de um projeto em função de seus dois componentes: probabilidade e impacto. Isso é adequado para o estudo de riscos em projetos não muito complexos e para ambientes em que o gerenciamento de riscos esteja em processo de formalização e estruturação. Porém, tal definição não é adequada o suficiente para projetos de novos produtos, onde um risco em uma atividade geralmente influencia a existência de outros riscos nas demais atividades do projeto. Deste modo, um modelo que incorpore o conceito de causa e efeito entre riscos deve ser utilizado para estudar as incertezas do PDP e descrever os fatores que influenciam a probabilidade e o impacto dos riscos de projetos assim (GRUBISIC, 2009; SMITH e MERRITT, 2002).

#### **2.7.2.1. Modelo para gerenciamento de riscos no PDP**

De acordo com Grubisic (2009), embora haja na literatura uma gama de modelos de gerenciamento de riscos disponível, não há modelos específicos que se dediquem inteiramente ao estudo do PDP. Contudo, o **Modelo Padrão de Risco**, proposto por Smith e Merritt

(2002), parece ser o mais apropriado para este propósito. Diferentemente de outros modelos desenvolvidos, este incorpora a ideia de interdependência entre as informações das atividades do projeto – um conceito fortemente presente no PDP.

Uma representação do modelo pode ser visualizada na Figura 2.14. Os elementos que o compõem podem ser assim definidos (SMITH e MERRITT, 2002):

- **Evento de risco:** evento negativo, que pode vir a causar uma perda;
- **Probabilidade do evento de risco:** probabilidade de o risco vir a ocorrer;
- **Causa(s) do evento de risco:** razões que fazem o risco existir;
- **Impacto:** consequências ou perdas que podem resultar da ocorrência do risco;
- **Probabilidade do impacto:** se o risco se concretizar, diz respeito à probabilidade de o impacto ocorrer, já que esta nem sempre é de 100%;
- **Causa(s) do impacto:** razões que levam à existência do impacto. O evento de risco é a causa principal do impacto. Porém, é possível que existam, no projeto, outras razões que acarretam a existência do impacto;
- **Perda total:** valor da perda resultante da ocorrência do risco (em dias ou unidades monetárias). Para obtenção deste valor, é aceitável considerar as estimativas feitas no planejamento do projeto e a opinião de especialistas.

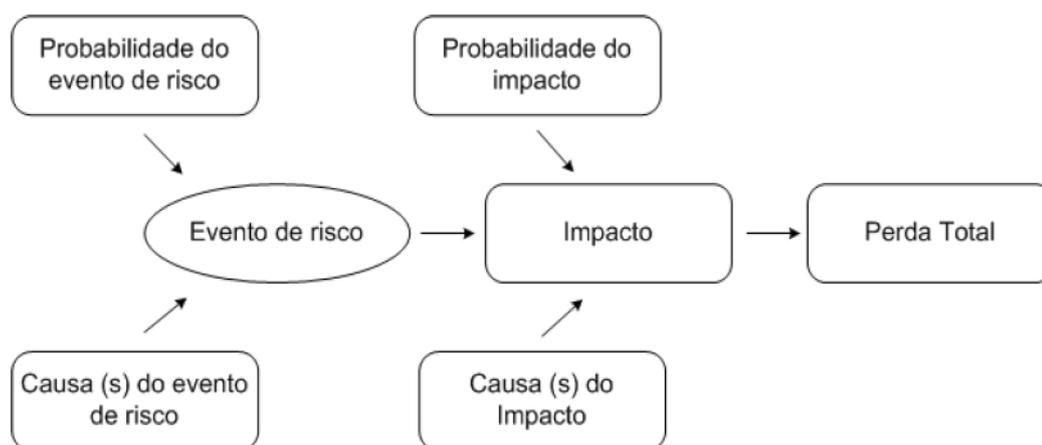


Figura 2.14 – Modelo Padrão de Risco

Fonte: Smith e Merritt (2002)

Com base em tais elementos, Smith e Merritt (2002) avaliam a intensidade da perda esperada causada por um risco. Para isso, os autores lançam mão do cálculo apresentado na Figura 2.15

e recomendam que a perda esperada seja dada em dias ou valor monetário. Ademais, eles afirmam que a perda esperada do risco pode ser utilizada como o primeiro critério para a priorização dos riscos.



Figura 2.15 – Elementos para o cálculo da perda esperada

Fonte: Smith e Merritt (2002)

Grubisic (2009) traz em sua tese um exemplo para ilustrar o Modelo Padrão de Risco: a equipe de projeto identificou o evento de risco “mudanças nas necessidades dos consumidores”. Definiu-se como sendo 0.6 (ou 60%) a probabilidade de ocorrência de tal risco e as suas causas identificadas foram as seguintes: mudanças culturais dos consumidores e surgimento de novos concorrentes. O impacto gerado é o atraso no lançamento do produto – o que tem 100% de probabilidade de ocorrer. A causa para este impacto é, não só o evento de risco, mas também a necessidade de redefinição das especificações de projeto. Assim, tendo por base a opinião de especialistas e o plano do projeto, foi definido que o tempo total de atraso (ou a perda total) será de 35 dias. Isso pode ser visualizado na Figura 2.16.

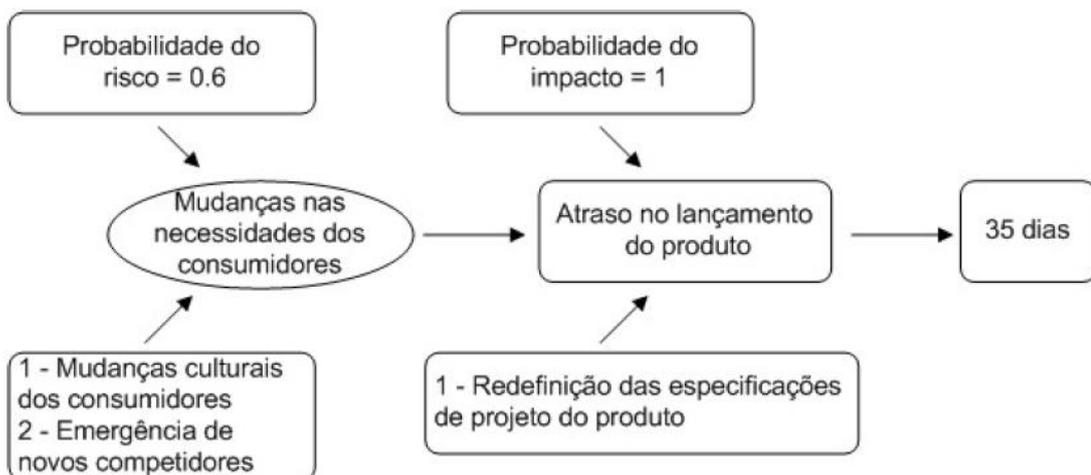


Figura 2.16 – Exemplo hipotético de aplicação do Modelo Padrão de Risco

Fonte: Grubisic (2009)

Com base no exemplo da Figura 2.16 e conforme cálculo apresentado na Figura 2.15, a perda esperada para o risco “mudanças nas necessidades dos consumidores” é de 21 dias, como exposto na Figura 2.17. Em outras palavras, somente este risco poderá atrasar o projeto em 21

dias. Se a probabilidade do risco aumentar de 60% para próximo a 100%, então, o atraso do projeto causado por este risco se aproximará da perda total estimada de 35 dias (GRUBISIC, 2009).

$$\boxed{\text{Probabilidade do risco} = 0.6} \times \boxed{\text{Probabilidade do impacto} = 1} \times \boxed{\text{Perda total} = 35} = \boxed{\text{Perda esperada} = 21 \text{ dias}}$$

Figura 2.17 – Perda esperada para o exemplo hipotético da Figura 2.16

Fonte: Grubisic (2009)

Levando em consideração o que foi apresentado até aqui, assume-se que “a definição proposta por Smith e Merritt (2002) para o Modelo Padrão de Risco mostrou-se a mais completa, possibilitando um entendimento melhor sobre os riscos [...] e a natureza do projeto [de produtos]” (GRUBISIC, 2009, p. 28).

### 2.7.2.2. Categorias de riscos no desenvolvimento de produtos

Para Hillson (2003), a utilização da EAR leva à divisão dos riscos do projeto em categorias, as quais são, posteriormente, subdivididas para formar uma estrutura hierárquica. A categorização de riscos de acordo com a EAR fornece um maior conhecimento acerca da avaliação da exposição ao risco. No entanto, embora Unger e Eppinger (2009) ratifiquem que a categorização dos riscos é útil para o planejamento do PDP, os autores mencionam que é uma tarefa impossível separar completamente os tipos de riscos encontrados no desenvolvimento de produtos, devido à característica interdependente e justaposta destas incertezas.

A partir de uma revisão na literatura, evidenciou-se que diferentes autores utilizam categorias semelhantes para a identificação e priorização dos riscos do PDP. Isso poderia ser explicado pelo fato de a maioria das empresas de desenvolvimento de produtos utilizar práticas similares para gestão de riscos, adotando uma série comum de passos ou estágios (UNGER e EPPINGER, 2009). De modo genérico, é usual uma classificação dos riscos do PDP com base em (COPPENDALE, 1995 *apud* GRUBISIC, 2009; OTTO e WOOD, 2001; UNGER e EPPINGER, 2009):

- **Aspectos técnicos:** viabilidade da tecnologia, especificações do produto, garantia da qualidade, ciclo de vida do produto; competências do time de desenvolvimento (conhecimento, habilidades e atitudes);
- **Aspectos financeiros:** custos, orçamento, retorno sobre o investimento (viabilidade econômica), patentes existentes;
- **Aspectos mercadológicos:** atendimento às necessidades do consumidor, fatia de mercado prevista, posição do produto comparado a seus concorrentes, momento para lançamento do produto.

Esta dissertação esmiuçar as categorias de riscos desenvolvidas em dois trabalhos: Grubisic (2009) e Skec, Storga e Marjanovic (2013), por explorarem em sua categorização os aspectos acima mencionados.

Skec, Storga e Marjanovic (2013) criaram uma EAR para o PDP, dividindo os riscos em duas categorias principais, em relação à sua fonte de risco: interna e externa. **Riscos internos**, cujas fontes estão dentro da empresa, ficam sob o controle do time de gerenciamento do projeto. Em contrapartida, **riscos externos** não podem ser controlados, pois se originam de fatores externos e inerentes ao ambiente do desenvolvimento de produtos. Estas categorias e suas respectivas subcategorias são, para os autores, as principais áreas de riscos no PDP e podem ser representadas de forma visual por meio de uma EAR. A EAR elaborada a partir desta categorização serve como um ponto de partida, mas deve ser adaptada para ser útil aos diferentes tipos de PDP.

Já Grubisic (2009), em sua tese, categoriza os riscos considerando se estes são oriundos do projeto de produtos ou se vêm do planejamento de projetos. Para fazer sua classificação, a autora se baseia no modelo proposto por Back *et al.* (2008), que considera o Processo de Desenvolvimento Integrado de Produtos (PRODIP). Este modelo propõe a representação dos domínios de conhecimento envolvidos no PDP e se aproxima à definição de Clark e Fujimoto (1991) para o desenvolvimento de produtos. Há três macrofases: planejamento, elaboração do projeto do produto e implementação do lote inicial. Para cada macrofase do modelo, são definidas:

- **Atividades:** compreendem um conjunto de tarefas;
- **Tarefas:** caracterizadas por escopo, tempo de execução, recursos e riscos;
- **Entradas:** consistem em informações ou objetos físicos a serem processados ou transformados pela tarefa;
- **Mecanismos:** são metodologias, métodos, ferramentas e recursos físicos (por exemplo: componentes, bancadas, protótipos) para a execução da tarefa;
- **Controles:** consistem em informações para controle da tarefa;
- **Saídas:** dizem respeito às entregas produzidas. Em outras palavras, são informações ou objetos físicos processados ou transformados pela tarefa.

Grubisic (2009), portanto, utiliza o conceito de que o *projeto do produto* é um processo de transformação de informações técnicas, por meio de atividades que são auxiliadas por métodos, ferramentas e conhecimentos dos especialistas. A partir da modelagem das incertezas no projeto de produtos, a autora propõe categorias de **riscos técnicos**. Contudo, o processo de projeto de produtos é precedido pelo processo de *planejamento do projeto*, que consiste em transformar informações gerenciais, a fim de que elas sejam empregadas para orientar a execução e o controle do processo de projeto do produto. A partir da modelagem das incertezas no planejamento de projetos, a autora propõe categorias de **riscos gerenciais**.

Posto isso, a partir da análise dos trabalhos de Grubisic (2009) e Skec, Storga e Marjanovic (2013), foram agrupadas categorias semelhantes de riscos e mantidas aquelas categorias existentes em apenas um dos artigos. Como resultado, o Quadro 2.5 dispõe de maneira consolidada os riscos identificados pelos autores.

Desmembrar os riscos em macrofatores e categorizá-los permite a compreensão das fontes de incerteza em projetos de PDP e é um primeiro passo em direção aos meios para a gestão destes riscos, o que contribui para (GRUBISIC, 2009, p. 15):

- Evitar a propagação de riscos nas atividades do projeto do produto;
- Garantir que as especificações de projeto representem as demandas, oportunidades e necessidades do mercado;
- Garantir que as soluções conceituais do produto estejam de acordo com as especificações definidas;

- Garantir que as características da solução proposta correspondam ao comportamento desejado do produto;
- Garantir que a documentação do produto esteja completa e clara para a produção;
- Garantir que o emprego dos métodos e ferramentas ocorra no momento certo, de forma certa e seja conduzido pelas pessoas mais adequadas;
- Garantir que os objetivos do projeto sejam alcançados da melhor forma possível.

No entanto, dada a dificuldade em incorporar à unidade de análise todas as 11 categorias de riscos inerentes ao PDP, levantadas a partir da revisão de literatura e expostas no Quadro 2.5, fez-se necessária a priorização das categorias mapeadas para seleção de quais riscos abordar no objeto de estudo. Para tanto, lançou-se mão do Processo de Análise Hierárquica, conhecido como método AHP (*Analytic Hierarchy Process*), o qual será pormenorizado no Capítulo 3.

Por fim, como última consideração desta seção, aqui não se objetiva propor ações para o tratamento dos riscos identificados nas categorias apresentadas. O propósito é, com base na literatura disponível, revelar as classificações mais relevantes e abrangentes para os riscos do PDP.

MACROFATORES	CATEGORIAS	DEFINIÇÃO	EXEMPLOS	AUTORES	
				Grubisic (2009)	Skec, Storga e Marjanovic (2013)
ASPECTOS TÉCNICOS	Riscos nas Entradas	Incertezas relacionadas ao projeto do produto, as quais abrangem riscos provenientes das informações de entrada a serem processadas ou transformadas.	Má descrição dos requisitos do projeto, ausência de desenhos técnicos e especificações para a produção do produto, má redação do conteúdo do plano de manufatura, utilização de informações desatualizadas.	X	
	Riscos nas Saídas	Incertezas relacionadas ao projeto do produto, as quais abrangem riscos que consistem nas entregas produzidas por cada atividade. Ou seja, riscos provenientes das informações ou objetos físicos transformados/processados.	Obtenção de especificações de projeto que não correspondem às necessidades do cliente, valores imprecisos e incorretos de parâmetros para o dimensionamento do produto e suas partes.	X	
	Riscos nos Domínios ou Riscos Organizacionais	Incertezas relacionadas ao projeto do produto, as quais abrangem riscos relacionados à organização dos processos (planejamento, execução, controle) e também à equipe de projeto no que tange aos domínios de conhecimento demandados nas atividades de projeto do produto (habilidades de comunicação e coordenação; experiência).	Falta de capacitação do time sobre o uso da ferramenta, falta de pessoal capacitado para a modelagem e simulação do produto, pouca participação dos clientes no processo de levantamento das informações (projeto informacional).	X	X
	Riscos nos Mecanismos ou Riscos Técnicos	Incertezas relacionadas ao projeto do produto, as quais abrangem riscos conectados à viabilidade e à qualidade técnicas de um produto, derivados dos métodos, ferramentas e demais recursos adotados na execução das atividades do projeto.	Falta de banco de dados e catálogos de princípios que auxiliem na montagem da matriz morfológica, programas com ausência de recursos para a modelagem e simulação das soluções, tecnologia disponível não se encontra madura para a implementação do produto.	X	X
	Riscos Gerenciais de Escopo, de Tempo e de Qualidade	Incertezas relacionadas ao planejamento do projeto, as quais abrangem riscos referentes ao escopo do produto e do projeto, ao tempo de execução (cronograma e sequenciamento de atividades) e aos critérios de qualidade do produto.	Riscos de escopo: mudanças frequentes no escopo, realização de mais atividades do que o necessário, não atendimento ao escopo do produto/projeto. Riscos de Tempo: estimativas inadequadas, atrasos. Riscos de Qualidade: defeitos no protótipo, inspeções feitas às pressas, seleção de fornecedor não confiável, definição inadequada de critérios para a avaliação de propostas.	X	

MACROFATORES	CATEGORIAS	DEFINIÇÃO	EXEMPLOS	AUTORES	
				Grubisic (2009)	Skec, Storga e Marjanovic (2013)
ASPECTOS FINANCEIROS	Riscos Gerenciais de Custos ou Riscos Financeiros Internos	Riscos referentes ao planejamento do projeto no tocante a sua viabilidade financeira, levando em conta as estimativas de recursos e de custos (orçamento), bem como a precificação do produto.	Instalações, quadro de funcionários, pagamento de empréstimos, financiamento. Precificação do produto.	X	X
	Riscos Financeiros Externos	Riscos referentes à viabilidade financeira do projeto, levando em conta taxas de câmbio e inflação (aspectos que impactam o valor de mercado do projeto e seus lucros).	Taxas de câmbio. Inflação.		X
	Riscos Regulatórios	Esta categoria representa uma fonte externa de incerteza e abrange riscos legislativos (mudança de leis nos quesitos de segurança, saúde, ambiente) ou riscos relativos à Propriedade Intelectual (patentes, marcas registradas, direitos autorais).	Legislativos. Propriedade Intelectual.		X
ASPECTOS MERCADOLÓGICOS	Riscos de Mercado	Esta categoria representa uma fonte externa de incerteza ao abranger aspectos relacionados ao cliente e à concorrência, como alterações nos níveis de demanda dos clientes, avaliação da satisfação deles com o produto, e posicionamento do produto em relação aos concorrentes (tecnologia, preço).	Concorrência intensa. Alterações na demanda. Insatisfação do cliente com qualidade/preço/projeto.		X
	Riscos de Parceria	Esta categoria representa uma fonte externa de incerteza e abrange riscos que surgem das relações com sócios e associados (mudanças na colaboração ou competência) e com a rede de colaboradores (dependência de uma única rede/empresa, desencadeando pouca flexibilidade ou limitação de investimentos).	Dependência de uma única rede ou empresa. Mudança nas estratégias dos sócios ou associados, moral/experiência/colaboração/competência do parceiro.		X
	Riscos de Gestão	Esta categoria representa uma fonte interna de incerteza ao abranger aspectos relacionados à compreensão das necessidades do cliente, assim como dos riscos contratuais e com eventuais mudanças na estratégia da empresa.	Mudanças na estratégia da empresa, incompreensão da necessidade do cliente. Especificação imprecisa no contrato, termos e condições inadequados.		X

Fonte: adaptado de Grubisic (2009); Skec, Storga e Marjanovic (2013)

### 3. DESENVOLVIMENTO DA PESQUISA

O presente capítulo apresenta como esta pesquisa é classificada em termos de sua natureza, objetivos, abordagem e método, assim como explora as fases, etapas e atividades da pesquisa-ação, ao descrever os ciclos realizados.

#### 3.1. Classificação da pesquisa científica

As pesquisas científicas em Engenharia de Produção podem ser classificadas conforme Figura 3.1.

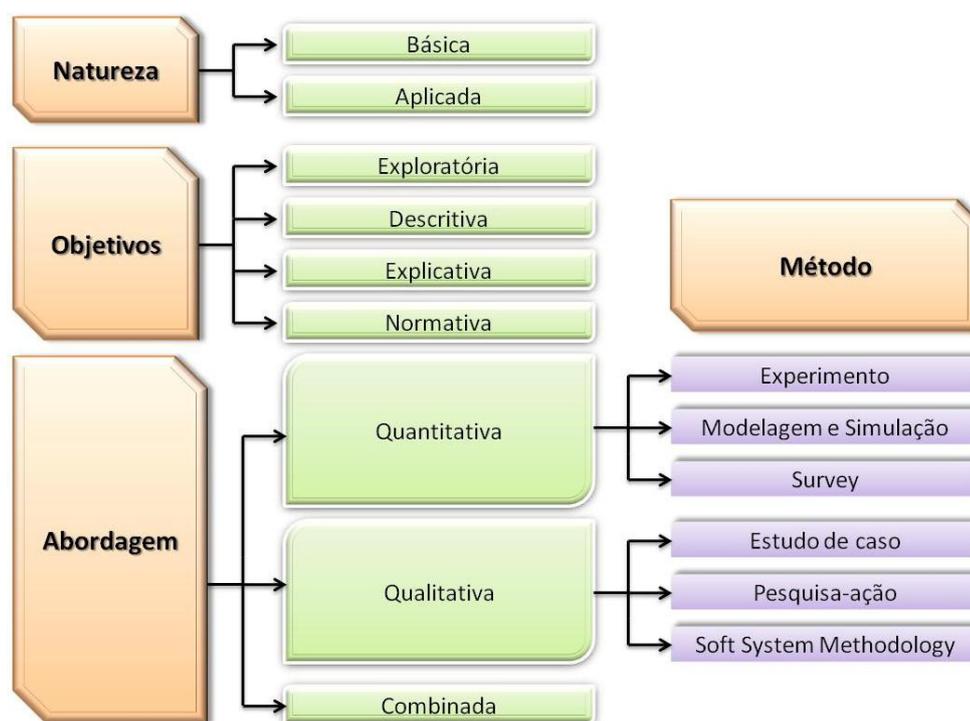


Figura 3.1 – Classificação da pesquisa científica em Engenharia de Produção

Fonte: Turrioni e Mello (2012)

Esta pesquisa classifica-se, quanto a sua natureza, em **aplicada**, pois tem interesse prático, de modo que os resultados sejam aplicados e/ou utilizados na solução de problemas reais (TURRIONI e MELLO, 2012). Já quanto a seus objetivos, esta pesquisa classifica-se como **normativa**, uma vez que se interessa em desenvolver políticas, estratégias e ações para

aperfeiçoar os resultados disponíveis na literatura, além de comparar estratégias relativas a um problema específico (BERTRAND e FRANSOO, 2002).

Quanto à forma de abordagem do problema, esta pesquisa classifica-se, segundo Creswell (2003), como **mista**, pois o pesquisador combina dados qualitativos e quantitativos. Métodos mistos de pesquisa permitem a utilização tanto de perguntas dissertativas quanto de múltipla-escolha, assim como analisam tanto estatística quanto textualmente os dados coletados. Em uma abordagem quali-quantitativa, o pesquisador pode utilizar (CRESWELL, 2003):

- **Procedimentos sequenciais:** iniciar com um método qualitativo para fins exploratórios e partir para um método quantitativo, aplicado em uma grande amostra, de modo que possa generalizar os resultados para a população;
- **Procedimentos concomitantes:** coletar, ao mesmo tempo, dados quantitativos e qualitativos e integrar sua interpretação, a fim de fornecer uma análise compreensível do problema de pesquisa e dos resultados globais.

Por fim, no que concerne o tipo de método, classifica-se como **pesquisa-ação**, pois esta pesquisa social com base empírica é utilizada quando concebida e realizada em estreita associação com uma ação ou com a resolução de um problema coletivo, de tal forma que os pesquisadores e participantes da situação, ou do problema, estejam envolvidos cooperativamente (COUGHLAN e COUGHLAN, 2002; THIOLENT, 2007).

### **3.2. O método pesquisa-ação**

Toda pesquisa-ação é do tipo participativo, ou seja, é absolutamente necessária a participação de pesquisadores e membros do sistema no qual os problemas investigados estão inseridos (THIOLENT, 2007). Coughlan e Coughlan (2002) ratificam essa afirmação, discursando que, por meio da observação participante e interferência no objeto de estudo, o pesquisador é um ator social que modifica intencionalmente a realidade que observa. Ao aplicar método científico para o diagnóstico dos problemas encontrados, bem como para o acompanhamento

e a avaliação das ações desencadeadas em função dos problemas, o pesquisador, ainda, contribui para a produção de conhecimento que guia a prática.

Em outras palavras, a pesquisa-ação é uma estratégia de pesquisa que visa produzir conhecimento e resolver um problema prático. Tais objetivos podem ser definidos como (THIOLLENT, 2007):

- **Objetivos técnicos:** dizem respeito ao levantamento de soluções e à proposição de ações que auxiliem o agente de mudança (pesquisador) na sua atividade transformadora da situação;
- **Objetivos científicos:** visam à obtenção de informações (que seriam de difícil acesso por meio de outros procedimentos) para aumentar a base de conhecimento de determinadas soluções.

A pesquisa-ação pode ser classificada em três modalidades principais, conforme evidencia Quadro 3.1.

Quadro 3.1 – Modalidades da Pesquisa-ação e suas principais características

Tipo de pesquisa-ação	Objetivos	Papel do pesquisador	Relacionamento entre pesquisador e participantes
<b>1. Técnica</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Eficácia/eficiência da prática profissional;</li> <li>• Desenvolvimento profissional.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Especialista externo;</li> <li>• Toma uma prática existente de algum outro lugar e a implementa em sua própria esfera de prática para realizar uma melhora (age de forma mecânica).</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Co-opção (dos praticantes que dependem do pesquisador).</li> </ul>
<b>2. Prática</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Compreensão dos praticantes;</li> <li>• Transformação da consciência dos praticantes;</li> <li>• Além dos objetivos do tipo 1.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Papel socrático, encorajando a participação e a autorreflexão.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Cooperação (“consultoria” do processo).</li> </ul>
<b>3. Emancipatória</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Emancipação dos participantes das regras de tradição, autodecepção e coerção;</li> <li>• Sua crítica da sistematização da burocracia;</li> <li>• Transformação da organização e seus sistemas;</li> <li>• Além dos objetivos dos tipos 1 e 2.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Moderador do processo (responsabilidade compartilhada igualmente com os participantes).</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Colaboração (comunicação sistemática).</li> </ul>

Fonte: adaptado de Turrioni e Mello (2009)

Analisando os objetivos deste trabalho, esta pesquisa-ação se caracteriza como do tipo **prática**, pois além de se buscar a eficácia/eficiência da prática profissional e o desenvolvimento profissional dos participantes do jogo, espera-se assegurar sua compreensão e a transformação da sua consciência com relação aos riscos inerentes ao PDP.

### **3.2.1. Validade e confiabilidade**

A confiabilidade é avaliada após a coleta de dados e indica estabilidade, previsibilidade, consistência e precisão, e refere-se à extensão na qual um procedimento de medida rende os mesmos resultados em tentativas repetidas. Para aumentar a confiabilidade das descobertas, o pesquisador pode utilizar alguma forma de triangulação, tal como o emprego de múltiplos respondentes para uma mesma questão ou o uso de múltiplos métodos de medição (FORZA, 2002). Uma pesquisa é válida quando suas conclusões são corretas. Há três conceitos relacionados: validade interna, quando uma pesquisa identifica relações causais precisamente; validade de constructo, quando uma pesquisa identifica ou nomeia adequadamente as variáveis em estudo; e validade externa, quando uma pesquisa demonstra algo que é verdadeiro para além dos estreitos limites do seu estudo – o que requer que as conclusões sejam verdadeiras não somente para diferentes pessoas, mas também para diferentes condições (TURRIONI e MELLO, 2012).

Para Coughlan e Coughlan (2002), como a pesquisa-ação parte do paradigma de que a realidade pode ser apenas imperfeita e probabilisticamente compreendida, os projetos que usam deste método não pretendem criar um conhecimento universal – e este pode ser um inconveniente. Estes autores afirmam que a principal ameaça à validade da pesquisa-ação é a ausência de imparcialidade por parte do pesquisador. Por isso, é importante que os pesquisadores ordenem consciente e deliberadamente os ciclos da pesquisa-ação, testando suas próprias suposições e extrapolando para outras situações, já que a construção de teoria será incremental, saindo do domínio particular para o geral, em pequenos passos.

### **3.2.2. Estruturação**

A pesquisa-ação envolve um processo cíclico de cinco fases, a saber: planejamento da pesquisa, coleta de dados, análise de dados, tomada de ação e avaliação da ação

(COUGHLAN e COUGHLAN, 2002). Esta sequência de fases está exposta de forma condensada na Figura 3.2. Os círculos representados ao lado de cada fase representam a metafase de monitoramento, a qual ocorre em todos os ciclos e é composta por quatro etapas: planejar, implementar, observar e avaliar, e refletir e agir. O monitoramento é considerado uma fase de melhorias e aprendizagem. Sua importância se deve ao fato de que “o método de pesquisa-ação desenvolve-se em ciclos de planejamento, execução e reconhecimento/descoberta de fatos, com o propósito de avaliar os resultados e preparar uma base racional para novos planejamentos” (MELLO *et al.*, 2012, p. 9).

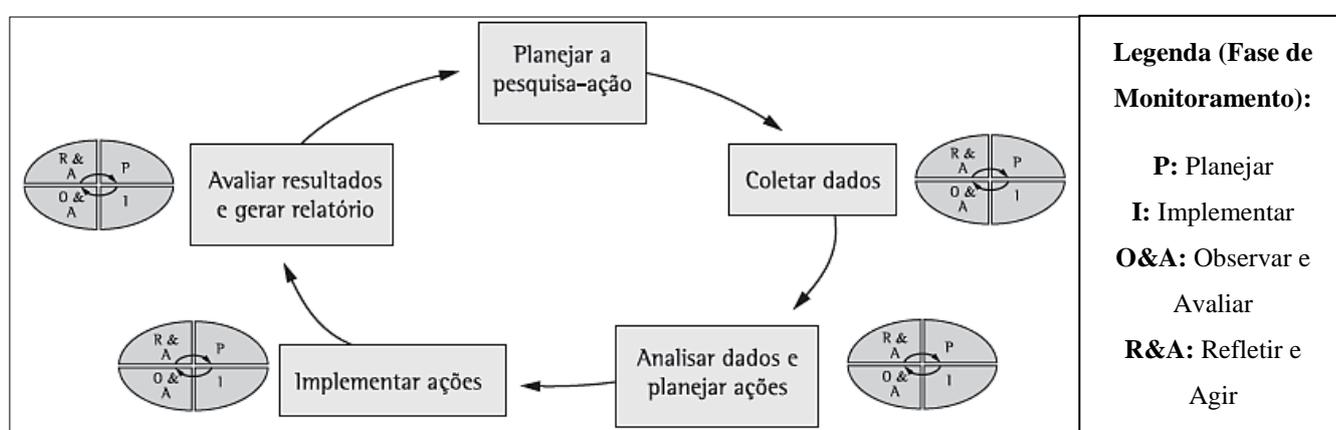


Figura 3.2 – Ciclos da pesquisa-ação

Fonte: adaptado de Coughlan e Coughlan (2002) e Mello *et al.* (2012)

A Figura 3.3 expõe um maior detalhamento da estrutura proposta. As atividades inerentes a cada fase da estrutura para condução de uma pesquisa-ação são elucidadas em seguida.

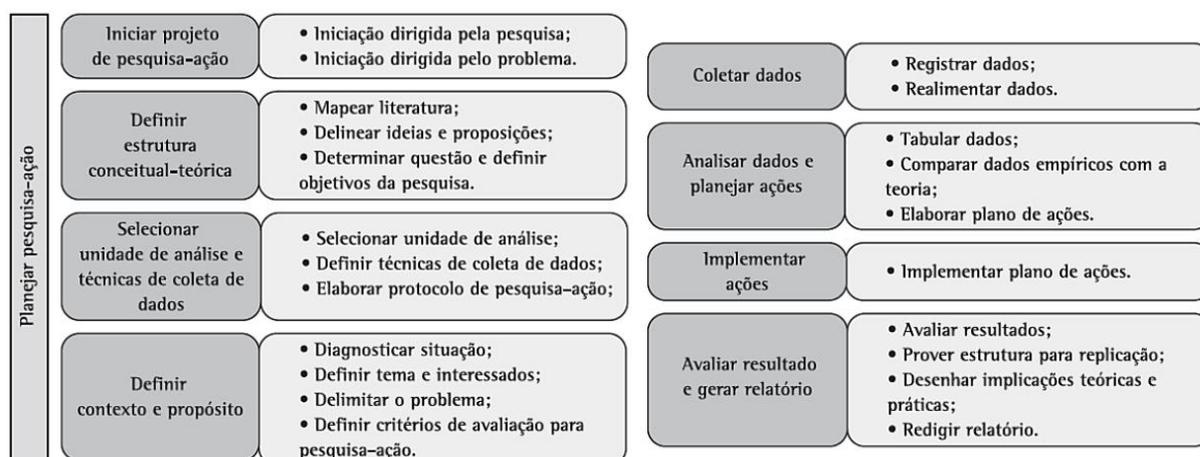


Figura 3.3 – Detalhamento das fases, etapas e atividades da estrutura proposta para pesquisa-ação

Fonte: adaptado de Mello *et al.* (2012)

### 3.2.2.1. Planejamento

#### *Iniciação do projeto*

Esta pesquisa-ação tem sua iniciação dirigida pela pesquisa, o que, nas palavras de Avison, Baskerville e Myers (2001) *apud* Mello *et al.* (2012), significa que o pesquisador, inicialmente, identifica um problema na literatura e depois busca cenários onde esse problema possa ser resolvido cientificamente.

Nesta dissertação, a lacuna identificada foi a necessidade de se trazer para o ambiente acadêmico problemas de ordem prática, que se assemelhem melhor àquele contexto em que empresas reais estão inseridas, proporcionando aos alunos experiências mais próximas às que serão efetivamente vividas por eles quando no mercado de trabalho. A literatura aponta que isso pode ser conquistado por meio da Aprendizagem Baseada em Jogos, dentre outras metodologias de ensino.

#### *Definição da estrutura conceitual-teórica*

Esta etapa consiste na fundamentação teórica do trabalho, a qual identificará problemas passíveis de serem analisados e solucionados, gerando, assim, a questão de pesquisa (MELLO *et al.*, 2012). A estrutura conceitual-teórica desta dissertação baseia-se na literatura acerca do processo atual de aprendizagem e ensino – com ênfase em metodologias ativas, especialmente a Aprendizagem Baseada em Jogos. Ademais, são abordados conceitos relacionados a Processo de Desenvolvimento de Produtos e Gestão de Projetos e, por fim, conceitos relativos a riscos em projetos, especificamente, em projetos de novos produtos. O resultado desta etapa está apresentado no Capítulo 2 deste trabalho.

A partir da fundamentação teórica, foi possível definir como problema de pesquisa a seguinte questão: como contribuir para a formação conceitual e prática no tocante aos riscos do Processo de Desenvolvimento de Produtos?

### *Seleção da unidade de análise e técnicas de coleta de dados*

De acordo com Yin (2001), a maneira mais adequada de se escolher uma unidade de análise deve partir da definição de critérios baseados na questão de pesquisa e nos problemas a serem solucionados.

Assim sendo, para a concepção da unidade de análise, foram consideradas as categorias de riscos priorizadas pelo Método AHP (*Analytic Hierarchy Process* ou Processo de Análise Hierárquica). Nas palavras de Saaty (2008), o AHP é um método sistemático para síntese de prioridades, estruturalmente representadas em uma hierarquia. Whitaker (2007) menciona que o AHP é fundamentalmente uma forma de trabalhar os fatores tangíveis e intangíveis, utilizando comparações em pares. É um processo de estabelecer uma estrutura de todos os fatores essenciais que influenciam o resultado da decisão. O método AHP é executado por meio de três passos, a saber (OZDEMIR e SAATY, 2006):

- **Estruturação do modelo:** consiste na obtenção do modelo de decisão, em forma de uma hierarquia, onde são definidos os objetivos, critérios, subcritérios e alternativas. A estrutura elaborada para este trabalho pode ser visualizada no APÊNDICE A;
- **Realização de comparações:** envolve a utilização de uma matriz de comparações entre os critérios, comparados dois a dois. Para as comparações, geralmente, se adota uma escala linear de 1 a 9, denominada de Escala Fundamental de Números Absolutos, conforme ANEXO B;
- **Análise dos resultados:** para esta priorização, buscou-se descobrir qual a visão das empresas acerca das categorias mais relevantes em termos de impacto e de gestão durante o PDP, comparando-se os critérios de macrofatores entre si (técnicos, financeiros e mercadológicos) e, em seguida, as alternativas de categorias de cada macrofator entre si. Foram consultados seis especialistas do setor automobilístico, entre os dias 13 e 22 de setembro de 2014, escolhidos devido ao seu tempo de experiência com desenvolvimento de produtos e também de experiência no campo automobilístico propriamente dito (vide APÊNDICE H). Optou-se por este setor pelo fato de que ele exige uma metodologia bem definida e estruturada para o PDP,

conforme preconiza o item 7.3 “Projeto e Desenvolvimento” da norma ISO 16949 (INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION, 2009). Além disso, analisando o histórico do perfil de egressos do curso de Engenharia de Produção da UNIFEI, verifica-se que a maioria dos formados parte para o setor automobilístico.

Aos especialistas consultados, foi apresentada a seguinte questão de pesquisa: de acordo com sua vivência no mercado automobilístico, quais são os riscos que você considera mais impactantes e que devem ser gerenciados no processo de desenvolvimento de um produto?

Os resultados obtidos por meio do método AHP estão expostos nas Tabelas 3.1 e 3.2 e também visualmente na Figura 3.4.

Tabela 3.1 – Resultados para a priorização dos macrofatores de riscos em desenvolvimento de produtos

<b>MACROFATORES</b>		
<b>1</b>	Aspectos Financeiros	60%
<b>2</b>	Aspectos Técnicos	22%
<b>3</b>	Aspectos Mercadológicos	19%

Fonte: autora

Tabela 3.2 – Resultados para a priorização das categorias de riscos em desenvolvimento de produtos

<b>CATEGORIAS</b>		
<b>1</b>	Riscos Gerenciais de Custo ou Riscos Financeiros Internos	37%
<b>2</b>	Riscos Financeiros Externos	13%
<b>3</b>	Riscos de Mercado	11%
<b>4</b>	Riscos Regulatórios	10%
<b>5</b>	Riscos Gerenciais de Escopo, Tempo e Qualidade	9%
<b>6</b>	Riscos de Gestão	6%
<b>7</b>	Riscos nas Saídas	4%
<b>8</b>	Riscos nas Entradas	3%
<b>9</b>	Riscos nos Domínios ou Riscos Organizacionais	3%
<b>10</b>	Riscos nos Mecanismos ou Riscos Técnicos	3%
<b>11</b>	Riscos de Parceria	2%

Fonte: autora

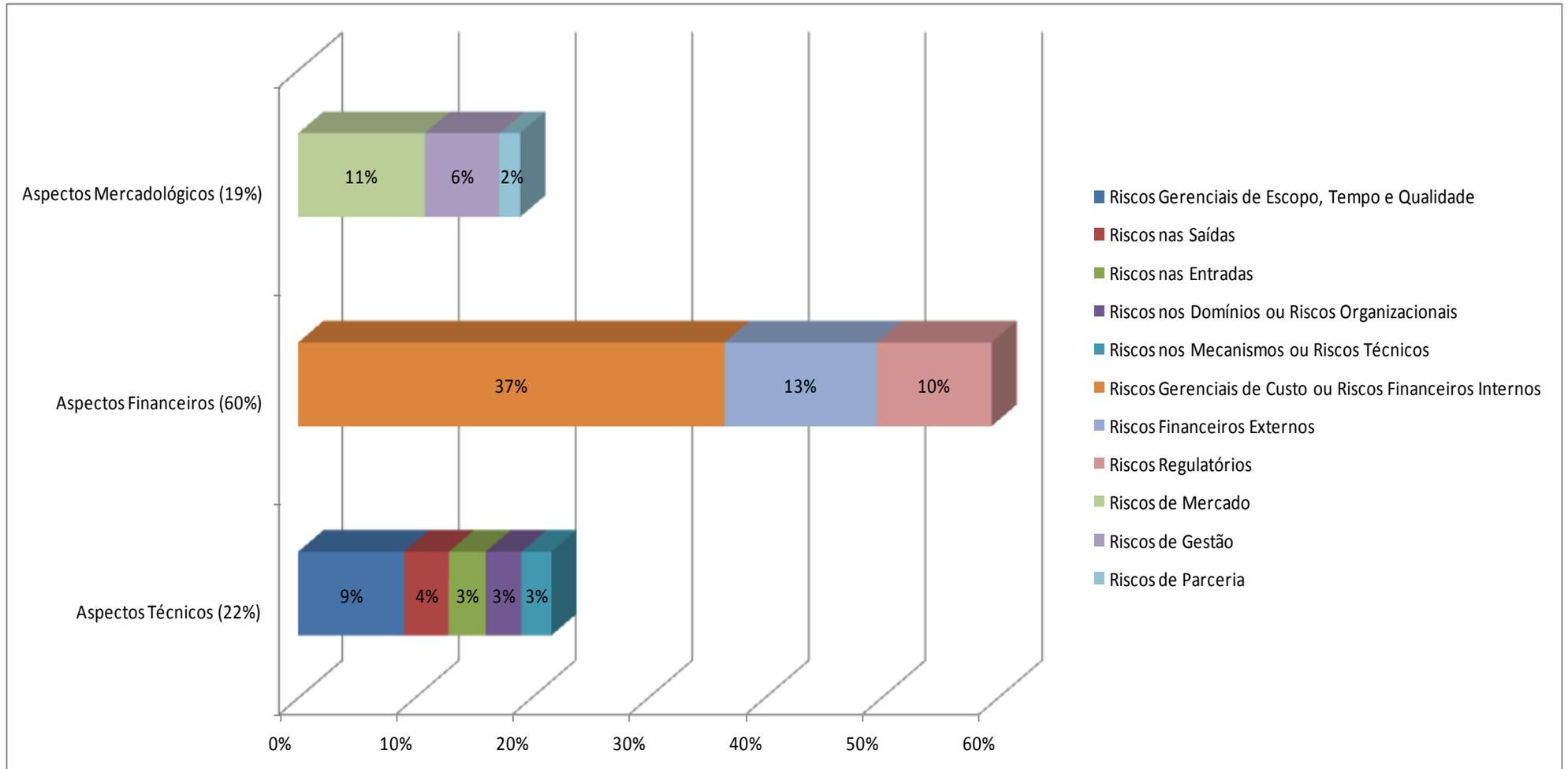


Figura 3.4 – Resultados para a priorização dos macrofatores e das categorias de riscos em desenvolvimento de produtos via método AHP

Fonte: autora

Com base em tais resultados, optou-se por incorporar ao objeto de estudo as quatro categorias de riscos do PDP mais representativas em termos percentuais: Riscos Gerenciais de Custo (ou Riscos Financeiros Internos – 37%); Riscos Financeiros Externos (13%); Riscos de Mercado (11%) e Riscos Regulatórios (10%).

A unidade de análise é um jogo para construção de uma torre a partir da utilização de copos de plástico descartáveis, palitos de madeira e fita adesiva. Os alunos são divididos em equipes e cada equipe recebe este material em kits. Caso algum item do kit não seja utilizado, ele poderá ser devolvido e ter seu respectivo valor abatido do investimento inicial. Cada equipe recebe, juntamente com o kit, um contrato de prestação de serviço (vide APÊNDICE B), o qual deve ser entregue com os campos “custo unitário do produto” e “preço unitário de venda” preenchidos. Neste contrato, cada equipe é considerada um fornecedor e os pesquisadores são tratados como os clientes, cuja única necessidade claramente expressa, a princípio, é uma torre “bonita”. Dada a subjetividade deste termo, espera-se que as equipes acionem os clientes para descobrir o que é beleza – para os clientes, uma torre “bonita” é uma torre alta. A fim de se aproximarem mais do preço de venda que os clientes estão dispostos a pagar, é esperado também que as equipes os procurem para descobrir qual o preço médio praticado pelo mercado. Esses dois dados vêm em cartões (vide APÊNDICE C), que são entregues àquelas equipes que solicitam tais informações. No contrato são especificados: o valor de cada unidade do material disponível, a incidência de impostos, a demanda mensal prevista (a qual é alterada após entrega das torres), o prazo para entrega da torre e os critérios para escolha do fornecedor (a saber: o tempo para o desenvolvimento da amostra da torre; o preço e o custo unitário de venda; o investimento para o desenvolvimento da torre; o atendimento aos requisitos de qualidade e a viabilidade econômica). A viabilidade econômica é medida em termos da divisão do valor do investimento inicial de cada equipe pelo seu respectivo lucro (receitas subtraídas dos custos). Espera-se, ainda, que as equipes se perguntem quais são esses “requisitos de qualidade” previstos em contrato, já que dois outros requisitos não explícitos são a torre não apresentar palitos aparentes (pois se trata de um brinquedo e será manuseada por crianças) e permanecer estável quando submetida a um plano inclinado. Logo, os requisitos de qualidade são: altura, estabilidade e segurança. Todos os critérios são relativizados, de modo que a equipe que apresenta o melhor desempenho em um critério recebe nota correspondente a 100% e se faz o cálculo proporcional para os demais

competidores. O fornecedor escolhido será o que apresentar melhor pontuação global. O jogo é composto, ainda, por uma atividade chamada de vivência, já que:

Os programas em grupo se caracterizam também por um ambiente de apoio mútuo, baseado nos crescentes recursos interpessoais dos participantes ao longo do processo. É nesse contexto de grupo que se colocam a importância e a pertinência do uso de vivências como parte da metodologia de intervenção [...]. A vivência, portanto, pode ser entendida como uma atividade estruturada de modo análogo ou simbólico a situações cotidianas de interação social dos participantes, que mobiliza sentimentos, pensamentos e ações, com o objetivo de suprir *déficits* e maximizar habilidades sociais (DEL PRETTE e DEL PRÉTTE, 2001, p. 104 e 106).

Para estes autores, a atividade de vivência oportuniza a observação, descrição e *feedback* por parte do facilitador e também dos participantes. Em razão disso, este objeto de estudo propõe que, após a atividade de construção da torre e apresentação da classificação geral das equipes, os participantes se reúnam novamente em equipes para discutirem entre si aspectos que consideraram impactantes para o resultado final do produto, assim como para traçarem um paralelo entre o jogo e uma experiência de PDP na vida real. *A posteriori*, essa discussão é aberta para todos os participantes, momento no qual os pesquisadores interagem com as equipes, fazendo intervenções a partir dos comentários feitos por cada uma delas.

Tal vivência é finalizada com uma breve revisão de literatura dos riscos inerentes a qualquer PDP (vide Capítulo 2) e com uma exposição da visão das empresas do setor automobilístico acerca de quais destas categorias de riscos são usualmente priorizadas em seus projetos (resultados obtidos por meio do método AHP). A partir daí, ainda na apresentação realizada aos participantes, descreve-se como o objeto de estudo abordou cada categoria priorizada:

- Com relação aos **Riscos Financeiros Internos** (37%), o jogo limita as equipes a um orçamento, sujeitando-as também a critérios financeiros para somatório da pontuação final e conseqüente escolha do fornecedor: investimento inicial, custo final da amostra, preço de venda e viabilidade econômica. Ao estabelecerem um custo final, os jogadores estão estimando material, quadro de funcionários e prazo para entrega. Além disso, saber qual o preço que o mercado está disposto a pagar é relevante para as equipes: esse dado é disponibilizado para aquelas que buscam tal informação (cartões);

- Já no que tange os **Riscos Financeiros Externos** (13%), a demanda inicial prevista em contrato de 10 torres/mês é reduzida para 5 unidades mensais, após entrega das torres e dos contratos preenchidos, para simular a possibilidade de uma crise (alta no dólar, inflação), o que impactará os lucros esperados;
- Quanto aos **Riscos de Mercado** (11%), no contrato há uma imprecisão proposital no escopo do produto. Por isso, é esperado que as equipes utilizem os cartões para compreender e satisfazer as necessidades dos clientes e que observem os colegas durante o tempo de desenvolvimento da torre, pois isso significa que estão buscando conhecer a concorrência e estabelecer uma estratégia. Isso se torna necessário, já que, ao impor às equipes vários aspectos a serem observados, dificilmente uma única equipe se sairia bem em todos os critérios de avaliação;
- Os **Riscos Regulatórios** (10%) são abordados com o surgimento de leis exigindo condições de segurança e estabilidade, as quais passam a ser critérios de qualidade e impactam o planejamento financeiro do projeto das equipes.

O planejamento da pesquisa-ação envolve, ainda, a definição de técnicas a serem empregadas na coleta de dados. A combinação e o uso de diferentes técnicas contribuem para a validação da pesquisa. Para este trabalho, utiliza-se da triangulação, a qual segundo Woodside e Wilson (2003) inclui: observação participante do pesquisador no ambiente da pesquisa; sondagens através de questionamentos dos participantes por explicações; interpretações dos dados operacionais e análises, tanto de documentos escritos, quanto do ambiente em que o objeto de estudo se dá.

Com relação aos documentos escritos para coleta de dados, foram utilizados questionários, formulários e planilhas eletrônicas do Microsoft Office Excel. Segundo Marconi e Lakatos (2003), **formulários** consistem em um sistema para obtenção de dados diretamente do entrevistado que permitem adaptação ao objeto de investigação e aos meios que se possui para realizar o trabalho. A precisão das informações é possível graças à presença do pesquisador, possibilitando explicar os objetivos da pesquisa, orientar quanto ao preenchimento do formulário e elucidar o significado de algumas perguntas que não estejam claras.

Já os **questionários** são uma série ordenada de perguntas divididas em uma lista de assuntos. Alguns dos pontos fortes dos questionários são: a maior liberdade nas respostas, em razão do anonimato, e a maior uniformidade na avaliação, em virtude da natureza impessoal desta técnica (MARCONI e LAKATOS, 2003).

#### *Definição do contexto e propósito*

Consiste na descoberta do campo de pesquisa, dos interessados e de suas expectativas, bem como estabelece o primeiro diagnóstico, no qual informações iniciais são levantadas e os principais objetivos da pesquisa são elucidados (THIOLLENT, 2007).

Devido à disseminação da tecnologia, os estudantes de hoje, já fluentes na linguagem digital, têm necessidade de interatividade e, por essa razão, apresentam expectativas de ensino superior destoantes da educação que atualmente recebem. Consequentemente, para contemplar as experiências de aprendizagem desejadas pelos alunos, é exigida uma revisão das estruturas pedagógicas, de modo a incorporar parâmetros que surgiram graças ao contato recorrente desses jovens com dispositivos tecnológicos (OJIAKO *et al.*, 2011). Uma atualização do programa de ensino pode contribuir para melhor atender, também, às expectativas do próprio mercado de trabalho. A simulação, em sala de aula, de ambientes reais serve de treinamento para os alunos: apresentações orais e competições entre equipes, por exemplo, oportunizam aos estudantes o despertar de sua capacidade de inovação e criatividade (SILVA, HENRIQUES e CARVALHO, 2009).

Assim sendo, alunos, professores, instituições de ensino e empresas têm demonstrado interesse em metodologias de ensino que foquem na aprendizagem colaborativa e na experimentação ativa. Como resultado, eles esperam, não só assegurar uma melhor preparação para o mercado de trabalho, mas também aumentar os níveis de retenção do conteúdo e de motivação dos alunos durante o processo de aprendizagem. A metodologia ativa de ensino que esta dissertação se propõe a explorar é a Aprendizagem Baseada em Jogos. Logo, o objeto de estudo é um jogo, que tem como escopo ensinar, especificamente, riscos no PDP – definidos na estrutura conceitual-teórica.

Este contexto direciona o objetivo geral desta pesquisa: identificar e priorizar os riscos inerentes ao PDP, que permitam aperfeiçoar um jogo para ensino e aprendizagem destes conceitos. Os objetivos específicos estão desmembrados em objetivos científicos e objetivos técnicos no Capítulo 1 deste trabalho.

### **3.2.2.2. Coleta de dados**

Para a coleta de dados referentes ao conhecimento interiorizado depois do jogo, utilizou-se o formulário exposto no APÊNDICE D. Para verificar se houve melhora no aprendizado, este mesmo formulário foi respondido pelos participantes antes e depois do jogo. Com relação às informações registradas para início da discussão na atividade de vivência, foi utilizado o formulário apresentado no APÊNDICE E. Já para identificação da percepção dos participantes com relação ao jogo e de oportunidades de melhoria, foi utilizada uma adaptação do questionário validado na tese de Savi (2011) (vide ANEXO B): este instrumento, conforme apresentado no Capítulo 2, foi adaptado em 2012 para um projeto de Iniciação Científica da UNIFEI, aplicado juntamente aos alunos de graduação em Engenharia de Produção da mesma universidade, matriculados na disciplina de “Gestão do Processo de Desenvolvimento de Produtos”, não sendo, portanto, necessária a realização de um pré-teste, conforme preconizam Marconi e Lakatos (2003). Planilhas eletrônicas do Microsoft Office Excel foram utilizadas para registro dos critérios para pontuação das equipes e cálculos para definição da equipe vencedora.

### **3.2.2.3. Análise de dados e planejamento de ações**

Coughlan e Coughlan (2002) afirmam que a análise dos dados na pesquisa-ação é feita de modo colaborativo – tanto o pesquisador quanto os membros do sistema cliente participam desta etapa. O envolvimento dos membros é crucial, pois eles conhecem melhor a empresa; sabem o que irá funcionar; e são os responsáveis por seguir as ações propostas. Ao final da análise, deve surgir um plano de ação para resolver o problema técnico tratado na pesquisa. No caso desta dissertação, os membros do sistema cliente são os participantes do jogo. Para este trabalho, é importante identificar, por exemplo, o que precisa ser explicado melhor aos participantes em termos de proposta do jogo; como assegurar sua motivação e seu aprendizado; e como garantir uma experiência divertida e desafiadora. A seguir, são

apresentados a análise de dados e o planejamento de ações para cada um dos ciclos desta pesquisa-ação.

#### **3.2.2.4. Implementação de plano de ações**

Os ciclos realizados nesta dissertação são apresentados a seguir, em ordem cronológica. Cada ciclo da pesquisa-ação é descrito em quatro seções que correspondem às etapas da fase de monitoramento: Planejar; Implementar; Observar e Avaliar; e Refletir e Agir. As palavras “jogo” e “dinâmica” são utilizadas como sinônimos, assim como “torre” e “amostra”.

#### **1° Ciclo:**

##### **1. Planejar**

A partir do interesse da professora do curso técnico em Administração, do Colégio de Itajubá, também aluna do curso de Mestrado em Engenharia de Produção da UNIFEI, surgiu a oportunidade de uma primeira aplicação do jogo, a ser realizada em sua aula de Planejamento Estratégico. As datas cogitadas foram 26 de setembro ou 3 de outubro. Após acordos com a coordenação do colégio, foi fixada a data de 26 de setembro de 2014, por ser considerada a mais adequada para eventuais ajustes antes da segunda aplicação – já planejada para o dia 8 de outubro. A escola se responsabilizou pelo deslocamento dos alunos até a UNIFEI, onde a dinâmica seria realizada a partir das 19h00min.

##### **2. Implementar**

Conforme mencionado, o 1° Ciclo desta pesquisa-ação ocorreu no dia 26 de setembro de 2014 e contou com a participação de 15 alunos. Como a professora da disciplina também participou do jogo, foram formadas quatro equipes, com quatro elementos. O deslocamento dos alunos até a UNIFEI levou em torno de 30 minutos, impactando o início do jogo, o qual começou às 19h30min.

Primeiramente, foi feita uma contextualização do PDP como uma estratégia de inovação das empresas para aumentarem suas receitas e/ou reduzirem seus custos. Foi enfatizado que

desenvolver produtos exige investimentos que podem não ser recuperados se o produto for um fiasco. Em outras palavras, iniciou-se a discussão sobre os riscos que este processo envolve: esta atividade durou 16 minutos. Em seguida, houve uma breve explicação do propósito desta pesquisa e aplicou-se o formulário para um prognóstico do nível de conhecimento dos alunos em PDP: esta atividade durou 20 minutos e houve perguntas por parte dos estudantes sobre os termos “escopo” e “qualidade intrínseca”, pois desconheciam seu significado. O próximo passo foi um conciso esclarecimento do jogo propriamente dito, partindo para a entrega do material necessário para que os participantes dessem início à dinâmica. Por material, entende-se: kits e contrato para construção das torres. A última equipe levou 33 minutos para entregar a amostra final juntamente com o contrato, e deu-se, então, por encerrada a atividade de realização da dinâmica. Fotos da construção da torre pelos participantes deste 1º Ciclo podem ser visualizadas na Figura 3.5.

A próxima tarefa ficou por conta dos pesquisadores e consistiu em calcular a pontuação global de cada equipe. Por ser a primeira aplicação do jogo, surgiram dificuldades na montagem da planilha com as fórmulas para relativização da nota, o que impactou o tempo gasto nesta atividade. Após calcular a pontuação de todas as equipes, foi apresentada a classificação geral – a equipe vencedora foi a equipe 3, que apresentou melhor custo final da amostra. A atividade de cálculos e apresentação dos resultados para os alunos levou 40 minutos.

A seguir, deu-se início à vivência, entregando o formulário para cada equipe apontar o que percebeu como mais impactante para o resultado final da torre. Foram dados alguns minutos para discussão entre os alunos antes de se ampliar a discussão para toda a turma de participantes: esta atividade durou 26 minutos. Por fim, aplicou-se novamente o formulário para avaliação do nível de conhecimento em PDP – desta vez, para se ter um diagnóstico do conteúdo que foi interiorizado a partir do jogo. Esta foi a última atividade realizada e durou 12 minutos, sendo finalizada às 22h05min.



Figura 3.5 – Construção da torre pelos participantes do 1º Ciclo

Fonte: autora

### 3. Observar e analisar

Observou-se que o tempo pré-determinado de 20 minutos para desenvolvimento da torre foi insuficiente para todas as equipes, muito embora todas elas já tenham partido para a execução da amostra em si, sem preocuparem-se com esboços ou outro tipo de ferramenta para planejamento. Surgiram questionamentos por parte dos alunos sobre o número de torres que deveriam ser construídas: o contrato especificava que a demanda mensal com o fornecedor escolhido seria de dez torres, o que causou dúvidas se deveriam ser desenvolvidas dez amostras ou apenas uma. Nenhuma equipe procurou os clientes (no caso, os pesquisadores) para compreender o que se entendia por torre bonita, tampouco para identificar qual seria o preço médio que o mercado estava disposto a pagar – ou seja, neste ciclo não foram utilizados os cartões (APÊNDICE C). Houve ligeira dispersão entre os alunos na atividade de cálculos para definição da equipe vencedora, atividade essa executada pelos pesquisadores.

Durante a vivência, todas as equipes citaram não terem se preocupado em observar os colegas enquanto desenvolviam sua torre, levando os pesquisadores a esclarecer que, se observam as outras equipes, observam a concorrência para conhecê-la, o que pode ajudá-los a adotar uma estratégia preferencialmente a outra e, assim, posicionar seu produto. Além disso, foi nesse momento que se tornou evidente que as equipes se equivocaram ao efetuarem os cálculos do custo final da amostra, pois não consideraram a curva de aprendizagem ao definir o tempo e a

mão de obra necessários para produção em série da torre desenvolvida (aprende-se com os erros e o processo fica mais fácil, mais rápido... “Será que todos os membros da equipe foram fundamentais para desenvolver o produto ou seria possível reduzir o time?”). Nesta atividade foi também esclarecido aos alunos que a previsibilidade está relacionada à demanda (se a demanda cai, demora-se mais para recuperar o investimento), assim como os fatos de que a estratégia está relacionada ao posicionamento; organização e persistência estão conectadas ao ciclo “Projetar – Construir – Testar”; é necessário ter especificações de qualidade claras o suficiente para não se ter uma perspectiva ampla demais do produto; recursos não fazem referência apenas a material, mas também a tempo e custos etc. O Quadro 3.2 expõe um panorama do que as quatro equipes deste 1º Ciclo citaram como fatores impactantes no desenvolvimento da amostra.

Como o Colégio de Itajubá havia liberado os alunos por três horas (das 19h00min às 22h00min) e considerando-se o tempo de 30 minutos gasto para deslocamento dos alunos até a UNIFEI, o horário programado para retorno à escola restringiu a aplicação do questionário para avaliação do jogo. Por essa razão, solicitou-se à professora que entregasse tais questionários aos participantes em sua próxima aula. Este material foi devolvido respondido no dia 06 de outubro, 10 dias após a realização da dinâmica.

Quadro 3.2 – Aspectos impactantes no resultado final do produto, segundo participantes do 1º Ciclo da pesquisa

<b>Aspecto impactante</b>	<b>Como esse conhecimento seria importante em um PDP na prática?</b>
Criatividade e inovação	Para se desenvolver um produto novo, é preciso criatividade.
Trabalho em equipe / Comunicação	Ajuda na execução do produto. Tempestade de ideias para elaboração de um produto melhor. Importância de se saber ouvir.
Persistência / Disciplina	Acreditar que a execução do produto dará certo.
Controle de tempo	Atendimento ao requisito de prazo.
Qualidade	Buscar a melhoria contínua e a satisfação do cliente.
Previsibilidade / Planejamento / Viabilidade econômica	Possibilita eficiência (utilização de menos materiais) e redução de custos. Definição das funções do produto e da estratégia para seu desenvolvimento.
Organização	Para não confundir ferramentas.

Fonte: autora

Dentre os comentários feitos pelos participantes deste 1º Ciclo, no campo de “sugestões para melhoria” do questionário de avaliação do jogo: seis alunos citaram que deveria haver uma pausa para água ou lanche, pois “ficaram muito tempo em sala”; dois alunos mencionaram que deveria ser aumentado o tempo para construção da torre; dois alunos desejaram mais perguntas por parte dos próprios estudantes; um aluno gostaria de uma premiação para a equipe campeã e um aluno disse que “a dinâmica foi muito produtiva.

#### **4. Refletir e agir**

Verificou-se que nesta primeira versão do formulário para avaliação do conhecimento teórico, não foi incorporada uma pergunta que seria de interesse dos pesquisadores: “Em uma escala de 0 a 5, qual é seu nível de conhecimento em desenvolvimento de produtos? (0 = nenhum conhecimento, 5 = grande domínio do assunto)”. Esta questão foi, então, incorporada na segunda versão do referido formulário, para utilização nos ciclos subsequentes (vide APÊNDICE D). Outra alteração que se fez necessária foi aumentar de 20 para 30 minutos o tempo pré-determinado para desenvolvimento da amostra, já que as duas primeiras equipes a finalizarem a tarefa, simultaneamente, extrapolaram o prazo em sete minutos. É sabido que a vivência não ocorreu como planejado, pois se desejava que tivessem sido apresentados os resultados da revisão bibliográfica e da priorização dos riscos via método AHP. Porém, a questão do tempo foi impeditiva e essa apresentação não pôde ser realizada. Ademais, evidenciou-se que seria útil esclarecer que deveria ser desenvolvida apenas uma torre como amostra e mencionar a curva de aprendizagem para cálculo do custo final do produto. Verificou-se que o tempo gasto para a atividade de cálculo da pontuação global das equipes poderia ser reduzido quando realizada nos ciclos seguintes, uma vez que as fórmulas para relativização das notas já estavam corretamente registradas em uma planilha modelo. Cogitou-se realizar o próximo ciclo sem a utilização dos kits pré-montados, liberando o material no momento e na quantidade que cada equipe solicitasse. Por fim, para os ciclos subsequentes, foram considerados os aspectos de pausa (ou intervalo) e premiação para equipe vencedora.

#### **2º Ciclo:**

##### **1. Planejar**

Após aprovação de artigo no 34º Encontro Nacional de Engenharia de Produção (ENEGEP), os pesquisadores constataram a possibilidade de aproveitar a ida ao congresso para realização do 2º Ciclo desta pesquisa-ação. O interesse surgiu também pela possibilidade de ter participantes de características heterogêneas, haja vista o porte nacional do evento, englobando docentes e, tanto alunos recém-chegados à universidade, quanto alunos concluintes. Foi realizado contato com o organizador dos Minicursos daquela edição do

congresso e no dia 8 de julho de 2014 foi confirmado o Minicurso de “Processo de Desenvolvimento de Produtos” para o dia 8 de outubro, das 8h30min às 12h30min. Entretanto, no dia 11 de setembro foi divulgada a programação final do ENEGEP e verificou-se que todos os Minicursos teriam a duração de três horas e trinta minutos – não mais de quatro horas. O congresso foi realizado na cidade de Curitiba, no Paraná, tendo como sede o campus da Universidade Positivo.

## **2. Implementar**

Conforme mencionado, o 2º Ciclo desta pesquisa-ação ocorreu no dia 8 de outubro de 2014, no 34º ENEGEP, e contou com 20 participantes, que foram divididos em cinco equipes, com quatro elementos. É relevante citar que havia participantes de todas as regiões do Brasil, desde profissionais que trabalhavam há anos na área de desenvolvimento de produtos e também lecionavam a disciplina, a alunos que ainda cursavam a graduação em Engenharia de Produção, com pouco ou nenhum conhecimento prévio em desenvolvimento de produtos.

A dinâmica estava programada para iniciar às 8h30min, porém ainda havia poucos participantes neste horário, de modo que se optou por aguardar a chegada dos demais. Assim sendo, o jogo teve início às 8h53min, com uma contextualização do PDP como uma fonte de receita para as empresas e uma forma de reduzir seus custos. Foram também enfatizadas as incertezas que permeiam tal processo: esta atividade durou 13 minutos. Em seguida, aplicou-se o formulário para um prognóstico do nível de conhecimento em PDP dos participantes, o que levou 17 minutos. O próximo passo foi uma apresentação do jogo, partindo para a entrega do contrato. Desta vez, como dito anteriormente, não foram utilizados os kits pré-montados e a entrega dos itens ocorreu a partir da requisição de cada equipe, na quantidade que julgasse necessária. A última equipe levou 80 minutos para finalizar a tarefa, quando se deu por encerrada a atividade de realização da dinâmica. Cabe aqui mencionar que, à medida que as equipes concluíam a construção da torre e entrega do contrato, eram dispensadas para um intervalo para um café na área de convivência da universidade sede do congresso. Fotos da construção da torre pelos participantes deste 2º Ciclo podem ser visualizadas na Figura 3.6.

Após todos os participantes terem tido um intervalo, procedeu-se ao cálculo da pontuação global de cada equipe e à apresentação da classificação geral, o que levou 15 minutos – a

campeã foi a equipe 1, que apresentou melhor custo final da amostra e melhor preço de venda. A equipe vencedora recebeu uma caixa de pés-de-moleque como premiação, mas os demais participantes também receberam outra caixa desses doces para dividirem entre si, em recompensa pelo seu esforço e dedicação ao projeto da torre. A seguir, entregou-se o formulário para iniciação da vivência e, após alguns minutos para discussão entre as equipes, foi aberta a discussão para toda a turma de participantes: esta atividade durou 40 minutos. Concluída esta atividade, foram apresentados quais são os riscos apontados pela literatura como inerentes ao PDP, bem como os resultados da priorização das categorias de riscos, segundo os especialistas em PDP entrevistados para esta pesquisa. O intuito neste momento foi também elucidar a razão e a maneira como aquelas categorias priorizadas foram abordadas no jogo: esta atividade durou 15 minutos. Por fim, aplicou-se novamente o formulário para avaliação do conhecimento teórico em PDP, obtido depois do jogo: esta atividade durou 10 minutos, sendo finalizada às 12h15min.



Figura 3.6 – Construção da torre pelos participantes do 2º Ciclo

Fonte: autora

### 3. Observar e analisar

Observou-se que o tempo pré-determinado de 30 minutos para desenvolvimento da torre foi insuficiente para todas as equipes. Apenas uma das cinco equipes elaborou esboços e dispendeu em planejamento 50% do tempo disponível – esta foi a equipe vencedora, após

cálculos da pontuação global. As cinco equipes procuraram o cliente para compreender o que se entendia por torre bonita, mas apenas uma delas o fez para identificar o preço médio praticado pelo mercado.

A vivência foi pontuada pela narrativa dos participantes professores de suas experiências vividas no mercado de trabalho e em sala de aula. Houve levantamento de questões como: “o que é inovação?”, “o que é invenção?”, “até que ponto a inovação pode ser incorporada e gerenciada no PDP?”... Isso desencadeou a intervenção dos pesquisadores, mencionando que a inovação pode variar conforme seu objetivo (inovação de modelo de negócio, de processo ou de produto) e que o conceito pode ainda abranger impactos diferenciados (inovação radical ou inovação incremental). O Quadro 3.3 expõe um panorama daquilo que os 20 participantes deste 2º Ciclo citaram como fatores impactantes no desenvolvimento da amostra.

Quadro 3.3 – Aspectos impactantes no resultado final do produto, segundo participantes do 2º Ciclo da pesquisa

<b>Aspecto impactante</b>	<b>Como esse conhecimento seria importante em um PDP na prática?</b>
Entendimento de necessidades / requisitos do cliente	Com o conhecimento das especificações do cliente, o produto é mais bem desenvolvido e tem mais chances de sucesso. Avaliação do preço.
Trabalho em equipe / Sinergia / Negociação / Comunicação	Garantia de maior eficiência no PDP; ter respeito, harmonia e equilíbrio na equipe (bom relacionamento entre os membros e integração); impulsionar o grupo a colaborar para atingir o objetivo; acreditar no potencial do outro. Captação de todas as ideias que surgiram da reunião inicial para construção do projeto (tempestade de ideias).
Planejamento e clareza de objetivos / Organização	“Saber onde eu quero chegar e como vou chegar”. Auxílio na tomada de decisões. Facilitação na construção da amostra.
Conhecimento tácito / Conhecimento das características técnicas dos insumos	Facilidade na concepção do produto. Se não houver o conhecimento, não se consegue desenvolver o produto. Uso do conhecimento matemático para sustentação da base da torre. Observação e diagnóstico do local em que produto será construído.
Controle de tempo	Atendimento ao prazo: todo projeto possui início, meio e fim.
Análise de recursos	Depois de feita a amostra, foi possível ver que os recursos utilizados poderiam ser reduzidos (fita adesiva, mão de obra).
Disponibilidade do cliente	Se o contrato não contém muitas informações, o cliente deve estar disponível para responder questionamentos.
Qualidade	Avaliação de quais são os requisitos de qualidade do cliente para atendimento a suas necessidades e às da produção (normas como NBR e ISO).

Fonte: autora

A restrição de tempo foi igualmente uma dificuldade neste 2º Ciclo da pesquisa, haja vista a redução em 30 minutos, imposta pela organização do evento, na duração do Minicurso. Isso inviabilizou a aplicação do questionário para avaliação da dinâmica, mas não comprometeu o objetivo principal que é avaliar se, dentre os participantes do objeto de estudo, houve melhora no nível de conhecimento em riscos do PDP.

Buscou-se realizar uma melhor caracterização da amostra deste 2º Ciclo, solicitando à secretaria da organização do evento o envio de lista com os endereços eletrônicos dos participantes do minicurso. Tão logo obtida a lista, foi feito o envio via e-mail de perguntas sobre a região do país de origem do participante, região do país em que ele(a) atualmente estuda ou trabalha e sua ocupação. Dos 20 destinatários, apenas seis responderam, dos quais uma única era mulher. Apesar da baixa taxa de resposta (30%), os retornos dão indícios da heterogeneidade da amostra, já que participaram do jogo tanto alunos do 4º ou 5º período do curso de graduação em Engenharia de Produção, como professores das disciplinas de Introdução à Engenharia de Produção, Gerenciamento de Projetos, Planejamento e Controle da Produção, Planejamento e Projeto de Produto, Arranjo físico e Projeto de Fábrica, e Gestão de Tecnologia de Informação. Dos respondentes, há um professor que está na função há 20 anos, outro que é docente há oito anos e outro que iniciou recentemente a carreira. Em tempo, este professor escreveu que “a dinâmica alia prática à teoria e desenvolve mecanismos de raciocínio rápido do conhecimento absorvido em outras metodologias de aprendizagem. Foi uma excelente dinâmica e vale muito ser replicada em outros níveis”. Com relação à distribuição geográfica, foi possível verificar que três respondentes são naturais da região Sul do Brasil; dois da região Sudeste e um da região Nordeste. Atualmente, três deles estão trabalhando e/ou estudando na região Sudeste; um na região Sul; um na região Nordeste e um na região Norte.

#### **4. Refletir e agir**

Mais uma vez, nenhuma equipe concluiu a torre dentro do prazo, já aumentado em 10 minutos neste 2º Ciclo em relação ao 1º – a primeira equipe a finalizar a tarefa levou 47 minutos. No entanto, optou-se por manter o tempo para desenvolvimento da amostra inalterado (mantido em 30 minutos), assumindo-se este como um elemento desafiador. Foi perceptível que o intervalo para um café, após a construção das torres, renovou a disposição dos participantes em prosseguir com o jogo. A premiação para a equipe vencedora foi um elemento que surpreendeu positivamente a todos, e quando os demais competidores descobriram que também receberiam uma recompensa, isso lhes causou deslumbramento ainda maior.

Ademais, a ausência de kits de materiais para distribuição às equipes exigiu atenção e disponibilidade dos pesquisadores, levantando dúvidas se seria viável manter a ideia para o

próximo ciclo. Comparativamente às duas horas e trinta minutos disponíveis para a realização do 1º Ciclo da pesquisa, as três horas e trinta minutos para aplicação do 2º Ciclo foram consideradas suficientes, a princípio. No entanto, a segunda vivência foi significativamente mais participativa que a primeira e representou quase 20% do tempo disponível neste ciclo. Por essa razão, constatou-se que a duração para realização de todas as atividades do jogo deve ser superior a quatro horas e considerar eventuais atrasos para início do jogo. Acredita-se que o envolvimento dos participantes tenha sido maior graças à diversidade de perfis.

### **3º Ciclo:**

#### **1. Planejar**

O Prof. Dr. Carlos Sanches e o Prof. Dr. Carlos Mello anualmente realizam um jogo em sua disciplina de “Gestão do Processo de Desenvolvimento de Produtos” ministrada aos alunos do 4º período do curso de graduação em Engenharia de Produção, da UNIFEI. Surgiu, daí, a oportunidade de utilizar o objeto de estudo desta dissertação como jogo a ser aplicado com a turma, na aula de “Geração e seleção de concepções”. Inicialmente, esta aula estava programada para o dia 6 de outubro, coincidindo com a semana de realização do 34º ENEGEP. Por isso, os professores fizeram a alteração da data para a semana seguinte. Era sabido que a duração de três aulas (ou seja, duas horas e trinta minutos) não seria suficiente para a conclusão de todas as atividades do jogo, levando os pesquisadores a optarem por dividir a dinâmica em duas partes: uma a ser realizada no dia 13 de outubro e a outra no dia 20 de outubro. Além da duração necessária para conclusão do jogo, outra lição aprendida a partir dos ciclos anteriores foi a de que a ausência de kits não seria eficiente para tantos participantes quanto os deste ciclo – era de conhecimento prévio que a turma contava com aproximadamente 60 alunos.

#### **2. Implementar**

Como dito, o 3º Ciclo desta pesquisa-ação ocorreu em dois dias: 13 de outubro de 2014 e 20 de outubro de 2014, com 57 alunos da UNIFEI matriculados na disciplina de “Gestão do Processo de Desenvolvimento de Produtos”. Os participantes foram divididos em três equipes de cinco elementos e sete equipes de seis elementos, totalizando dez equipes.

O jogo teve início às 15h55min, do dia 13 de outubro, com uma breve contextualização do PDP como meio para aumentar receitas e reduzir custos, além de ligeiros comentários acerca dos riscos inerentes a esse processo: esta atividade durou 10 minutos. Em seguida, aplicou-se o formulário para prognóstico do nível de conhecimento em PDP dos participantes, o que durou 15 minutos. Na sequência, o jogo foi apresentado aos alunos e foram expostos três cenários para premiação dos vencedores: em um primeiro cenário, a equipe classificada em primeiro lugar levaria dez pontos; em um segundo cenário, primeiro e segundo lugares receberiam, respectivamente, cinco pontos cada um; em um terceiro cenário, primeiro, segundo e terceiro lugares receberiam, respectivamente, cinco, três e dois pontos. Foi aberta a votação e o terceiro cenário foi o escolhido pelos alunos. As atividades de explicação do jogo e votação duraram 10 minutos. Alcançado o consenso, contratos e kits foram entregues: essa atividade levou 5 minutos. A última equipe levou 75 minutos para finalizar a construção da torre e o preenchimento do contrato, quando se deu por encerrada a atividade de realização da dinâmica. Fotos da construção da torre pelos participantes deste 3º Ciclo podem ser visualizadas na Figura 3.7. Às 18h05 partiu-se para aquela que seria a última atividade do dia: foram distribuídos os questionários para avaliação da dinâmica e os participantes gastaram 10 minutos para finalizá-lo. À medida que entregavam o questionário, os alunos eram dispensados.

A atividade de cálculo da pontuação global de cada equipe foi feita fora de sala de aula e, às 16h00min do dia 20 de outubro, o jogo foi reiniciado já com a apresentação da classificação geral das equipes: esta atividade levou 20 minutos. A equipe vencedora, garantindo cinco pontos na disciplina, foi a equipe 9, que apresentou melhor tempo de desenvolvimento, melhor investimento inicial, melhor custo final da amostra e melhor preço de venda. Seguindo o combinado em votação, a segunda colocação ficou com a equipe 3, que apresentou melhor viabilidade econômica e garantiu três pontos a cada um dos membros. Por fim, a terceira colocação, assegurando dois pontos na disciplina a cada aluno, foi a equipe 4. A seguir, deu-se início à vivência com a entrega do formulário para as equipes, as quais discutiram alguns minutos entre si, até se abrir a discussão para toda a turma: esta atividade durou 50 minutos. Feito isso, exibiu-se o mapeamento a partir da literatura dos riscos próprios do PDP, assim como se apresentou a visão das empresas acerca de quais daquelas categorias devem ser priorizadas em um PDP na prática (resultados obtidos via AHP). Objetivou-se também

esmiuçar por que e como tais categorias foram abordadas no jogo: esta atividade durou 15 minutos. Finalmente, o formulário para avaliação do conhecimento teórico em PDP foi aplicado novamente, para diagnosticar o conteúdo interiorizado depois da dinâmica. Esta atividade durou 15 minutos, sendo finalizada às 17h40min do dia 20 de outubro.



Figura 3.7 – Construção da torre pelos participantes do 3º Ciclo

Fonte: autora

### 3. Observar e analisar

Observou-se, na primeira parte da dinâmica – realizada no dia 13 de outubro –, que o tempo pré-determinado de 30 minutos para desenvolvimento da torre continuou sendo insuficiente

para todas as equipes, mas, dessa vez, o atraso foi de apenas quatro minutos (ou seja, a primeira equipe a finalizar a tarefa levou 34 minutos). Todas as equipes procuraram o cliente para compreender o que se entendia por torre bonita e duas delas para identificar qual seria o preço médio de mercado. Surgiram questionamentos acerca dos 50% de impostos: algumas equipes estavam considerando este percentual sobre os custos e, não, sobre o preço de venda, conforme previsto em contrato. A última equipe demorou 75 minutos para finalizar o preenchimento do contrato devido a dificuldades de cálculo, muito embora sua torre já estivesse pronta – um tempo superior em 40 minutos ao da primeira equipe a terminar. Isso provocou dispersão nos demais alunos, se repercutindo em uma das sugestões para melhoria, em que foi mencionado “não ter um tempo de ócio, enquanto esperamos as outras equipes terminarem.” Houve também ligeira dispersão na atividade de teste dos requisitos de qualidade: medição da altura da torre, estabilidade quando submetida a um plano inclinado e evidência de palitos aparentes (“cantos vivos”). Os ânimos aflorados dos participantes podem ser justificados pelo calor que fazia no dia da realização desta primeira parte do jogo e também pelo grande número de alunos presentes. Na segunda parte do jogo – realizada em 20 de outubro –, seis dos 57 participantes da semana anterior não compareceram à aula. Isso fez com que, em vez de 57 respondentes para o formulário de avaliação do conhecimento teórico depois da dinâmica, fossem registradas 51 respostas. Como a aprendizagem pode ser observada quando se compara o desempenho da pessoa antes e depois de um processo de aprendizagem (BRANDÃO e BORGES-ANDRADE, 2007), as respostas ao questionário de avaliação do jogo (dadas em 13/10) destes seis participantes foram desconsideradas na análise, pela impossibilidade de se identificar se houve melhora no nível de conhecimento.

Com relação à vivência, o Quadro 3.4 expõe um panorama daquilo que as equipes deste 3º Ciclo citaram como fatores impactantes no desenvolvimento da amostra.

É válido transcrever um comentário feito no formulário de iniciação da vivência preenchido pela equipe 9, vencedora do jogo: “apesar de ter menos escala, todos os processos e necessidades da dinâmica são análogos ao processo de desenvolvimento de produtos de uma empresa real. A dinâmica exemplificou com clareza as etapas principais de um processo de desenvolvimento de um produto fictício”. Em tempo, observou-se que o líder desta equipe vencedora acertou todas as dez questões do formulário para avaliação do conhecimento teórico em PDP e manteve o mesmo número de acertos após a realização do jogo, o que pode

indicar que este é um aluno de alto desempenho. O comentário da equipe vencedora e o nível de acertos de seu líder podem ser argumentos contrários ao apontado por Giannakos (2013) e exposto no Capítulo 2: o autor afirma em seu estudo que, embora ainda mantendo um alto desempenho, alunos com este perfil têm dificuldades em se envolver com jogos, por apresentarem baixa intenção de utilizar o jogo educacional.

Quadro 3.4 – Aspectos impactantes no resultado final do produto, segundo participantes do 3º Ciclo da pesquisa

<b>Aspecto impactante</b>	<b>Como esse conhecimento seria importante em um PDP na prática?</b>
Gerenciamento do Projeto / Conceitos de PDP	Com esse conhecimento, problemas como o desperdício de tempo e de material seriam mais bem pensados antes do projeto. Conceitos de PDP norteiam o escopo do projeto (aspectos de custos, prazo e qualidade do produto).
Comunicação com o cliente / Atendimento às especificações	Se não forem compreendidos os requisitos e as necessidades do cliente, o projeto pode falhar, focando em necessidades não prioritárias. Importância de “fazer as perguntas certas” ao consumidor, pois é ele quem define as características decisivas do projeto. Sem boa comunicação com o cliente, não se sabe o que deve ser feito. Adaptar o PDP para produzir o que está de acordo com a necessidade do cliente.
Administração do tempo / Rapidez no desenvolvimento	“Tempo é dinheiro”: quanto mais rápido for desenvolvida a amostra, menor o investimento. “Tempo é uma variável de suma importância”.
Trabalho em equipe / Divisão do trabalho / Liderança / Iniciativa / Sinergia	Captar a criatividade de todos os membros contribui para o sucesso do projeto. Falhas na integração dos membros pode comprometer o resultado final. Disposição para entregar um projeto bem-sucedido. Comunicação entre os membros gera tomada de decisão eficaz. Simultaneidade de atividades acelera o processo.
Posicionamento de mercado	Analisar o custo, a segurança e a beleza da amostra frente aos concorrentes para definir uma estratégia de posicionamento. Fazer um produto que seja atraente e tenha um diferencial.
Qualidade da matéria-prima	Se o material fornecido não é de qualidade, isso compromete o andamento do PDP.
Planejamento / Foco no resultado / Organização	Planejar e se organizar evita possíveis erros e proporciona rapidez ao PDP, além de economia de matéria-prima. Determinação do objetivo a ser alcançado e de critérios para controle de qualidade.
Criatividade	Desenvolvimento da inovação e facilitação na tomada de decisões.
Controle de custos / Economia	Garantia de competitividade.

Fonte: autora

Para a primeira parte do jogo, em que a dinâmica foi propriamente realizada, o suporte de uma terceira pessoa além dos pesquisadores foi de extrema importância para garantir assistência às equipes e precisão dos dados registrados. Contou-se com o auxílio de um mestrando em Engenharia de Produção da UNIFEI, cuja pesquisa caminha, igualmente, no viés da Aprendizagem Baseada em Jogos. No entanto, aparentemente, três pessoas ainda não foram plenamente suficientes para administrar um grupo de quase 60 participantes: um dos comentários no questionário para avaliação da dinâmica sugere que seria necessária “mais uma pessoa para responder os requisitos do cliente, pois no começo [do jogo], ficou muito tempo com uma só equipe”.

Dentre os demais comentários feitos pelos participantes deste 3º Ciclo, no campo de “sugestões para melhoria” do questionário de avaliação do jogo, tem-se que: sete alunos citaram que deveria ter havido uma interrupção ao fim do tempo previsto para conclusão da amostra, seguindo-o à risca, ou que fossem avisados quando o tempo estivesse acabando; quatro alunos mencionaram que os produtos fornecidos deveriam ser de melhor qualidade “para não se perder tempo com ineficiência, pois a fita adesiva não grudava”; três gostariam de ter tido uma explicação mais clara dos requisitos e necessidades do cliente e de uma especificação maior do projeto; dois alunos sugeriram a troca dos materiais utilizados ou o aumento em sua variedade (que “[o jogo] pudesse ser aplicado com peça de Lego<sup>®</sup>, por exemplo”). Outros dois participantes sugeriram o sorteio dos grupos “para que haja interação com outros indivíduos”. Por fim, mencionadas, respectivamente, por um aluno cada sugestão, tem-se: critérios mais bem ponderados; propor que são necessárias perguntas ao cliente; apresentar, ao fim da montagem das torres, suas funcionalidades e tentar “vender o produto para os clientes”; esclarecer que é permitido utilizar canetas para desenhos; e maior crítica aos projetos. Cinco alunos reportaram que a dinâmica está boa / muito boa / ótima e um participante sugeriu aplicar os mesmos conceitos a outras construções, como carrinho de brinquedo.

#### **4. Refletir e agir**

Haja vista o grande número de alunos e o calor que fazia no dia da realização da primeira parte do jogo, a divisão da dinâmica em duas aulas revelou-se uma escolha sábia. Notou-se que a possibilidade de pontos na disciplina serviu de elemento estimulante para que as equipes se empenhassem em conseguir o primeiro lugar. Ademais, foi notável a satisfação dos alunos cujas equipes se saíram melhor na classificação final.

##### **3.2.2.5. Avaliação de resultados e elaboração de relatórios:**

Segundo Coughlan e Coughlan (2002), a avaliação envolve uma reflexão sobre os resultados das ações, revisando o processo para que o próximo ciclo seja beneficiado da experiência com o ciclo precedente – isso foi feito nas etapas “Observar e Analisar” e “Refletir e Agir”. A Tabela 3.3, portanto, traz um resumo do que foi descrito ao longo da etapa de implementação.

Tabela 3.3 – Quadro-resumo para Pesquisa-ação (continua)

<b>Crítérios</b>	<b>Ciclo 1</b>	<b>Ciclo 2</b>	<b>Ciclo 3</b>
<b>Data e local de realização</b>	26 de setembro de 2014, Itajubá / MG	08 de outubro de 2014, Curitiba / PR	13 e 20 de outubro de 2014, Itajubá / MG
<b>Número de participantes e duração total</b>	16 participantes, 2h30min de duração	20 participantes, 3h10min de duração	57 participantes, 3h40min de duração
<b>Características dos participantes</b>	Alunos do curso técnico em Administração	Alunos e professores de cursos de graduação em Engenharia de Produção, vindos de e atuantes em diferentes regiões do Brasil	Alunos da disciplina de PDP do curso de graduação em Engenharia de Produção
<b>Aspectos impactantes no PDP, discutidos na vivência</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Criatividade e inovação;</li> <li>• Trabalho em equipe / Comunicação;</li> <li>• Persistência / Disciplina;</li> <li>• Controle de tempo;</li> <li>• Qualidade;</li> <li>• Previsibilidade / Planejamento / Viabilidade econômica;</li> <li>• Organização.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Entendimento de necessidades / requisitos do cliente;</li> <li>• Trabalho em equipe / Sinergia / Negociação / Comunicação;</li> <li>• Planejamento e clareza de objetivos / Organização;</li> <li>• Conhecimento tácito / Conhecimento das características técnicas dos insumos;</li> <li>• Controle de tempo;</li> <li>• Análise de recursos; Disponibilidade do cliente;</li> <li>• Qualidade.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Gerenciamento do Projeto / Conceitos de PDP;</li> <li>• Comunicação com o cliente / Atendimento às especificações;</li> <li>• Administração do tempo / Rapidez no desenvolvimento;</li> <li>• Trabalho em equipe / Divisão do trabalho / Liderança / Iniciativa / Sinergia;</li> <li>• Posicionamento de mercado;</li> <li>• Qualidade da matéria-prima;</li> <li>• Planejamento / Foco no resultado / Organização;</li> <li>• Criatividade;</li> <li>• Controle de custos / Economia.</li> </ul>
<b>Tempo gasto em cada atividade do ciclo</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1) Contextualização do PDP e da pesquisa: 16 minutos</li> <li>2) Aplicação do questionário prognóstico: 20 minutos</li> <li>3) Realização da dinâmica: 33 minutos</li> <li>4) Cálculos e apresentação dos resultados: 40 minutos</li> <li>5) Vivência: 26 minutos</li> <li>6) Aplicação do questionário diagnóstico: 12 minutos</li> <li>7) Aplicação do questionário para avaliação da dinâmica: realizada à parte</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1) Contextualização do PDP e da pesquisa: 13 minutos</li> <li>2) Aplicação do questionário prognóstico: 17 minutos</li> <li>3) Realização da dinâmica: 80 minutos</li> <li>4) Cálculos e apresentação dos resultados: 15 minutos</li> <li>5) Vivência: 55 minutos</li> <li>6) Aplicação do questionário diagnóstico: 10 minutos</li> <li>7) Aplicação do questionário para avaliação da dinâmica: não realizada</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1) Contextualização do PDP e da pesquisa: 10 minutos</li> <li>2) Aplicação do questionário prognóstico: 15 minutos</li> <li>3) Realização da dinâmica: 85 minutos (incluído tempo para votação da premiação)</li> <li>4) Cálculos e apresentação dos resultados: 20 minutos (cálculos feitos à parte)</li> <li>5) Vivência: 65 minutos</li> <li>6) Aplicação do questionário diagnóstico: 15 minutos</li> <li>7) Aplicação do questionário para avaliação da dinâmica: 10 minutos</li> </ol>

Fonte: autora

Tabela 3.3 – Quadro-resumo para Pesquisa-ação (continuação)

Critérios	Ciclo 1	Ciclo 2	Ciclo 3
<p><b>Lições aprendidas e delimitações</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Necessidade de incorporação ao formulário de conhecimento teórico de pergunta referente ao nível de conhecimento em PDP (escala de 0 a 5);</li> <li>• Surgimento de dúvidas dos alunos quanto a conceitos como “escopo” e “qualidade intrínseca”;</li> <li>• Aumento de 20 para 30 minutos do tempo para desenvolvimento da amostra;</li> <li>• Necessidade de esclarecimento de que seria construída apenas uma torre (a amostra a ser validada pelos clientes);</li> <li>• Surgimento de dúvidas dos alunos quanto ao cálculo do custo final do produto;</li> <li>• Necessidade de aperfeiçoamento das planilhas eletrônicas para cálculo da pontuação global das equipes;</li> <li>• Possibilidade de não utilizar os kits pré-montados no próximo ciclo;</li> <li>• Necessidade de mais tempo disponível: 2h30min foram insuficientes para cumprir todas as atividades adequadamente (vivência ficou incompleta);</li> <li>• Necessidade de incorporação de intervalo durante o jogo;</li> <li>• Necessidade de premiação para equipe vencedora.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ausência de kits exigiu atenção e disponibilidade dos pesquisadores, levantando dúvidas se seria viável para o próximo ciclo;</li> <li>• Necessidade de aperfeiçoamento do material fornecido (fita adesiva);</li> <li>• Discussão da atividade de vivência extremamente colaborativa e participativa, exigindo interrupção dos pesquisadores em virtude do tempo disponível para finalizar o jogo;</li> <li>• Questionário para avaliação da dinâmica não foi aplicado (restrição de tempo disponível para realização do Minicurso);</li> <li>• Constatação de que a duração para realização de todas as atividades do jogo deve ser superior a quatro horas.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Surgimento de dúvidas dos alunos sobre a incorporação dos impostos (50% sobre o custo ou sobre o preço de venda?);</li> <li>• Calor;</li> <li>• Grande número de alunos: necessidade de uma terceira pessoa para auxílio na aplicação do jogo;</li> <li>• Sugestão dos alunos de interromper quando o prazo acabar ou avisar quando estiver acabando;</li> <li>• Sugestão dos alunos de utilização de outras matérias-primas (Lego®, por exemplo) e de construção de outros produtos (como carrinho de brinquedo);</li> <li>• Sugestão de apresentação ao cliente da amostra final construída, possibilitando aos jogadores descrever as “funcionalidades” da torre.</li> </ul>

Fonte: autora

## 4. ANÁLISE DOS RESULTADOS

Este capítulo trata da análise estatística dos dados obtidos a partir da aplicação dos formulários para avaliação do conhecimento teórico dos participantes (antes e depois do jogo), bem como a partir da aplicação do questionário para avaliação da dinâmica.

### 4.1. Resultados da avaliação do conhecimento teórico (número de acertos)

Para determinar se houve melhora no nível de aprendizagem dos participantes após a aplicação do jogo, lançou-se mão de *boxplots* e do teste de hipótese para duas proporções. Segundo Cheshire (2011), este tipo de teste auxilia a determinar se duas proporções são significativamente diferentes, estabelecendo como hipótese nula que a diferença entre as proporções de duas populações é igual a algum valor hipotético (por exemplo, zero) e a testando contra uma hipótese alternativa. Já o *boxplot*, ou diagrama de caixa, é um gráfico formado por uma caixa construída paralelamente ao eixo da escala dos dados (horizontal ou vertical), na qual são representados desde o primeiro quartil até o terceiro quartil: aquele é o valor abaixo do qual estão representadas 25% das observações; este representa o valor abaixo do qual estão representados 75% dos dados. Nesta caixa, traça-se ainda uma linha na posição da mediana (ou segundo quartil), a qual descreve os 50% centrais da distribuição. O *boxplot* contempla ainda valor mínimo e valor máximo, assim como os chamados *outliers* ou valores extremos, que são aqueles que estão muito afastados da grande maioria dos dados (FARIAS, 2010).

Com relação ao teste de hipótese para duas proporções, sua condução objetiva verificar se houve aumento, depois do jogo, no número de acertos dos participantes de cada ciclo. Para isso, fez-se necessária a determinação de uma “nota de corte”, a qual foi escolhida com base na moda de antes do jogo, de cada ciclo desta pesquisa-ação – ou seja, optou-se por utilizar o valor que ocorreu com maior frequência naquele determinado conjunto de dados como sua respectiva nota de corte, conforme disposto na Tabela 4.1.

Tabela 4.1 – Moda para os acertos de cada ciclo da pesquisa-ação, antes e depois da aplicação do jogo

	Antes	Depois
<b>Moda para o 1° Ciclo</b>	4	6
<b>Moda para o 2° Ciclo</b>	5	6
<b>Moda para o 3° Ciclo</b>	6	8

Fonte: autora

Considerou-se  $p_1$  = proporção da amostra com X ou mais acertos antes do jogo e  $p_2$  = proporção da amostra com X ou mais acertos depois do jogo, de tal que forma que X representa a **moda de antes do jogo** para o ciclo que está sendo analisado estatisticamente. Deseja-se verificar se, depois do jogo,  $p_2$  é estatisticamente maior que  $p_1$ . Assim sendo, conduziu-se o teste de hipóteses para duas proporções, no qual a hipótese nula ( $H_0$ ) é de que não há diferença entre as proporções; as proporções são iguais. Já a hipótese alternativa ( $H_a$ ) é de que a segunda proporção, depois do jogo, é maior do que a primeira proporção, antes do jogo. Logo:

$$H_0: p_1 - p_2 = 0$$

$$H_A: p_1 - p_2 < 0$$

Com base nisso, a seguir serão expostos os resultados para os testes de duas proporções conduzidos para cada um dos três ciclos da pesquisa-ação. Os valores consideram um nível de confiança de 95% (alpha de 0,05). Ademais, são também exibidos os *boxplots* para cada ciclo.

#### **4.1.1. Considerações quanto ao formulário para avaliação do conhecimento teórico**

Cabe ressaltar que o formulário para avaliação do conhecimento teórico (APÊNDICE D) não fornece a opção ao participante de não responder a questão – por exemplo: “não sei”, de modo que a resposta errada a uma determinada questão implica em erro de outra, já que apresenta dez casos de empresas para que seja feita a relação com dez conceitos envolvidos nos riscos no PDP (ou seja, apenas uma questão para cada conceito avaliado).

As respostas a este formulário foram tabuladas desconsiderando como dados de entrada as respostas daqueles participantes que reduziram em mais de três pontos o número de acertos

depois do jogo. Isso implicou na eliminação de três participantes (um do 1º Ciclo, um do 2º Ciclo e um do 3º Ciclo). Essa decisão foi tomada devido ao potencial do participante ter respondido as questões rapidamente e sem a devida concentração.

#### 4.1.2. Resultados da avaliação do conhecimento teórico dos participantes do 1º Ciclo

A Figura 4.1 apresenta o teste de hipótese para duas proporções feito para as amostras do 1º Ciclo desta pesquisa, cuja moda foi 4,  $p_1$  (proporção da amostra com 4 ou mais acertos antes do jogo) = 0,73 (11/15) e  $p_2$  (proporção da amostra com 4 ou mais acertos depois do jogo) = 0,73 (11/15).

##### Test and CI for Two Proportions

Sample	X	N	Sample p
1	11	15	0.733333
2	11	15	0.733333

```
Difference = p (1) - p (2)
Estimate for difference: 0
95% upper bound for difference: 0.265602
Test for difference = 0 (vs < 0): Z = 0.00 P-Value = 0.500
```

\* NOTE \* The normal approximation may be inaccurate for small samples.

Fisher's exact test: P-Value = 0.659

Figura 4.1 – Teste para duas proporções realizado para os acertos das amostras do 1º Ciclo

Fonte: autora (dados obtidos pelo Minitab®)

Como p-value (0,500) é maior que o nível de significância, ou alpha, (0,05), não há evidência para se rejeitar a hipótese nula. De acordo com estas amostras, há evidências que sugerem que não há diferença entre as proporções; ou seja, elas são estatisticamente iguais. Aparentemente, não há evidência de que o jogo teve algum efeito sobre o número de acertos dos participantes deste 1º Ciclo.

Entretanto, analisando não só a moda para o número de acertos – que passou de 4 para 6 depois do jogo (vide Tabela 4.1), mas também os *boxplots* da Figura 4.2, verifica-se que, de maneira geral, houve uma melhora na aprendizagem, pois antes do jogo 50% dos dados

(mediana) estavam abaixo de 4 acertos, passando para 5 acertos depois da dinâmica. Além disso, é relevante mencionar que o valor máximo aumentou de 8 acertos antes para 10 acertos depois. Os valores mínimos registrados também aumentaram: antes, 1 acerto; depois, 3. Percebe-se, ainda, que antes do jogo 75% das observações (3º quartil) estavam abaixo de 5 acertos, subindo para 6 acertos depois. Já o primeiro quartil permaneceu inalterado em 3 acertos. A amplitude interquartil, ou seja, a diferença entre o terceiro quartil e o primeiro quartil, passou de 2 antes do jogo para 3 depois – um indicativo de que houve aumento na dispersão dos dados.

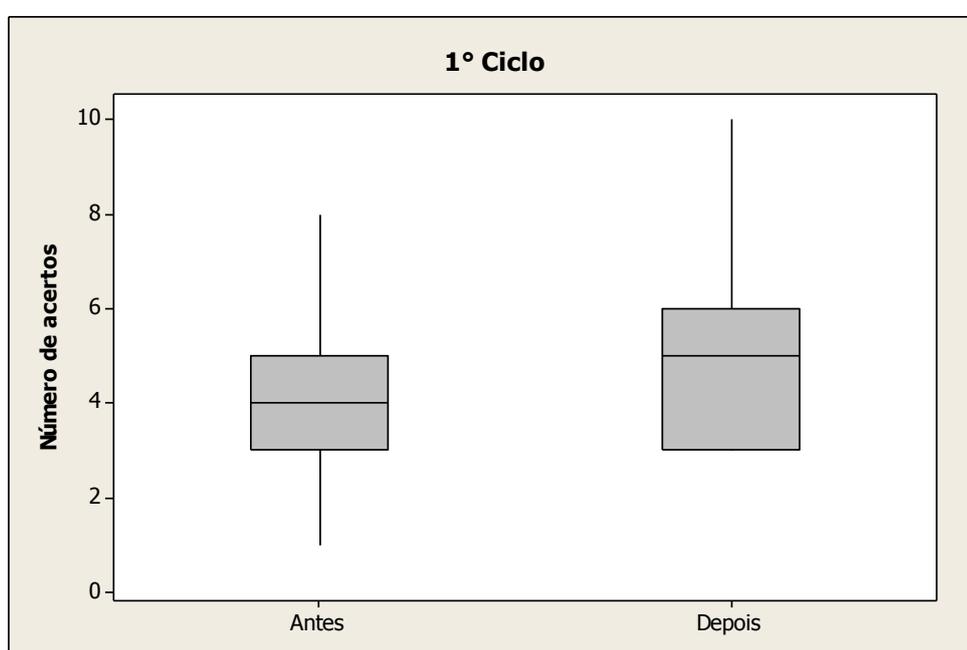


Figura 4.2 – *Boxplots* para os acertos das amostras do 1º Ciclo  
Fonte: autora (dados obtidos pelo Minitab®)

A Figura 4.3 apresenta o histograma para a variação no nível de acertos dos participantes do 1º Ciclo. Nota-se que cinco dos 15 participantes (ou 33%) não apresentaram mudança no nível de acertos depois do jogo. Dois deles (13%) apresentaram melhora em um ponto; três participantes (20%) em dois pontos e dois (13%) em três pontos. Porém, um participante (6,67%) reduziu em um ponto seu número de acertos e dois participantes (20%) reduziram em dois pontos.

Por fim, deve-se mencionar que, conforme pormenorizado no Capítulo 3, a não realização da atividade de vivência conforme planejado pelos pesquisadores – devido à restrição do horário

para retorno dos alunos – pode ter impactado os resultados obtidos na avaliação do conhecimento teórico dos participantes deste ciclo.

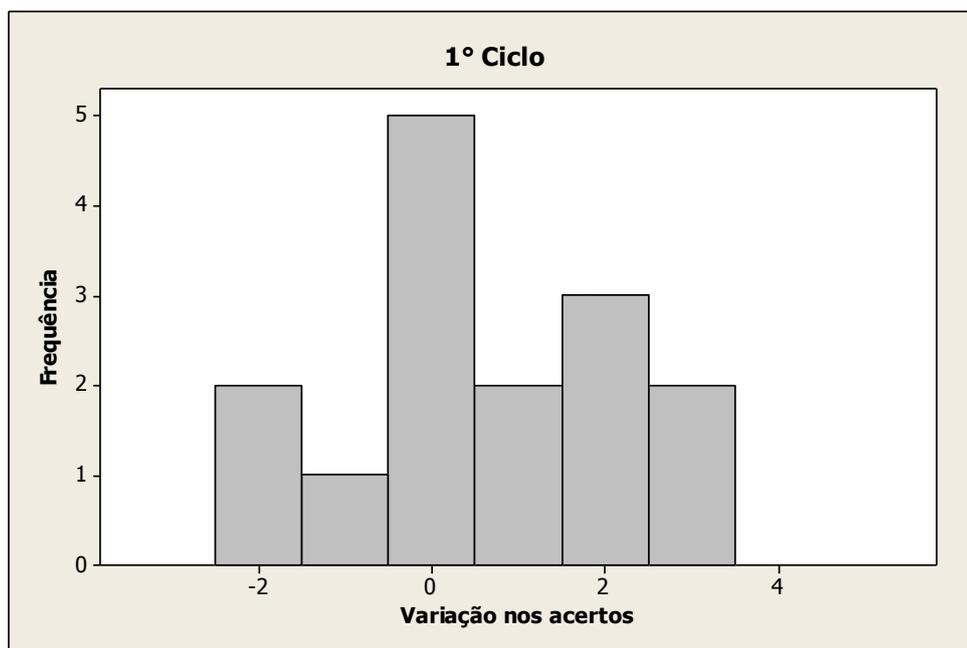


Figura 4.3 – Histograma para a variação no nível de acertos das amostras do 1º Ciclo  
Fonte: autora (dados obtidos pelo Minitab®)

### 4.1.3. Resultados da avaliação do conhecimento teórico dos participantes do 2º Ciclo

A Figura 4.4 apresenta o teste de hipótese para duas proporções feito para as amostras do 2º Ciclo desta pesquisa, cuja moda foi 5,  $p_1$  (proporção da amostra com 5 ou mais acertos antes do jogo) = 0,58 (11/19) e  $p_2$  (proporção da amostra com 5 ou mais acertos depois do jogo) = 0,74 (14/19).

#### Test and CI for Two Proportions

Sample	X	N	Sample p
1	11	19	0.578947
2	14	19	0.736842

Difference = p (1) - p (2)  
 Estimate for difference: -0.157895  
 95% upper bound for difference: 0.0917517  
 Test for difference = 0 (vs < 0): Z = -1.03 P-Value = 0.152

Fisher's exact test: P-Value = 0.248

Figura 4.4 – Teste para duas proporções realizado para os acertos das amostras do 2º Ciclo  
Fonte: autora (dados obtidos pelo Minitab®)

Como p-value (0,152) é maior que o nível de significância, ou alpha, (0,05), não há evidência para se rejeitar a hipótese nula. De acordo com estas amostras, há evidências que sugerem que não há diferença entre as proporções; ou seja, elas são estatisticamente iguais. Aparentemente, não há evidência de que o jogo teve algum efeito sobre o número de acertos dos participantes deste 2º Ciclo.

No entanto, conforme disposto na Tabela 4.1, a moda para o número de acertos passou de 5 para 6 depois do jogo. Os diagramas de caixa da Figura 4.5 também sugerem que, de maneira geral, houve uma melhora na aprendizagem dos participantes do 2º Ciclo, pois antes do jogo a mediana foi de 5 acertos, aumentando para 6 acertos depois da dinâmica. Ademais, ao observarmos o primeiro quartil, percebe-se que 25% das observações antes do jogo estavam abaixo de 3; após a realização do jogo, o primeiro quartil aumentou para 4. O terceiro quartil se manteve inalterado em 6 acertos, assim como os valores máximos registrados permaneceram em 8. Contudo, os valores mínimos registrados aumentaram de 2 acertos para 3. No tocante à amplitude interquartil, antes era de 3, sendo reduzida para 2 após o jogo, indicando que houve diminuição na variabilidade presente nos dados.

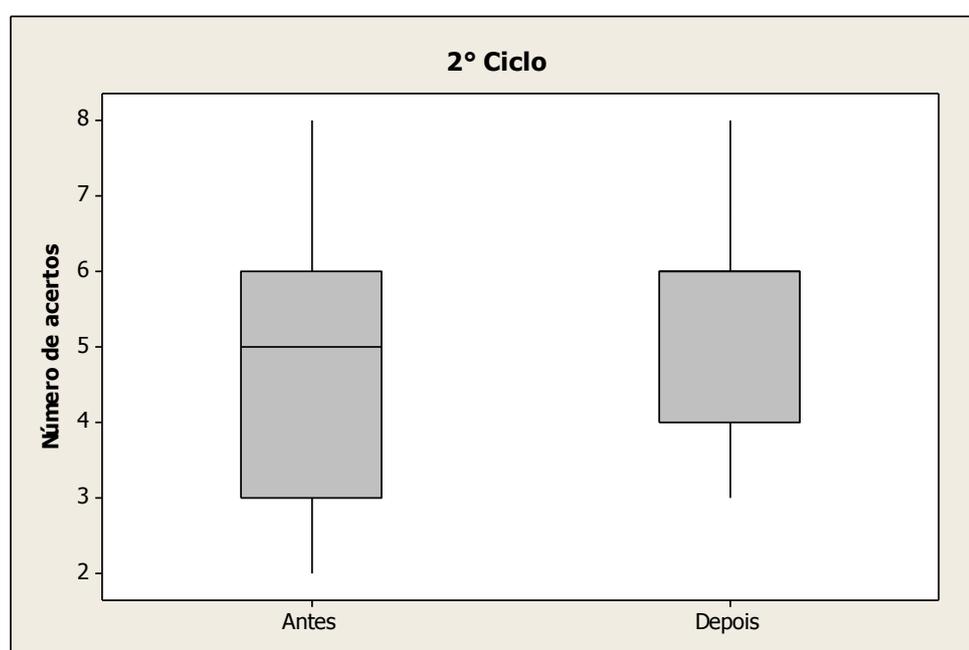


Figura 4.5 – *Boxplots* para os acertos das amostras do 2º Ciclo  
Fonte: autora (dados obtidos pelo Minitab®)

A Figura 4.6 apresenta o histograma para a variação no nível de acertos dos participantes do 2º Ciclo. Percebe-se que oito dos 19 participantes (ou 42%) não apresentaram mudança no

nível de acertos depois do jogo. Quatro deles (21%) apresentaram melhora em um ponto; um participante (5,3%) melhorou em dois pontos; dois (10,5%) em três pontos e um (5,3%) em quatro pontos. Entretanto, três participantes (15,8%) reduziram em um ponto seu número de acertos.

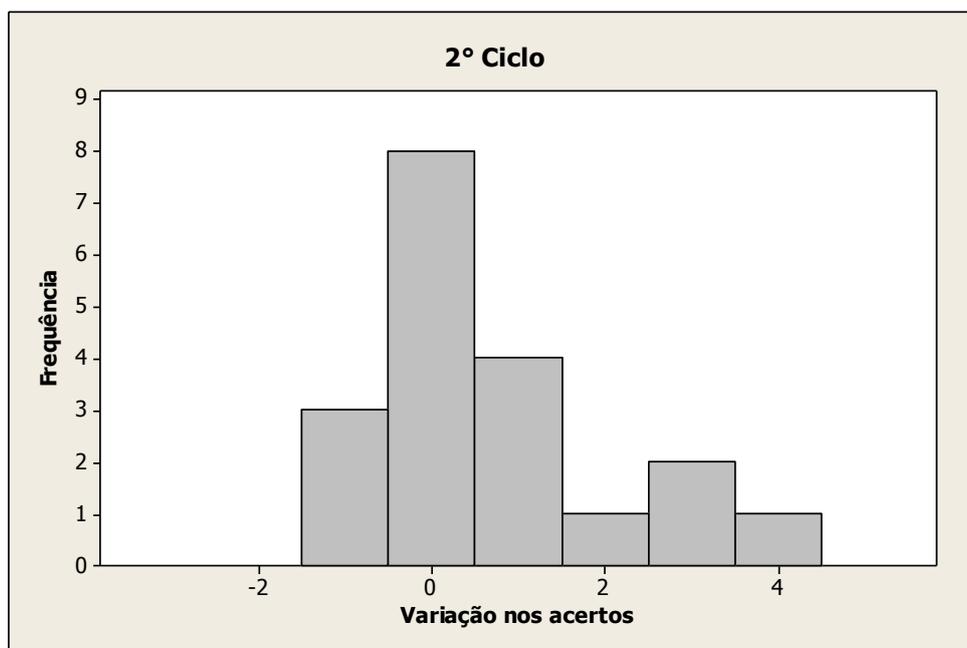


Figura 4.6 – Histograma para a variação no nível de acertos das amostras do 2º Ciclo  
Fonte: autora (dados obtidos pelo Minitab®)

#### 4.1.4. Resultados da avaliação do conhecimento teórico dos participantes do 3º Ciclo

A Figura 4.7 apresenta o teste de hipótese para duas proporções feito para as amostras do 3º Ciclo desta pesquisa, cuja moda foi 6,  $p_1$  (proporção da amostra com 6 ou mais acertos antes do jogo) = 0,60 (30/50) e  $p_2$  (proporção da amostra com 6 ou mais acertos depois do jogo) = 0,54 (27/50).

Aqui, cabe lembrar, conforme disposto no Capítulo 3, que, embora 57 alunos tenham participado da primeira parte do jogo, na qual a torre foi efetivamente construída, seis destes alunos não compareceram à segunda parte, na qual foi realizada (dentre outras atividades) a aplicação do formulário para avaliação do conhecimento teórico interiorizado depois da dinâmica. Logo, o número de respondentes de ambos os formulários totalizou 51 alunos. Relembrando o apresentado no início desta seção, um respondente foi eliminado por ter

reduzido em mais de três pontos o número de acertos depois do jogo. Portanto, foram analisados neste ciclo 50 participantes.

### Test and CI for Two Proportions

Sample	X	N	Sample p
1	30	50	0.600000
2	27	50	0.540000

Difference = p (1) - p (2)  
 Estimate for difference: 0.06  
 95% upper bound for difference: 0.222566  
 Test for difference = 0 (vs < 0): Z = 0.61 P-Value = 0.728

Fisher's exact test: P-Value = 0.790

Figura 4.7 – Teste para duas proporções realizado para os acertos das amostras do 3º Ciclo

Fonte: autora (dados obtidos pelo Minitab®)

Como p-value (0,728) é maior que o nível de significância, ou alpha, (0,05), não há evidência para se rejeitar a hipótese nula. De acordo com estas amostras, há evidências que sugerem que não há diferença entre as proporções; elas são estatisticamente iguais. Aparentemente, não há evidência de que o jogo teve algum efeito sobre o número de acertos dos participantes deste 3º Ciclo.

Ao se analisar a moda para o número de acertos deste 3º Ciclo (Tabela 4.1), verifica-se que esta aumentou de 6 para 8 depois do jogo. Analisando os diagramas de caixa representados na Figura 4.8, comparativamente aos *boxplots* dos outros ciclos, nota-se que a mediana permaneceu inalterada em 6 depois. O primeiro quartil também se manteve inalterado em 4 acertos. O mesmo acontece para os valores máximos observados antes e depois, os quais continuaram em 10 acertos. Já o terceiro quartil indica que houve melhora no nível geral de acertos, pois, antes da dinâmica, 75% das notas estavam abaixo de 7 acertos, aumentando para 8 depois. Houve aumento também em termos de valores mínimos observados: antes, 2 acertos e depois, 3 acertos. Por fim, a amplitude interquartil indica que houve ampliação na dispersão dos dados, uma vez que antes do jogo era de 3, passando para 4.

A análise da Figura 4.9 aponta que o 3º Ciclo foi o que mais apresentou variação no nível de acertos: tanto em termos de melhora, quanto em termos de piora. Doze dos 50 participantes (ou 24%) não apresentaram mudança no nível de acertos depois do jogo. Nove deles (18%) apresentaram melhora em um ponto; assim como 18% melhoraram em dois pontos. Cinco dos

participantes (10%) aumentaram seus acertos em três pontos, um (2%) em quatro pontos e dois (4%) em cinco pontos. Contudo, quatro alunos (8%) diminuiram em um ponto seus acertos; três (6%) diminuiram em dois pontos e cinco deles (10%) reduziram em três pontos.

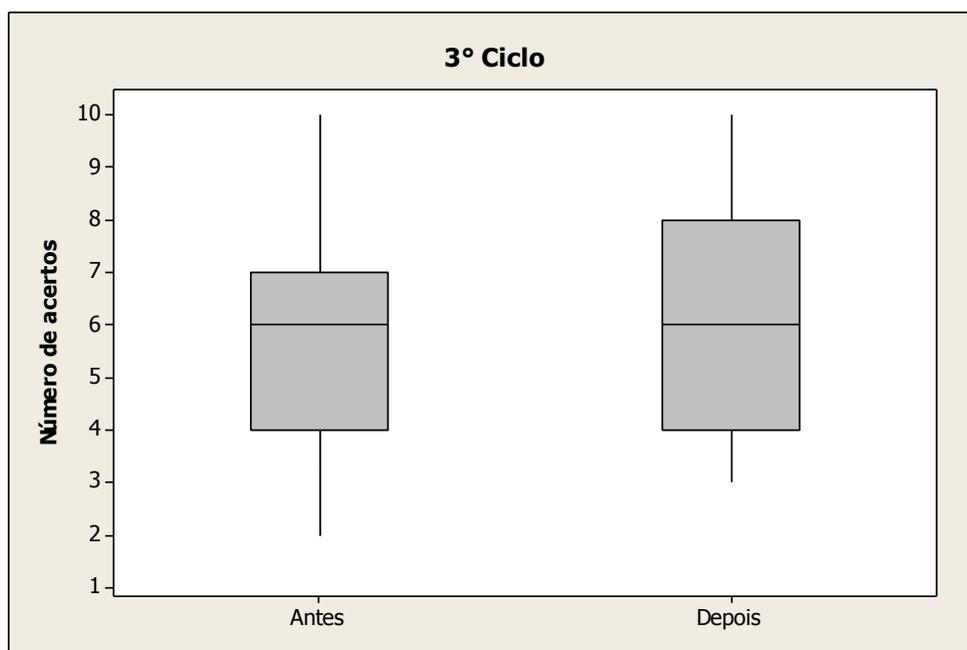


Figura 4.8 – Boxplots para os acertos das amostras do 3º Ciclo  
Fonte: autora (dados obtidos pelo Minitab®)

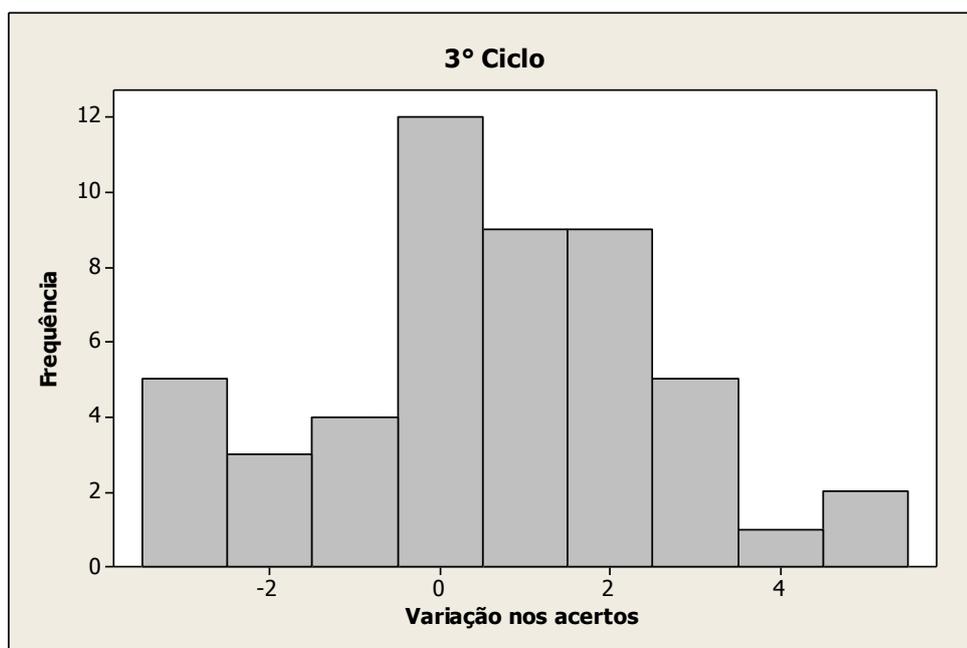


Figura 4.9 – Histograma para a variação no nível de acertos das amostras do 3º Ciclo  
Fonte: autora (dados obtidos pelo Minitab®)

A partir dos dados apresentados para os três ciclos, nota-se que, de fato, jogos educacionais podem contribuir para melhorar o conhecimento de seus participantes, conforme afirmam Balasubramanian e Wilson (2006), Lee e Hammer (2011), Mayer (2005), Moratori (2003), Mungai, Jones e Wong (2002) e Prensky (2001b). Contudo, jogos também podem incitar dúvidas e incertezas sobre conceitos já sabidos. No que tange este objeto de estudo, os participantes desta pesquisa e o instrumento para medição do conhecimento interiorizado a partir do jogo, majoritariamente, a unidade de análise não alterou o nível de acertos dos respondentes.

## 4.2. Resultados da avaliação do nível de conhecimento em PDP (percepção dos participantes)

Assim como foi feito anteriormente, para a avaliação do nível de conhecimento em PDP dos jogadores, foram considerados os dados obtidos por meio do formulário do APÊNDICE D, respondido pelos participantes dos 2º e 3º ciclos, antes e depois do jogo. Conforme pormenorizado no Capítulo 3, estes dados não são apresentados para o 1º Ciclo, uma vez que o formulário aplicado ainda não contemplava a pergunta: “Em uma escala de 0 a 5, qual é seu nível de conhecimento em desenvolvimento de produtos? (0 = nenhum conhecimento, 5 = grande domínio do assunto)”.

Foi conduzido um teste para duas proporções e foram elaborados *boxplots*. A condução do teste para duas proporções agora objetiva verificar se houve aumento, depois do jogo, no nível de conhecimento em PDP segundo a percepção dos participantes. Analogamente, com base no número (em uma escala de 0 a 5) informado no formulário pelos respondentes de cada ciclo, determinou-se como “nota de corte” a moda de antes do jogo, dos 2º e 3º Ciclos desta pesquisa-ação, conforme evidencia a Tabela 4.2.

Tabela 4.2 – Moda para os níveis de conhecimento em PDP dos 2º e 3º Ciclos, antes e depois da aplicação do jogo

	Antes	Depois
<b>Moda para o 1º Ciclo</b>	-	-
<b>Moda para o 2º Ciclo</b>	2	3
<b>Moda para o 3º Ciclo</b>	3	3

Fonte: autora

Considerou-se  $p_1$  = proporção da amostra com nível de conhecimento em PDP igual ou superior a X antes do jogo e  $p_2$  = proporção da amostra com nível de conhecimento em PDP igual ou superior a X depois do jogo, de tal forma que X representa a **moda de antes do jogo** para o ciclo que está sendo analisado estatisticamente. Deseja-se verificar se, depois do jogo,  $p_2$  é estatisticamente maior que  $p_1$ . Assim sendo, conduziu-se o teste de hipóteses para duas proporções, no qual a hipótese nula ( $H_0$ ) é de que não há diferença entre as proporções. Já a hipótese alternativa ( $H_a$ ) é de que a segunda proporção, depois do jogo, é maior do que a primeira proporção, antes do jogo. Logo:

$$H_0: p_1 - p_2 = 0$$

$$H_A: p_1 - p_2 < 0$$

Com base nisso, a seguir serão expostos os resultados para os testes de duas proporções conduzidos para os 2º e 3º Ciclos da pesquisa-ação. Os valores consideram um nível de confiança de 95% (alpha de 0,05). Ademais, são também exibidos os *boxplots* para os dois ciclos analisados.

#### 4.2.1. Resultados da avaliação do nível de conhecimento em PDP dos participantes do 2º Ciclo

A Figura 4.10 apresenta o teste de hipótese para duas proporções feito para as amostras do 2º Ciclo desta pesquisa, cuja moda foi 2,  $p_1$  (proporção da amostra com nível de conhecimento igual ou superior a 2 antes do jogo) = 0,75 (15/20) e  $p_2$  (proporção da amostra com nível de conhecimento igual ou superior a 2 depois do jogo) = 0,95 (19/20).

##### Test and CI for Two Proportions

Sample	X	N	Sample p
1	15	20	0.750000
2	19	20	0.950000

Difference = p (1) - p (2)  
 Estimate for difference: -0.2  
 95% upper bound for difference: -0.0217021  
 Test for difference = 0 (vs < 0): Z = -1.77 P-Value = 0.038

Figura 4.10 – Teste para duas proporções realizado para o nível de conhecimento das amostras do 2º Ciclo

Fonte: autora (dados obtidos pelo Minitab®)

Como p-value (0,038) é menor que o nível de significância, ou alpha, (0,05), há evidência para se rejeitar a hipótese nula. De acordo com estas amostras, há evidências que sugerem que a segunda proporção é estatisticamente maior que a primeira proporção. Aparentemente, há evidência de que o jogo teve algum efeito na percepção dos participantes deste 2º Ciclo sobre seu nível de conhecimento em PDP.

Analisando a moda para o nível de conhecimento de antes do jogo, percebe-se que era de 2, passando para 3 depois (Tabela 4.2). Na Figura 4.11, é perceptível que, antes do jogo, 50% dos participantes responderam que seu nível de conhecimento em PDP era de 2, sendo esta mediana aumentada para 3 depois do jogo. Com relação aos valores mínimos registrados, observa-se que antes da dinâmica, foi registrado um mínimo de 0 (zero), enquanto que após o jogo, este mínimo passou para 2.

Cabe aqui ressaltar a existência de um *outlier*, cuja resposta antes do jogo foi de que seu nível de conhecimento em PDP era de 1, mantendo-se inalterado em 1, depois. Optou-se por incluir tal valor atípico na análise das observações, “por considerá-lo não demasiadamente influente sobre o valor das estimativas dos parâmetros”, conforme preconizado por Figueira (1998).

No que tange os valores máximos, estes se mantiveram os mesmos 4, antes e depois da dinâmica. Antes do jogo, 25% dos respondentes assumiram ter um nível de conhecimento em PDP de 1,25, ao passo que depois, este primeiro quartil subiu para 3. Similarmente, 75% dos participantes responderam, antes do jogo, possuir um nível de conhecimento em PDP de 3, sendo este terceiro quartil aumentado para 4 depois. Já a amplitude interquartil sofreu uma ligeira redução, de 1,75 antes para 1 depois – um indicativo de que a variabilidade presente nos dados foi diminuída.

É relevante mencionar que, conforme apresentado no Capítulo 3, embora dentre os participantes deste 2º Ciclo estivessem professores com mais de anos de experiência no ensino de PDP e de outras disciplinas para o curso de Engenharia de Produção, nenhum deles assinalou – nem antes, nem depois do jogo – a opção de nível de expertise 5.

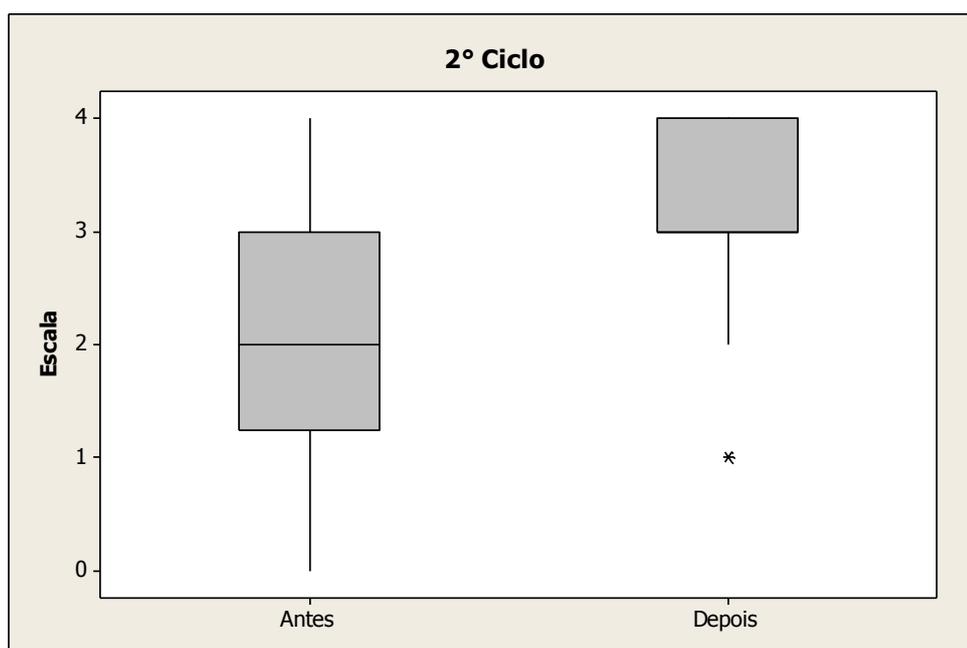


Figura 4.11 – *Boxplots* para o nível de conhecimento das amostras do 2º Ciclo  
Fonte: autora (dados obtidos pelo Minitab®)

#### 4.2.2. Resultados da avaliação do nível de conhecimento em PDP dos participantes do 3º Ciclo

A Figura 4.12 apresenta o teste de hipótese para duas proporções feito para as amostras do 3º Ciclo desta pesquisa, cuja moda foi 3,  $p_1$  (proporção da amostra com nível de conhecimento igual ou superior a 3 antes do jogo) = 0,6863 (35/51) e  $p_2$  (proporção da amostra com nível de conhecimento igual ou superior a 3 depois do jogo) = 0,9804 (50/51).

##### Test and CI for Two Proportions

Sample	X	N	Sample p
1	35	51	0.686275
2	50	51	0.980392

Difference = p (1) - p (2)  
 Estimate for difference: -0.294118  
 95% upper bound for difference: -0.182576  
 Test for difference = 0 (vs < 0): Z = -3.99 P-Value = 0.000

\* NOTE \* The normal approximation may be inaccurate for small samples.

Fisher's exact test: P-Value = 0.000

Figura 4.12 – Teste para duas proporções realizado para o nível de conhecimento das amostras do 3º Ciclo

Fonte: autora (dados obtidos pelo Minitab®)

Como p-value (0,000) é menor que o nível de significância, ou alpha, (0,05), há evidência para se rejeitar a hipótese nula. De acordo com estas amostras, há evidências que sugerem que a segunda proporção é estatisticamente maior que a primeira proporção. Aparentemente, há evidência de que o jogo teve algum efeito na percepção dos participantes deste 3º Ciclo sobre seu nível de conhecimento em PDP.

Analisando a moda para o nível de conhecimento antes e depois do jogo (Tabela 4.2), percebe-se que este valor se manteve inalterado em 3. Na Figura 4.13, nota-se que a mediana para o nível de conhecimento em PDP antes e depois do jogo se manteve inalterada em 3. No entanto, o valor mínimo registrado antes foi de 1, sendo aumentado para 2 depois do jogo. Similarmente, observa-se que o valor máximo registrado antes do jogo subiu de 4 para 5. Ademais, 75% dos participantes assumiram que seu nível de conhecimento em PDP era de 3 antes do jogo, passando para 4, enquanto que 25% deles pensa que este valor era de 2 antes do jogo e passou para 3 depois. Por fim, a amplitude interquartil permaneceu em 1, sugerindo que, comparativamente, não houve alteração na dispersão dos dados.

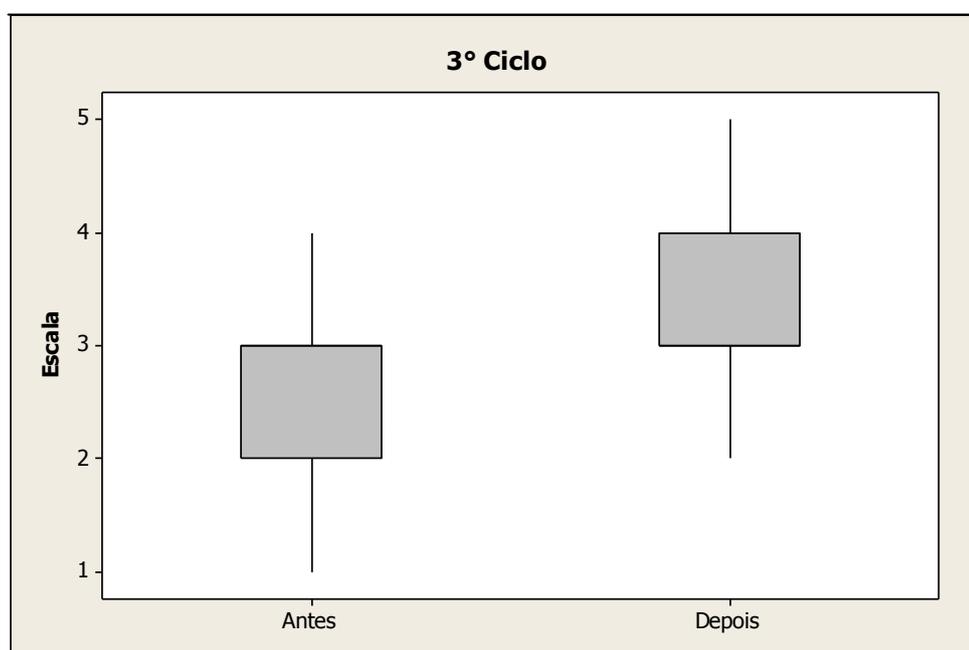


Figura 4.13 – *Boxplots* para o nível de conhecimento das amostras do 3º Ciclo  
Fonte: autora (dados obtidos pelo Minitab®)

Os resultados destes dois ciclos analisados sugerem que a utilização de jogos pode contribuir para que os alunos acreditem ter aprendido mais ou compreendido melhor os conceitos objetivados, talvez em razão das características presentes e desejáveis em qualquer jogo

educacional: divertimento, desafio, interação – nas palavras de Giannakos (2013), Lee e Hammer (2011) e Moratori (2003).

Entretanto, ao contrastar a percepção dos participantes do objeto de estudo com a variação no nível de acertos no formulário para medição do conhecimento interiorizado por meio do jogo, nota-se que, majoritariamente, apesar de o aluno ser otimista ao afirmar ter melhorado seu aprendizado sobre riscos em PDP, paralelamente (considerando o instrumento utilizado neste trabalho), ele pode, até mesmo, ter aumentado seu número de erros. Cabe aqui mencionar que, conforme cita Prensky (2001b), isso pode ter acontecido, possivelmente, em razão de o jogo ter sido mal projetado. Foram observados ruídos no planejamento e na aplicação do experimento, os quais são elucidados mais adiante.

### **4.3. Resultados da avaliação do jogo**

A avaliação do objeto de estudo faz uso de *boxplots* ou diagramas de caixa, para analisar as dimensões do jogo segundo a opinião dos participantes. Em tempo, conforme já exposto no Capítulo 2, são dez as dimensões abordadas na unidade de análise:

- Atenção;
- Relevância;
- Confiança;
- Satisfação;
- Imersão;
- Interação Social;
- Desafio;
- Divertimento;
- Competência;
- Aprendizagem de curto/longo termo.

O constructo “reação ao jogo educacional” do modelo de avaliação de jogos utilizado neste trabalho é dividido em três componentes: motivação, experiência do usuário e aprendizagem.

A análise é feita atribuindo as dimensões acima a seu respectivo subcomponente e comparando os resultados da avaliação dos participantes de cada ciclo (vide APÊNDICE F).

#### **4.3.1. Considerações quanto ao questionário para avaliação do jogo**

Para a avaliação do jogo de construção da torre (objeto de estudo), utilizou-se uma adaptação do questionário proposto na tese de Savi (2011), o qual se encontra exposto no ANEXO A. Contudo, é relevante mencionar que, como a atividade de preenchimento deste questionário pelos participantes foi realizada no final do jogo, deve-se considerar que as respostas podem ter sido dadas de maneira rápida e despreocupadamente. Deve-se mencionar ainda que, conforme pormenorizado no Capítulo 3, devido à restrição do horário para finalização do minicurso, este questionário não foi aplicado juntamente aos participantes do 2º Ciclo. Conseqüentemente, não são apresentados resultados para este ciclo, mas, sim, para os 1º e 3º Ciclos.

As respostas ao questionário para avaliação do jogo foram tabuladas considerando:

- Assim como foi feito para a avaliação do conhecimento teórico, para a avaliação da dinâmica foram igualmente desconsiderados os participantes que reduziram em mais de três pontos o número de acertos depois do jogo. Isso implicou na eliminação de dois participantes (um do 1º Ciclo e outro do 3º Ciclo);
- Analogamente, foram eliminados como dados de entrada aqueles participantes que não responderam mais de três questões do questionário, o que sinaliza desconcentração ou pressa ao responder o questionário. Isso implicou na eliminação de outros dois participantes (um do 1º Ciclo e outro do 3º Ciclo). Para aqueles que deixaram uma ou duas questões sem resposta, considerou-se como valor para tais questões a moda das respostas dos demais participantes;
- O percentual de respostas atribuído a cada questão, que somadas avaliam a dimensão que compõe o constructo. Por exemplo: a dimensão “aprendizagem” é avaliada por meio de três perguntas. Para o participante 1, a soma das notas atribuídas a essas três

perguntas foi 11 (4+4+3), de um total possível de 12 (três perguntas multiplicadas por quatro, a pontuação máxima permitida pelo questionário para concordância com cada afirmação). Desse modo, para este caso, a nota atribuída pelo participante 1 à dimensão “aprendizagem” foi 0,917 (11 dividido por 12).

Com base nisso, a seguir serão expostas as análises estatísticas para os 1º e 3º Ciclos da pesquisa-ação, confrontando-as com a teoria apresentada no Capítulo 2.

### **4.3.2. Resultados da avaliação do jogo pelos participantes dos 1º e 3º Ciclos**

Na Figura 4.14 e na Figura 4.15 são apresentados os *boxplots* para cada dimensão do jogo, segundo avaliação dos participantes dos 1º e 3º Ciclos da pesquisa-ação, respectivamente.

Os *outliers* da Figura 4.14 para as dimensões “relevância”, “confiança” e “aprendizagem” são o mesmo aluno, o qual apresentou uma redução de dois pontos na avaliação do conhecimento teórico. Com exceção da dimensão “competência”, ele(a) atribuiu notas significativamente abaixo daquelas atribuídas pelos demais participantes para todas as dimensões. Isso não ocorre com o *outlier* para a dimensão “divertimento”, o qual atribuiu notas para as dimensões próximas à média dos demais avaliadores, em especial para “relevância”, “imersão” e “interação social”. Ele(a) aumentou em um ponto sua avaliação do conhecimento teórico depois do jogo.

Os cinco *outliers* da Figura 4.15, todos para a dimensão “desafio”, podem ser justificados pelo perfil dos participantes do 3º Ciclo, uma vez que são alunos da disciplina de “Gestão do Processo de Desenvolvimento de Produtos” e já haviam participado de dinâmicas similares. Entretanto, acredita-se que o jogo possa ter contribuído para a melhoria do conhecimento de três desses *outliers*, pois um deles aumentou em um ponto seu nível de acertos e dois aumentaram em dois pontos. Os outros dois *outliers* mantiveram seu nível de acertos inalterado depois do jogo.

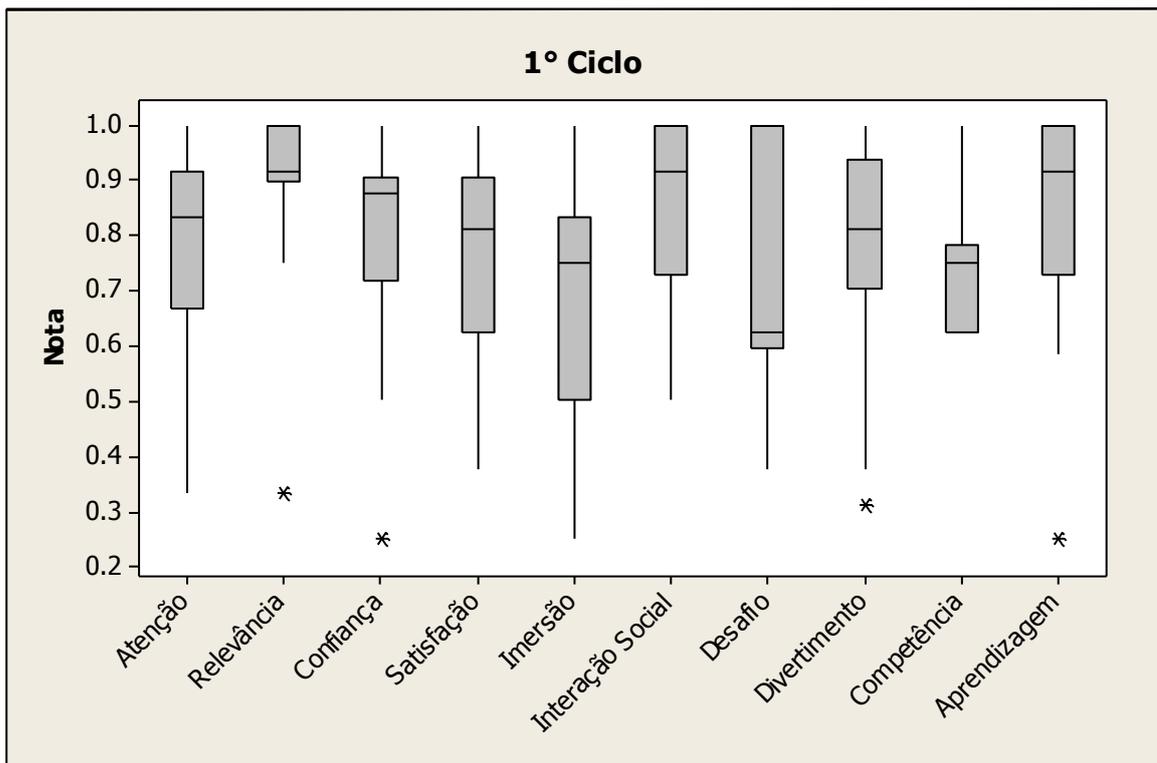


Figura 4.14 – *Boxplots* para a avaliação das dimensões do jogo pelos participantes do 1° Ciclo  
 Fonte: autora (dados obtidos pelo Minitab®)

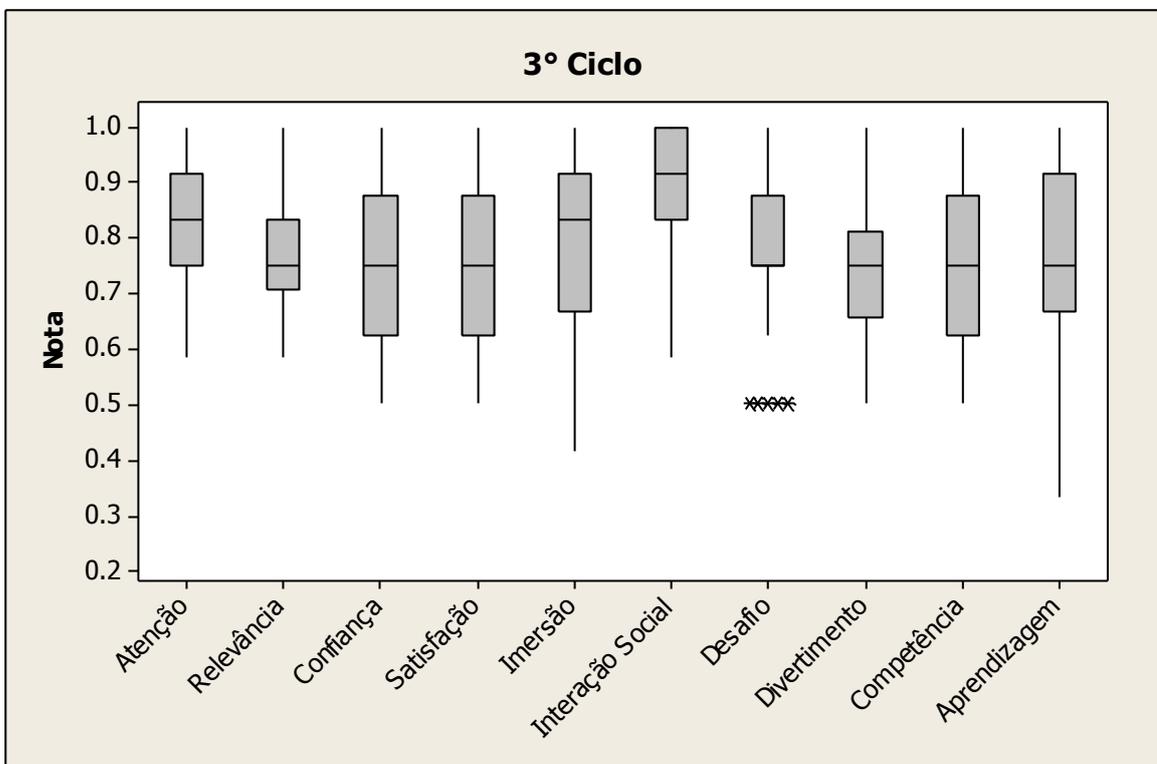


Figura 4.15 – *Boxplots* para a avaliação das dimensões do jogo pelos participantes do 3° Ciclo  
 Fonte: autora (dados obtidos pelo Minitab®)

Observando os diagramas, percebe-se que a dispersão dos dados para a dimensão “desafio” é reduzida significativamente do 1º para o 3º Ciclo (intervalo interquartil passa de 0,41 para 0,13). Isso sugere que houve maior concordância entre os participantes do 3º Ciclo com relação à superação de tarefa difícil, à derrota de oponentes, ao alcance de uma meta desejada e ao teste e desenvolvimento de suas habilidades.

As dimensões “confiança” e “satisfação” têm suas medianas reduzidas do 1º para o 3º Ciclo, de 0,88 para 0,75; e de 0,81 para 0,75. Curiosamente, os valores para o terceiro quartil são os mesmos para as duas dimensões: 0,91 no 1º Ciclo e 0,88 no 3º. Isso sugere que os participantes do 1º Ciclo podem ter criado mais expectativas positivas e podem ter sentido de maneira mais significativa que o esforço dedicado na construção da torre foi apropriado e reconhecido – embora eles não tenham recebido “recompensas”; diferentemente dos alunos do 3º Ciclo, no qual as três equipes vencedoras receberam pontos na disciplina.

As dimensões “relevância”, “desafio” e “aprendizagem” foram mais bem avaliadas pelos participantes do 1º Ciclo que do 3º, obtendo todas um terceiro quartil de 1. Isso sugere que os participantes do 1º Ciclo perceberam um maior nível de associação entre seus conhecimentos prévios e novas informações do jogo (relevância), além de se sentirem mais desafiados (desafio) e de verificarem de forma mais evidente que o jogo contribuiu para seu desempenho no curso e para sua vida profissional (aprendizagem).

É relevante notar que “atenção”, embora tenha apresentado um valor mínimo menor no 1º Ciclo (de 0,33 para 0,58 no 3º Ciclo), obteve a mesma mediana em ambos os ciclos (0,83). As medianas são as mesmas também para “interação social” (0,92) e “competência” (0,75). Isso sugere que os participantes responderam similarmente aos estímulos instrucionais e se sentiram similarmente motivados (atenção). Ademais, os alunos dos dois ciclos se sentiram compartilhando e atuando ativamente em um ambiente coletivo (interação social) e perceberam similarmente quais habilidades usar para explorar e progredir no jogo (competência).

Com relação a “divertimento”, o 1º Ciclo avaliou com maiores notas esta dimensão, embora o valor mínimo registrado tenha sido menor (0,38 para 0,5 do 3º Ciclo). Isso sugere que os alunos do 1º Ciclo experimentaram mais sentimentos de diversão, relaxamento e distração,

quando comparados aos participantes do 3º Ciclo. Uma justificativa para isso pode ser o comentário feito pelos alunos de que não é usual participarem de atividades como este jogo. Provavelmente porque a duração do curso técnico (um ano) é mais restritiva que a duração do curso de graduação dos alunos do outro grupo (cinco anos); ou ainda porque o curso de Administração e de Engenharia de Produção tenham, de fato, programas e didáticas de ensino diferenciadas. Em contrapartida, em “imersão” as notas atribuídas pelos participantes do 3º Ciclo foram superiores, de modo que o primeiro quartil registrou 0,67 e valor mínimo 0,42 – ao passo que no 1º Ciclo esses valores foram de 0,5 e 0,25, respectivamente. Isso sugere que os alunos do 3º Ciclo se envolveram mais profundamente no jogo, desviando-se do mundo real para o mundo da dinâmica.

Para uma análise pormenorizada dos *boxplots*, consultar APÊNDICE F.

#### **4.3.3. Análise multivariada: Regressão por Mínimos Quadrados Parciais**

De acordo com Oliveira (2006), a Regressão por Mínimos Quadrados Parciais (MQP ou PLS, da sigla em inglês para *Partial Least Squares*) é utilizada para relacionar uma ou mais variáveis de resposta (Y, também chamadas de variáveis dependentes) com diversas variáveis independentes (X, também chamadas de variáveis regressoras ou preditivas). Além disso, o MQP admite trabalhar com conjuntos de dados onde haja variáveis altamente correlacionadas e que apresentam ruído aleatório considerável.

Tentou-se utilizar essa técnica para avaliação do jogo, assim como foi feito por Silva *et al.* (2013), porém os resultados obtidos a partir dos dados coletados não contemplam os pré-requisitos para condução deste tipo de análise. Acredita-se que melhores resultados poderiam ter sido obtidos se alguns aspectos tivessem sido considerados no planejamento do objeto de estudo:

- Registro do gênero dos jogadores, de sua habilidade acadêmica (coeficiente de rendimento) e de eventual experiência profissional em PDP e com jogos. Ojiako *et al.* (2011) e Randel *et al.* (1992) apontam estas como algumas variáveis que podem afetar os resultados de estudos para medir a eficiência de jogos. Segundo Lee e Hammer

(2011), é fundamental projetar desafios que estejam alinhados às habilidades do jogador para garantir, assim, seu engajamento potencial. No caso de não se sentirem desafiados, os participantes podem rápida e facilmente se desconectarem do jogo. De fato, tais registros permitiriam uma melhor confrontação do conhecimento obtido a partir do jogo e dos resultados para as dimensões “imersão” e “desafio”, por exemplo;

- Registro do tempo individual gasto para realização das avaliações de conhecimento teórico e do jogo. Isso foi executado de maneira geral, iniciando o cronômetro com a entrega do formulário e do questionário ao grupo e pausando-o com a devolução pelo último participante. Dados individuais permitiriam eliminar do experimento, com maior rigor, aqueles participantes que não se empenharam nas avaliações, entregando-as rápido demais;
- Observação individual dos formulários e questionários entregues. Isso evitaria ou diminuiria a incidência de questões deixadas em branco;
- Dimensionamento adequado do tempo para a execução de todas as atividades envolvidas na realização do jogo. Detectou-se que a duração ideal para aplicação do objeto de estudo deve ser acima de quatro horas;
- Adequação do instrumento para medição do conhecimento interiorizado a partir do jogo. O formulário utilizado só permitia uma opção para cada caso, o que impactou o nível de acertos. Ademais, o instrumento utilizado não levou em conta a possibilidade do respondente não saber a resposta. A inclusão de técnicas de *feedback* imediato (DIHOFF, BROSVIC e EPSTEIN, 2003) no formulário a ser aplicado e no jogo propriamente dito, pode contribuir para uma maior probabilidade de retenção de material verbal e habilidades motoras. Conforme citam Lee e Hammer (2011), em muitos jogos, a única maneira de aprender como jogá-los é falhando repetidamente, aprendendo um pouco a cada fracasso. Isso caracteriza a relevância de tornar os ciclos de *feedback* rápidos, mas também incita a questão de quando aplicar o formulário diagnóstico – após apenas quatro horas (tempo de duração do jogo), é possível que haja melhora no conhecimento dos jogadores? O fator “tempo” é limitante, de modo que se sugere a aplicação do formulário ao fim da disciplina de PDP, por exemplo (a

qual usualmente dura um semestre), adequando a ementa para a incorporação de atividades propostas não só pela Aprendizagem Baseada em Jogos, mas também por outras metodologias ativas de ensino. Assim, torna-se viável a medição da dimensão “aprendizagem de longo prazo” do jogo (SAVI, 2011);

- Adequação do ambiente para realização do jogo. Um grupo acima de 20 participantes exige um ambiente amplo e a participação de, pelo menos, três mediadores. Aspectos como calor, ausência de intervalo e “não recompensa” aos vencedores podem influenciar o desempenho dos participantes, conforme citam Michaelsen, Fink e Knight (1997).

Neste trabalho, os aspectos acima citados são considerados ruídos e podem ter comprometido os resultados obtidos – o que reforça a relevância de um planejamento adequado do experimento como um todo.

## 5. CONCLUSÕES

A partir da revisão de literatura conduzida, identificou-se que o processo de aprendizagem dos estudantes nos dias de hoje segue padrões distintos dos de seus pais ou professores, devido à disseminação da tecnologia. Durante muito tempo confundiu-se "ensinar" com "transmitir", o que levou a alunos com expectativas de educação superior diferentes do ensino que eles atualmente recebem. Estes novos estudantes são considerados “nativos digitais”, fluentes na língua digital dos computadores, *videogames* e Internet, e ansiosos por uma resposta imediata para toda e cada ação. Por isso, é fundamental para os professores “ir mais rápido” e incorporar nas salas de aula uma combinação de objetivos desejáveis, escolhas interessantes e *feedback* imediato e útil. Há, portanto, uma tendência de se passar para um ensino no qual os estudantes são colocados na posição de aprendizes independentes, e não de receptores passivos.

As abordagens utilizadas nos últimos anos para o ensino do Processo de Desenvolvimento de Produtos (PDP) já incorporam parâmetros como a aprendizagem colaborativa e a experimentação ativa. Universidades americanas como o Instituto Tecnológico de

Massachussets, a Escola de Design de Rhode Island, a Universidade da Flórida Central, a Universidade Estadual da Pensilvânia e a Universidade do Colorado, e outras como a Universidade de Tecnologia de Queensland, na Austrália, e a Universidade do Porto, em Portugal, fazem uso da Aprendizagem Baseada em Problemas, da Aprendizagem Baseada em Equipes e da Aprendizagem Baseada em Jogos, por exemplo.

Também tratada na literatura por *gamification* (ou *gamificação*, em uma tradução direta), a Aprendizagem Baseada em Jogos é vista com destaque nesta dissertação. Consiste em misturar o conteúdo instrucional com características de um jogo, proporcionando experiências práticas que capacitem os alunos para a resolução de situações complexas e aumentem seu engajamento no processo, ao criar uma cultura de aprendizagem customizada, segundo os estilos e objetivos de cada estudante. Identificou-se na revisão bibliográfica que jogos educacionais devem atuar em três domínios (similares aos propostos pela Taxonomia de Bloom): cognitivo, emocional e social. Portanto, os jogos devem fornecer sistemas de regras complexas, pois é a dificuldade das tarefas que manterá os estudantes potencialmente engajados (domínio cognitivo); os jogos devem fornecer experiências emocionais positivas, como divertimento – jogadores que revelam alto divertimento estão mais propensos a adquirir conhecimento por meio do jogo (domínio emocional); e jogos educacionais devem permitir que seus participantes assumam papéis que sejam menos explicitamente ficcionais, explorando novos lados deles mesmos (domínio social). Ademais, uma experiência com jogos é voluntária, realizada a partir de uma motivação intrínseca, e por isso deve oferecer múltiplas rotas para o sucesso.

Outro aspecto abordado neste trabalho são os riscos inerentes ao PDP, pois são estes os conceitos que se objetivou ensinar por meio do objeto de estudo. A partir de um mapeamento da produção científica acerca do tema, os riscos do PDP foram agrupados em macrofatores: técnicos, financeiros e mercadológicos, e cada macrofator foi dividido em categorias. Por meio do Processo de Análise Hierárquica (AHP), em consulta a seis especialistas em PDP do setor automobilístico, foi possível priorizar aquelas categorias para incorporação ao objeto de estudo. Em tempo, a escolha por este setor se deve ao fato de que ele exige uma metodologia bem definida e estruturada para o PDP (ISO 16949) e de que, segundo dados referentes ao perfil dos alunos egressos do curso de Engenharia de Produção da UNIFEI, a maior parte deles passa a atuar neste setor.

Logo, os resultados para a priorização foram:

- Riscos Gerenciais de Custo ou Riscos Financeiros Internos = 37%;
- Riscos Financeiros Externos = 13%;
- Riscos de Mercado = 11%;
- Riscos Regulatórios = 10%;
- Riscos Gerenciais de Escopo, Tempo e Qualidade = 9%;
- Riscos de Gestão = 6%;
- Riscos nas Saídas = 4%;
- Riscos nas Entradas = 3%;
- Riscos nos Domínios ou Riscos Organizacionais = 3%;
- Riscos nos Mecanismos ou Riscos Técnicos = 3%;
- Riscos de Parceria = 2%.

Com base nisso, optou-se por incorporar ao jogo as quatro categorias mais representativas em termos percentuais. O objeto de estudo foi aplicado em três ciclos: o primeiro deles ocorrido em 26 de setembro de 2014, o segundo em 08 de outubro e o último nos dias 13 e 20 de outubro do mesmo ano. A avaliação do jogo foi feita por meio de observação participante no ambiente da pesquisa; sondagens através de questionamentos dos participantes e interpretações de documentos escritos: formulário (APÊNDICE D), questionário (ANEXO A) e planilhas eletrônicas do Microsoft Office Excel. Estes instrumentos permitiram analisar o conhecimento interiorizado pelo participante (variação no número de acertos e na percepção do nível de conhecimento em PDP) e sua reação ao jogo educacional (motivação, experiência e aprendizagem). Oportunidades de melhoria foram detectadas em cada ciclo e incorporadas ao jogo para sua reaplicação e reavaliação no ciclo subsequente. Os resultados obtidos nos três ciclos desta pesquisa-ação são apresentados de forma sintetizada a seguir.

## **5.1. Síntese dos resultados obtidos no 1º Ciclo**

Para análise do número de acertos após a realização do jogo, foram considerados 15 dos 16 participantes. Por meio dos diagramas de caixa, foi possível verificar que houve uma melhora na aprendizagem, pois antes do jogo a mediana era de 4 acertos, passando para 5 acertos

depois. O valor máximo registrado aumentou de 8 para 10 acertos e o valor mínimo também aumentou de 1 acerto para 3. Os histogramas expostos apontam que 33% dos participantes mantiveram seu número de acertos inalterado depois do jogo; 13% melhoraram em um ponto; 20% em dois pontos e 13% em três pontos. Porém, um participante (6,67%) reduziu em um ponto seu número de acertos e dois participantes (20%) reduziram em dois pontos. Reitera-se que a não realização da atividade de vivência – devido à restrição do horário para retorno dos alunos – pode ter impactado estes resultados.

Com relação à percepção dos participantes quanto ao seu nível de conhecimento em PDP depois do jogo, não foram apresentados testes de hipótese ou *boxplots* para o 1º Ciclo, uma vez que o formulário aplicado ainda não contemplava a pergunta para diagnóstico deste quesito.

Para análise do questionário de avaliação do jogo, foram considerados 14 dos 16 participantes. As dimensões mais consideradas pelos jogadores foram relevância, interação social e aprendizagem (todas com mediana de 0,92). Em contrapartida, as dimensões menos consideradas foram desafio (mediana = 0,63), atenção e competência (medianas = 0,75).

## **5.2. Síntese dos resultados obtidos no 2º Ciclo**

Para análise do número de acertos após a realização do jogo, foram considerados 19 dos 20 participantes. Os *boxplots* apresentados sinalizam uma melhora na aprendizagem dos jogadores, pois antes do jogo a mediana foi de 5 acertos, aumentando para 6. O valor máximo registrado permaneceu em 8, contudo, o valor mínimo aumentou de 2 acertos para 3. Nota-se nos histogramas que 42% dos participantes mantiveram seu número de acertos inalterado depois do jogo; 21% melhoraram em um ponto; 5,3% em dois pontos; 10,5% em três pontos e 5,3% em quatro pontos. Entretanto, três participantes (15,8%) reduziram em um ponto seu número de acertos.

Para análise da percepção dos jogadores, foram considerados todos os 20 participantes. Adotando um nível de confiança de 95%, o teste de hipótese para duas proporções apontou que há evidências que sugerem que o jogo teve algum efeito na percepção dos participantes,

indicando que, após o jogo, houve aumento no nível de conhecimento em PDP informado pelos jogadores (p-value = 0,038).

Com relação à avaliação do jogo pelos participantes, não foi apresentado *boxplot* para análise das dimensões, uma vez que, devido à restrição do horário para finalização do minicurso, o questionário não foi aplicado no 2º Ciclo.

### **5.3. Síntese dos resultados obtidos no 3º Ciclo**

Para análise do número de acertos após a realização do jogo, foram considerados 50 dos 51 participantes. É notável nos diagramas de caixa que a mediana permaneceu em 6 acertos, assim como o valor máximo observado antes e depois, que continuou em 10 acertos. Já quanto ao valor mínimo, houve aumento de 2 para 3 acertos. Os histogramas exibiram que este foi o ciclo que mais apresentou variação no nível de acertos: tanto em termos de melhora, quanto em termos de piora. Vinte e quatro por cento dos participantes mantiveram seu número de acertos inalterado depois do jogo; 18% melhoraram em um ponto; assim como 18% melhoraram em dois pontos; 10% em três pontos; 2% em quatro pontos e 4% em cinco pontos. Contudo, quatro alunos (8%) diminuíram em um ponto seus acertos; três (6%) diminuíram em dois pontos e cinco deles (10%) reduziram em três pontos.

Para análise da percepção dos jogadores, foram considerados todos os 51 participantes. Adotando um nível de confiança de 95%, o teste de hipótese para duas proporções apontou que há evidências que sugerem que o jogo teve algum efeito na percepção dos participantes, indicando que, após o jogo, houve aumento no nível de conhecimento em PDP informado pelos jogadores (p-value = 0,000).

Por fim, para análise do questionário de avaliação do jogo, foram considerados 49 dos 51 participantes. A dimensão mais considerada pelos jogadores foi interação social (mediana = 0,92). Com exceção desta dimensão e de atenção e imersão (medianas = 0,83), todas as demais dimensões apresentaram a mesma mediana de 0,75. Extrapolando para os valores mínimos, nota-se que as que registraram menor valor mínimo foram aprendizagem (valor mínimo registrado = 0,33) e imersão (valor mínimo registrado = 0,42).

## **5.4. Considerações finais e sugestões para trabalhos futuros**

Os resultados analisados sugerem que a utilização de jogos pode, realmente, contribuir para melhorar o conhecimento de seus participantes. Contudo, jogos também podem levantar dúvidas e incertezas sobre conceitos já sabidos, ratificando, assim, a necessidade de serem bem projetados. Muito embora, de maneira geral, os respondentes acreditem ter melhorado seu aprendizado sobre riscos em PDP – possivelmente em razão da inclusão no programa de ensino de características como interação social e recompensa pelo sucesso do grupo –, ao contrastar esta análise com a análise do conhecimento interiorizado a partir do jogo, nota-se que, majoritariamente, o objeto de estudo não alterou o nível de acertos dos participantes desta pesquisa.

Esta dissertação se propôs a identificar e priorizar os riscos inerentes ao PDP, para aperfeiçoamento de um jogo para ensino e aprendizagem destes conceitos e espera-se que aplicações futuras da unidade de análise sejam realizadas. Acredita-se que o objeto de estudo possa contribuir para a formação conceitual e prática de seus participantes pelo fato de permitir a experimentação em um ambiente seguro de um problema encontrado no dia a dia de empresas reais. Espera-se que este trabalho contribua também teoricamente, ao endossar o material acerca de Aprendizagem Baseada em Jogos.

Para trabalhos futuros, sugere-se a realização de análise multivariada para uma avaliação mais estatisticamente aprofundada do jogo, o que pode ser feito a partir de um planejamento adequado do experimento, a fim de minimizar os ruídos encontrados nesta pesquisa.

# APÊNDICES

## APÊNDICE A – Estrutura Hierárquica para Priorização dos Riscos do PDP

**OBJETIVO (Questão da Pesquisa):** De acordo com sua vivência no mercado automobilístico, quais são os riscos que você considera mais impactantes e que devem ser gerenciados no processo de desenvolvimento de um produto?

- **CRITÉRIO 1: ASPECTOS TÉCNICOS**
  - **ALTERNATIVA 1:** Riscos nas Entradas
  - **ALTERNATIVA 2:** Riscos nas Saídas
  - **ALTERNATIVA 3:** Riscos nos Domínios (ou Riscos Organizacionais)
  - **ALTERNATIVA 4:** Riscos nos Mecanismos (ou Riscos Técnicos)
  - **ALTERNATIVA 5:** Riscos Gerenciais de Escopo, de Tempo e de Qualidade
- **CRITÉRIO 2: ASPECTOS FINANCEIROS**
  - **ALTERNATIVA 1:** Riscos Gerenciais de Custos (ou Riscos Financeiros Internos)
  - **ALTERNATIVA 2:** Riscos Financeiros Externos
  - **ALTERNATIVA 3:** Riscos Regulatórios
- **CRITÉRIO 3: ASPECTOS MERCADOLÓGICOS**
  - **ALTERNATIVA 1:** Riscos de Mercado
  - **ALTERNATIVA 2:** Riscos de Parceria
  - **ALTERNATIVA 3:** Riscos de Gestão

## APÊNDICE B – Contrato para construção de torre

### CONTRATO DE CONSTRUÇÃO DE TORRE

1. Eu \_\_\_\_\_ (nome civil completo do representante da empresa),  
 \_\_\_\_\_ (nacionalidade), \_\_\_\_\_ (estado civil), \_\_\_\_\_ (data de nascimento),  
 \_\_\_\_\_ (profissão), \_\_\_\_\_ (nº do  
 CPF), \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_ (endereço completo:  
 tipo e nome do logradouro, número, complemento, bairro/distrito, município, Unidade Federativa e CEP),  
 doravante descrita como “FORNECEDOR”.
2. A empresa PBL Ltda., com sede na Rua José Antônio, 108, São Paulo/SP – CEP 88500-456, CNPJ 456.128.365/0001, doravante descrita como “CLIENTE”.

**Cláusula Primeira** – O FORNECEDOR assume o compromisso de entregar 10 (dez) torres bonitas mensalmente a um preço unitário de venda de R\$ \_\_\_\_\_ e ao custo unitário do produto de R\$ \_\_\_\_\_. O tempo final estimado pelo FORNECEDOR para montagem das torres é de \_\_\_\_\_ minutos por unidade produzida.

**Cláusula Segunda** – Os impostos serão por conta do FORNECEDOR e são de **50% (cinquenta por cento)**, devendo ser considerados para formação do preço unitário de venda (Cláusula Primeira).

**Cláusula Terceira** – O pagamento será realizado no mês subsequente, após o aceite pelo setor de inspeção do CLIENTE.

**Cláusula Quarta** – O material a ser utilizado deve ser adquirido e se limita apenas ao fornecido pelo CLIENTE (**não podem ser utilizados outros materiais**), ao custo, respectivamente, de:

Material	Custo unitário (R\$)	Limite de fornecimento
Copo plástico	5	No máximo 20
Palito de madeira	2	No máximo 10
Fita adesiva	20 o metro	Sem limite, mas podem ser vendidos tamanhos inferiores a um metro.
Mão de obra	2 por homem/minuto	Considerados TODOS os membros da equipe.

- Os materiais serão entregues em um kit composto por copos plásticos e palitos. Os materiais não utilizados podem ser devolvidos, desde que estejam conformes, tendo seu valor abatido do investimento inicial.
- A fita será fornecida conforme a solicitação da equipe, não sendo aceita devolução.

**Cláusula Quinta** – As **amostras das torres** devem ser entregues junto com este **contrato**, devidamente preenchido e assinado, depois de, no máximo, **30 minutos** do início da dinâmica.

**Cláusula Sexta** – Serão considerados como critérios para efeito de classificação dos FORNECEDORES: o tempo para o desenvolvimento da amostra da torre; o preço unitário de venda; o custo unitário de venda; o investimento para o desenvolvimento da torre; o atendimento aos requisitos de qualidade; e a viabilidade econômica. Todos os critérios serão relativizados, sendo que o vencedor será o FORNECEDOR que apresentar o melhor resultado.

**Cláusula Sétima** – Fica eleito o foro de Itajubá/MG para o exercício e o cumprimento dos direitos e obrigações resultantes deste contrato.

E, por estarem assim justos e contratados, assinam este instrumento em duas vias.

Itajubá, 13 de outubro de 2014.

\_\_\_\_\_  
 Representante do FORNECEDOR

\_\_\_\_\_  
 Representante do CLIENTE

## **APÊNDICE C – Cartões com informações sobre necessidade do cliente e preço médio de mercado**

Planejamento Estratégico e o Processo de Desenvolvimento de Produtos
<p><b>→ O CLIENTE DESEJA UMA TORRE ALTA.</b></p>
UNIFEI – 26/Setembro/2014

Planejamento Estratégico e o Processo de Desenvolvimento de Produtos
<p><b>→ O PREÇO MÉDIO PRATICADO PELO MERCADO É R\$ 550.</b></p> <p> </p>
UNIFEI – 26/Setembro/2014

## APÊNDICE D – Formulário para coleta de dados referentes ao conhecimento teórico antes e depois do jogo

### Avaliação de Conhecimento Teórico

Em uma escala de 0 a 5, qual é seu nível de conhecimento em desenvolvimento de produtos? (0 = nenhum conhecimento, 5 = grande domínio do assunto)?

(        ) 0      (        ) 1      (        ) 2      (        ) 3      (        ) 4      (        ) 5

Relacione os tópicos do referencial teórico com os casos. Para cada caso existe apenas um referencial teórico: escolha o referencial que melhor se enquadra.

Referencial teórico		Casos
A	Escopo	O projetista utilizou um software de análise térmica para projetar o radiador de um novo carro compacto. Por meio de entrevistas com clientes sobre o que eles esperavam de um carro compacto, se assumiu que a temperatura máxima externa era de 35° C. Em algumas regiões onde o carro foi vendido, o verão atingiu temperaturas superiores e o motor apresentou superaquecimento. A empresa pensou que a solução era avisar os clientes que o carro não poderia circular em regiões ou dias em que a temperatura externa fosse superior a 35° C.
B	Custos	No desenvolvimento de um perfume foi estimado um determinado volume de vendas e, com base neste volume, foram disponibilizados toda a estrutura e todos os processos (produção; logística; compras...). Porém, devido a uma crise de mercado, o consumo teve uma queda elevada.
C	Qualidade intrínseca	A EMBRAER desenvolveu uma nova linha de produtos: os jatos executivos Legacy. Diferentemente da aviação comercial e militar, estes produtos visam uma categoria diferenciada de clientes. Como são clientes diferenciados, os aviões executivos se destacam com algum diferencial, tais como: segurança; autonomia de voo (alcance); custo de manutenção; conforto...
D	Prazo	Um fabricante de ovos de Páscoa desenvolveu um chocolate com no mínimo 60% de cacau, com pouco açúcar e isento de leite, sendo considerado o mais saudável. O processo de desenvolvimento resultou em um ovo de Páscoa saudável, porém o produto foi lançado cinco dias após a Páscoa.
E	Concorrência	Um caso clássico de desenvolvimento de produtos é o da Kodak Advantix que focava em tirar melhores fotos e automaticamente ajudar o fotógrafo amador a cometer menos erros. Assim, foi desenvolvida a câmera com filme que necessitava de posterior revelação... Uma “joia” comparada às câmeras existentes. Mas a Canon lançou simultaneamente a máquina fotográfica digital e o novo produto da Kodak foi um fracasso.
F	Necessidades dos clientes	Uma empresa ao desenvolver um produto se esqueceu de prever no projeto a embalagem. Depois que o produto estava pronto, lembraram que, para seu transporte, ele deveria estar embalado.
G	Precificação	A Sadia por meio de observação dos clientes e pesquisas identificou uma elevada preferência para presuntos com menos gordura. Essa evidência acabou resultando no desenvolvimento de um novo produto: “presunto magro Sadia”.
H	Demanda	No começo do desenvolvimento de um computador não foram consideradas as estimativas de mão de obra, material, impostos... Assim, ao longo do seu desenvolvimento, foi incorporado no produto tudo o que existia de melhor e mais caro. Após o produto estar pronto, para que este se tornasse viável, foram necessários vários esforços extras antes da sua comercialização.
I	Avaliação da satisfação	No desenvolvimento de um novo perfume, não foram analisados os investimentos realizados. Como consequência, as receitas das vendas subtraídas dos custos acabaram tornando o produto inviável economicamente.
J	Posicionamento (tecnologia, preço...)	A Michelin teve problemas com novo pneu que tinha sido desenvolvido e lançado. Vários acidentes ocorreram com os veículos devido a defeitos apresentados pelos novos pneus. Foi identificado como principal causa o fato de que os testes realizados para validar o pneu não levaram em consideração determinadas condições de uso.

Nome: \_\_\_\_\_



## APÊNDICE F – Resultados da avaliação do jogo pelos participantes dos 1º e 3º Ciclos

<b>DIMENSÕES DO SUBCOMPONENTE “MOTIVAÇÃO”</b>		
<b>ATENÇÃO</b>	<b>1º Ciclo</b>	<b>3º Ciclo</b>
Mediana	0,83	0,83
Primeiro Quartil	0,67	0,75
Terceiro Quartil	0,92	0,92
Mínimo	0,33	0,58
Máximo	1	1
Intervalo interquartil	0,25	0,17
<b>RELEVÂNCIA</b>		
<b>RELEVÂNCIA</b>	<b>1º Ciclo</b>	<b>3º Ciclo</b>
Mediana	0,92	0,75
Primeiro Quartil	0,89	0,71
Terceiro Quartil	1	0,83
Mínimo	0,75	0,58
Máximo	1	1
Intervalo interquartil	0,1	0,13
<b>CONFIANÇA</b>		
<b>CONFIANÇA</b>	<b>1º Ciclo</b>	<b>3º Ciclo</b>
Mediana	0,88	0,75
Primeiro Quartil	0,72	0,63
Terceiro Quartil	0,91	0,88
Mínimo	0,5	0,5
Máximo	1	1
Intervalo interquartil	0,19	0,25
<b>SATISFAÇÃO</b>		
<b>SATISFAÇÃO</b>	<b>1º Ciclo</b>	<b>3º Ciclo</b>
Mediana	0,81	0,75
Primeiro Quartil	0,63	0,63
Terceiro Quartil	0,91	0,88
Mínimo	0,38	0,5
Máximo	1	1
Intervalo interquartil	0,28	0,25

---

<b>DIMENSÕES DO SUBCOMPONENTE “EXPERIÊNCIA DO USUÁRIO”</b>		
<b>IMERSÃO</b>	<b>1º Ciclo</b>	<b>3º Ciclo</b>
Mediana	0,75	0,83
Primeiro Quartil	0,5	0,67
Terceiro Quartil	0,83	0,92
Mínimo	0,25	0,42
Máximo	1	1
Intervalo interquartil	0,33	0,25

<b>INTERAÇÃO SOCIAL</b>		
	<b>1º Ciclo</b>	<b>3º Ciclo</b>
Mediana	0,92	0,92
Primeiro Quartil	0,73	0,83
Terceiro Quartil	1	1
Mínimo	0,5	0,58
Máximo	1	1
Intervalo interquartil	0,27	0,17
<b>DESAFIO</b>		
	<b>1º Ciclo</b>	<b>3º Ciclo</b>
Mediana	0,63	0,75
Primeiro Quartil	0,6	0,75
Terceiro Quartil	1	0,88
Mínimo	0,38	0,63
Máximo	1	1
Intervalo interquartil	0,41	0,13
<b>DIVERTIMENTO</b>		
	<b>1º Ciclo</b>	<b>3º Ciclo</b>
Mediana	0,81	0,75
Primeiro Quartil	0,7	0,66
Terceiro Quartil	0,94	0,81
Mínimo	0,38	0,5
Máximo	1	1
Intervalo interquartil	0,23	0,16
<b>COMPETÊNCIA</b>		
	<b>1º Ciclo</b>	<b>3º Ciclo</b>
Mediana	0,75	0,75
Primeiro Quartil	0,63	0,63
Terceiro Quartil	0,78	0,88
Mínimo	0,63	0,5
Máximo	1	1
Intervalo interquartil	0,16	0,25

---

<b>DIMENSÃO DO SUBCOMPONENTE “APRENDIZAGEM”</b>		
<b>APRENDIZAGEM</b>	<b>1º Ciclo</b>	<b>3º Ciclo</b>
Mediana	0,92	0,75
Primeiro Quartil	0,73	0,67
Terceiro Quartil	1	0,92
Mínimo	0,58	0,33
Máximo	1	1
Intervalo interquartil	0,27	0,25

## APÊNDICE G – Resultados Científicos

**COSTA, L. F.** ; SILVA, C. E. S. . Um estudo bibliométrico da Aprendizagem dos Riscos do Processo de Desenvolvimento de Produtos Baseado em Jogos. In: XXXIV Encontro Nacional de Engenharia de Produção, 2014, Curitiba. Anais do XXXIV ENEGEP.

SILVA, F. H. S. ; SILVA, C. E. S. ; **COSTA, L. F.** ; SOTOMONTE, B. E. P. . Análise do Jogo: Desenvolvimento de Embalagem para Ovo. In: IX Congresso Brasileiro de Gestão e Desenvolvimento de Produtos, 2013, Natal. IX CBGDP.

CORREA, K. C. F. ; SILVA, C. E. S. ; **COSTA, L. F.** . Aspectos de Ensino e Aprendizagem de Gerenciamento de Projetos nos Principais Cursos de Engenharia de Produção do Brasil.. In: XXXIII Encontro Nacional de Engenharia de Produção, 2013, Salvador. Anais do XXXIII ENEGEP.

GODOY, H. A. ; SILVA, C. E. S. ; VILELA, H. P. ; **COSTA, L. F.** . Proposta de Incorporação da Incerteza no Cálculo do Earned Value por Meio da Simulação de Monte Carlo. In: IX Congresso Brasileiro de Gestão e Desenvolvimento de Produtos, 2013, Natal. IX CBGDP.

## **APÊNDICE H – Perfis dos especialistas e descrição das empresas em que atuam**

A seguir, serão brevemente apresentados aspectos referentes à carreira dos entrevistados, assim como da empresa em que atualmente trabalham. Os nomes dos especialistas e das empresas foram omitidos.

### *Especialista 1*

Formado em Engenharia Industrial Mecânica pela Universidade Federal de São João Del-Rei (UFSJ – 1997), com MBA em Gerenciamento de Projetos pela Fundação Getúlio Vargas (FGV – 2009), cursando Mestrado em Engenharia de Produção pela UNIFEI (2013). Iniciou sua carreira profissional em 1995 na Empresa C (atual Empresa X) instalada na cidade de Lavras/MG, atuando na área de programação da manutenção, onde ficou até março de 1997, quando foi para Belo Horizonte/MG fazer Mestrado em Engenharia Mecânica pela Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG). Concluiu todos os créditos em 2000, ano no qual vai para a Empresa M como Engenheiro de Desenvolvimento de Processo e fica até 2011.

Ao longo deste período de 11 anos, realizou muitas viagens pela firma. Entre 2002 e 2004, trabalhou no desenvolvimento de processos para novos produtos e viajou a Portugal para transferência de tecnologia de processos da empresa. Em 2005, viaja ao Japão para compra de equipamento para produção de um novo produto que seria lançado. Em 2006, participa do processo de implantação de uma fábrica na China, país para onde retorna em 2008 para transferência de tecnologia e aquisição e equipamentos. No ano de 2007, a Empresa M adquire um grupo americano e ele viaja aos Estados Unidos a fim de analisar o processo de fabricação realizado lá e compará-lo com o processo realizado pela Empresa M – identificou-se que o processo mais moderno e adequado às exigências de mercado estava no Brasil. Por isso, em 2008, então atuando como Engenheiro de Processos (sênior), ele é encarregado de transferir o método aplicado no Brasil para o sistema de produção da planta americana. No ano de 2009, inicia-se a expansão do método de fabricação para outras plantas, com enfoque maior na planta do México.

Em outubro de 2011, vai trabalhar na Empresa F para atuar como Engenheiro de Desenvolvimento de Produto (sênior). Lá tinha reuniões semanais com fornecedores, em que tratavam da solução de reclamações de clientes relacionados a sensores e também ao chamado FEAD (*Front Engine Accessory Drive*), que envolve polias, bomba de direção hidráulica, correias, suportes, etc. Como principais atividades desenvolvidas estavam: desenvolver fornecedores; especificar e aprovar componentes de motores; definir ações de contenção nos fornecedores para problemas em campo; realizar visita técnica a fornecedores; e desenvolver projetos de redução de custo.

Em agosto de 2012, volta para a Empresa M, onde está atuando como Supervisor das áreas de Planejamento de Processos e Planejamento do Produto. Como o Desenvolvimento do Processo de novos produtos da empresa é realizado em Itajubá, é necessário integrá-lo ao Desenvolvimento do Produto, que é feito no Centro Tecnológico da firma, em Jundiaí/SP, onde ficam os engenheiros de aplicação e onde o Gerente de Projetos, juntamente com a montadora, definem os requisitos do produto a serem desdobrados no formato da Empresa M. Após o desenho, o time de desenvolvimento recebe o pedido de amostras para testes. Suas atividades como supervisor, portanto, envolvem: coordenar equipe para cadastro de novos produtos (incluindo cálculo de ferramentais e matéria-prima a serem utilizadas no processo de manufatura); coordenar equipe de custeio industrial para fabricação dos produtos; coordenar equipe de desenvolvimento do produto desde a análise de viabilidade e cotação, até a fabricação dos lotes pré-série.

A Empresa M está entre os três principais fornecedores globais de sistemas para pistões, componentes para cilindros, sistemas de trem de válvulas, gerenciamento de ar e gerenciamento de líquidos. Por essa razão, quase todos os fabricantes de automóveis e motores em todo o mundo são seus clientes. Em torno de 48000 colaboradores trabalham nas mais de 100 plantas produtivas e nos sete centros de pesquisa e desenvolvimento da firma.

Em suma, o nível de expertise do entrevistado está mais relacionado aos aspectos técnicos de desenvolvimento de produtos.

## *Especialista 2*

Formado em Administração de Empresas pela Faculdade de Ciências Sociais Aplicadas do Sul de Minas (FACESM – 2005), cursando Mestrado em Engenharia de Produção pela UNIFEI (2013). Está há 15 anos no mercado automotivo e conta com experiências internacionais entre treinamentos e auditorias, atuando em países como Argentina, Espanha, Alemanha, França, Estados Unidos e Portugal. Sempre trabalhou como gerente de projetos ou no suporte ao desenvolvimento (como integrante de um time de desenvolvimento de produto).

Nos primeiros cinco anos de carreira, trabalhou na Empresa M em contato próximo ao cliente em termos de Qualidade, mais especificamente na área de documentação – parte sistemática e item a ser auditado pela ISO 16949. Tinha como objetivo garantir que os requisitos do cliente (as montadoras) eram cumpridos no PDP, o que é chamado no mercado automotivo de APQP (Planejamento Avançado da Qualidade do Produto). Nessa época, não era parte do escopo do seu trabalho como o produto era desenvolvido (suas interfaces etc.) ou custos: foco era apenas em Qualidade e Cliente.

Na sequência, foi para a Empresa P, em São Paulo, na área de Engenharia de Desenvolvimento de Motores, sendo o responsável por toda a cadeia de suprimento. Uma derivação do mercado francês para o APQP era feita lá e chamada de ANPQP. Atuou com enfoque gerencial: buscava o sucesso do projeto em termos de produto, ou seja, todos os componentes de motor e todo o desenvolvimento dos fornecedores estavam sob sua responsabilidade. Havia preocupação com o produto, assegurando que funcionasse efetivamente, sem problemas como necessidade de *recall*.

Depois de quase um ano, sai da Empresa P e vai para a Empresa S na área de Engenharia de Aplicações, com enfoque Comercial, onde ficou por volta de três anos. O especialista acredita que o setor Comercial significa gerenciar contratos e saber os riscos que o produto oferece para o veículo como um todo – sua visão, nesse momento, passa a sair de técnica e vai para negócios.

Saiu de lá para a Empresa A (atual Empresa K), atuando no departamento de Compras, com enfoque forte no fornecedor, e não mais técnico (como era na Empresa P). Ficou lá um ano e foi chamado de volta para a Empresa S – mas, para isso, estabeleceu como condição “ser o Comercial da empresa”, a pessoa que responde pelo resultado dos projetos.

Na volta à Empresa S, já está há quase quatro anos, onde aplica modelo com enfoque de negócios e com preocupação na rentabilidade do projeto (o produto deve ser desenvolvido para que se mantenha sustentável (lucrativo) por, pelo menos, cinco anos). Hoje, no gerenciamento de projetos, ele participa de todas as tomadas de decisão (mais de 30 projetos, cada um deles com sua demanda e seu ciclo de vida). Seu crivo passa por todas as etapas do projeto antes do lançamento do produto, mas ele menciona que as decisões são rápidas e cíclicas, porque é tudo muito padronizado – por isso, é importante conhecer o cliente. Ele se considera o “dono do produto”, ou com papel estratégico e atuante como facilitador para o Gerente de Projetos, mostrando onde atacar no setor Comercial, onde a Engenharia vai gerar demanda etc.

A Empresa S foi a primeira empresa, em 1962, a produzir molas a gás em série e hoje é líder mundial de molas e amortecedores a gás, contando com uma produção anual de mais de 140 milhões de unidades. A firma trabalha com sistemas de amortecimento (amortecedores, suspensões a gás e atuadores eletromecânicos) e sua tecnologia pode ser aplicada tanto na indústria automobilística, moveleira e hospitalar, quanto no setor residencial e de edifícios. Atualmente, todos os projetos são rentáveis durante os cinco anos e o que passa a não ser rentável, é possível negociar: porque a abordagem com o cliente é forte e estratégica, permitindo negociação em diversos cenários (como crise).

Em suma, o nível de expertise do entrevistado engloba aspectos técnicos, aspectos comerciais e aspectos estratégicos.

### *Especialista 3*

Formado em Engenharia Mecânica pela UNIFEI (1990), trabalha na Empresa T, atualmente como Gerente Geral de Desenvolvimento de Acessórios e Projetos de Pós-Venda, na planta

de São Bernardo do Campo/SP. Iniciou sua carreira na mesma firma em 1992, como engenheiro, ocupando o cargo por 14 anos, até 2005, quando alçou à posição de Gerente de Engenharia do Produto, permanecendo por três anos. Em 2008, assumiu como Gerente de Planejamento e Gestão de Projeto até o ano de 2012. Nestes quatro anos, esteve no Japão sendo preparado para uma mudança significativa na fábrica da empresa no Brasil, por meio da ampliação da planta brasileira e do lançamento de um veículo da marca. Em 2012 passou a atuar como Gerente de Desenvolvimento de Acessórios, permanecendo até 2013, quando assumiu sua recente função. Foi um dos responsáveis pela implantação no Brasil da linha de produção de um dos modelos de automóvel da firma, atuando principalmente no desenvolvimento de fornecedores.

A Empresa T é uma produtora de automóveis fundada no Japão em 1937 e a primeira fábrica no Brasil foi instalada em São Paulo, no ano de 1958. A firma trabalha com fornecedores “unificados” em todo mundo. Assim, ao instalar sua fábrica no Brasil, foram desenvolvidos alguns fornecedores locais, mas a maior parte é externa. Devido a aspectos de segurança, primados pela firma, existem componentes adquiridos no exterior, sofrendo assim influência de variações cambiais.

Em suma, as respostas do entrevistado foram baseadas nas dificuldades por ele identificadas nos fornecedores brasileiros da Empresa T (sejam empresas de origem nacional ou estrangeiras).

#### *Especialista 4*

Formado em Engenharia Mecânica pela UNIFEI (1990), ocupa há mais de 22 anos o cargo de Consultor Pós-Venda (*After Sales Consultant*) na Empresa F, uma multinacional americana. Tem contato direto com o setor de desenvolvimento de produtos por meio do relato de defeitos de campo, identificação de necessidades dos clientes e monitoramento da concorrência.

A Empresa F é uma produtora de automóveis fundada nos Estados Unidos, em 1903, e foi a primeira empresa do ramo a se instalar no Brasil, no ano de 1919.

Em suma, as respostas do entrevistado foram baseadas em sua experiência com o setor de desenvolvimento de produtos e o envolvimento com fornecedores.

#### *Especialista 5*

Formada em Engenharia Mecânica pela UNIFEI (1994), atua há mais de 20 anos nas áreas de Engenharia, Manufatura, Gerenciamento de Programas e Finanças. Tem experiência e foco em desenvolvimento de negócios rentáveis, conceitos de produção enxuta (*lean manufacturing*) e pensamento estratégico. Dentre suas especializações, estão Gestão de Projetos, Produção Enxuta, Gestão de Mudanças e Redução de Custos.

Em 1997, inicia sua carreira na Empresa D e permanece como Supervisora Geral de Engenharia até 2004, quando assume o cargo de Superintendente da Planta, até o ano de 2008. Desde então, atua como Gerente da Unidade de Negócio do Cliente, há mais de cinco anos.

A Empresa D é uma empresa de autopeças fundada nos Estados Unidos, atuante em 31 países, com suas 190 fábricas. Dentre os produtos produzidos no Brasil, estão: sistemas de combustível, sistemas de gestão e de refrigeração de motores, arquitetura elétrica e eletrônica, e dispositivos eletrônicos (como DVDs e sistemas de navegação).

Em suma, a entrevistada esteve envolvida com desenvolvimento de produtos na maior parte de sua atuação profissional e suas respostas foram baseadas em sua experiência na Empresa D.

#### *Especialista 6*

Formada em Administração e Contabilidade em seu país de origem, Espanha, trabalha há 20 anos no setor automotivo, envolvida com desenvolvimento de produtos. No início de sua carreira, trabalhou na Empresa E da Espanha por quatro anos no setor Comercial e de processos administrativos em geral. Em 2000, foi para a planta da mesma firma no México e

no ano seguinte, 2001, foi para a planta recém-construída em Itajubá/MG, onde ocupa o cargo de Gerente desde então, há 13 anos.

A Empresa E atua no mundo todo, com fábricas e serviços de assistência técnica espalhados em países como México, Espanha, Brasil, China, Honduras, Romênia e Marrocos. A firma produz mesas de teste para testar chicotes automotivos: cada conector que vai junto ao chicote é um produto diferente. Há um departamento de projeto na empresa, o qual desenha o produto para garantir que a peça (*holder*) fará a continuidade elétrica para testar todos os conectores do chicote. Algumas vezes, o desenvolvimento do produto não é feito em Itajubá, porque já foi feito em outra planta da empresa. Nesses casos, portanto, o código do conector é consultado no sistema e o projeto é aproveitado.

Em suma, as respostas da entrevistada abrangem aspectos técnicos e aspectos comerciais do desenvolvimento de produtos.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALAM, M.; GALE, A.; BROWN, M.; KIDD, C. The development and delivery of an industry led project management professional development programme: A case study in project management education and success management. **International Journal of Project Management**, v. 26, n. 3, p. 223-237, 2008.

ASHLEIGH, M.; OJIAKO, U.; CHIPULU, M.; WANG, J. K. Critical learning themes in project management education: Implications for blended learning. **International Journal of Project Management**, v. 30, n. 2, p. 153-161, 2012.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 10006**: Diretrizes para a qualidade no gerenciamento de Projetos. Rio de Janeiro, 2006.

BALASUBRAMANIAN, N.; WILSON, B. G. Games and simulations. In: Society for Information Technology and Teacher Education International Conference. **Proceedings...** V. 1, 2005. Disponível em: <http://site.aace.org/pubs/foresite/GamesAndSimulations1.pdf>. Acesso em 14 de abril de 2013.

BERTRAND, J. W. M.; FRANSOO, J. C. Modelling and simulation: operations management research methodologies using quantitative modeling. **International Journal of Operations and Production Management**, v. 22, n. 2, p. 261-264, 2002.

BLAU, G. E. *et al.* Risk management in the development of new products in highly regulated industries. **Computers and Chemical Engineering**, v. 24, n. 1, p. 659-664, 2000.

BLACK, P.; WILIAM, D. Inside the Black Box – Raising Standards Through Classroom Assessment. **Phi Delta Kappan**, v. 80, n. 2, p. 139-148, 1998.

BRANDÃO, H. P.; BORGES-ANDRADE, J. E. Causas e efeitos da expressão de competências no trabalho: para entender melhor a noção de competência. **Revista de Administração Mackenzie**, v. 8, n. 3, p. 32-49, 2007.

BRUNER, J. S. **The process of education**. United States of America: Harvard University Press, 1977.

CHESIRE, A. **Two P-values for a 2 Proportions Test? Am I Seeing Double?** Publicado em: 29 de junho de 2011. Disponível em: <http://blog.minitab.com/blog/quality-data-analysis-and-statistics/two-p-values-for-a-2-proportions-test-am-i-seeing-double>. Acesso em: 29 de novembro de 2014.

CLARK, K. B.; FUJIMOTO, T. **Product development performance: strategy, organization and management in the world auto industry**. Boston: Harvard Business School Press, 1991.

COMPUTERS & EDUCATION – An international journal. **ELSEVIER**. Disponível em: <http://www.journals.elsevier.com/computers-and-education/>. Acesso em: dezembro de 2013.

COOPER, R. G. Stage-gate systems: a new tool for managing new products. **Business Horizons**, v. 33, n. 3, p. 44-54, 1990.

COUGHLAN, P.; COUGHLAN, D. Action research. Action research for operations management. **International Journal of Operations & Production Management**, v. 22, n. 2, p. 220-240, 2002.

CORRÊA, K. C. de F. **Análise dos aspectos de ensino e aprendizagem de gerenciamento de projetos nos principais cursos de engenharia de produção do Brasil**. Trabalho Final de Graduação em Engenharia de Produção – UNIFEI. Universidade Federal de Itajubá, Itajubá, 19 p, 2012.

CRESWELL, J. W. **Research Design – qualitative, quantitative and mixed methods approaches**. 2<sup>nd</sup> ed., California: SAGE Publications, 2003.

DEL PRETTE, A.; DEL PRETTE, Z. A. P. **Psicologia das relações interpessoais: vivência para o trabalho em grupo**. Petrópolis: Vozes, 2001.

DIAS, M. C.; TURRIONI, J. B.; SILVA, C. V. O uso do aprendizado baseado em problemas no ensino da Engenharia de Produção. **Anais do XXX Encontro Nacional De Engenharia De Produção – ENEGEP**, Bento Gonçalves, RS, Brasil, 2012.

DIHOFF, R. E.; BROSVIC, G.M.; EPSTEIN, M. L. The role of feedback during academic testing: the delay retention effect revisited. **The Psychological Record**, v. 53, p. 533-548, 2003.

EPPER, R. M.; DERRYBERRY, A.; JACKSON S. **Game-based learning: developing an institutional strategy**. EDUCAUSE – Center for applied research. Research Bulletin, 2012.

EPPINGER, S. D.; KRESSY, M. S. Interdisciplinary product development education at MIT and RISD, **Design Management Journal**, 2002.

FARIAS, A. M. L. **Conhecendo o boxplot**. Publicado em: 07 de abril de 2010. Disponível em: [http://www.uff.br/cdme/conheceboxplot/conheceboxplot.html/conheceboxplot\\_intro.html](http://www.uff.br/cdme/conheceboxplot/conheceboxplot.html/conheceboxplot_intro.html). Acesso em: 29 de novembro de 2014.

FERNANDES, A. A.; VIEIRA, S. S.; MEDEIROS, A. P.; JORGE, R. M. N. Structured Methods of New Product Development and Creativity Management: A Teaching Experience. **Creativity and Innovation Management**, v. 18, n. 3, 2009.

FERRAZ, A. P. C. M.; BELHOT, R. V. Taxonomia de Bloom: revisão teórica e apresentação das adequações do instrumento para definição de objetivos instrucionais. **Gestão e Produção**, v. 17, n. 2, p. 421-431, 2010.

FERREIRA, A. B. H. **Miniaurélio Século XXI Escolar: O minidicionário da Língua Portuguesa**, 4ª ed., Rio de Janeiro, Nova Fronteira, 2001.

FIGUEIRA, M. M. C. **Identificação de outliers**. Publicado em: 01 de outubro de 1998. Disponível em: <http://www.ipv.pt/millenium/arq12.htm>. Acesso em: 29 de novembro de 2014.

FORZA, C. Survey research in operations management: a process-based perspective. **International Journal of Operations & Production Management**, v. 22, n. 2, p. 152-194, 2002.

FRASCA, G. **Simulation versus Narrative: introduction to ludology**. In: Wolf, Mark J. P. and Perron, Bernard. The Video Game Theory Reader. New York: Routledge, p. 221-235, 2003.

FREITAS, M. A.; FALEIRO, R. M. R.; BORGES, M. F. Projeto robusto de parâmetros em sistemas sinal-resposta: comparação de métodos de modelagem e análise. **Revista Produção**, v. 17, n. 3, p. 547-565, 2007.

GALWAY, L. A. Quantitative risk analysis for complex projects a critical review. **RAN Corporation**, 2004.

GIANNAKOS, M. N. Enjoy and learn with educational games: Examining factors affecting learning performance. **Computers & Education**, v. 68, p. 429-439, 2013.

GOEPEL, Klaus D. Implementing the Analytic Hierarchy Process as a Standard Method for Multi-Criteria Decision Making In Corporate Enterprises – A New AHP Excel Template with Multiple Inputs, **Proceedings of the International Symposium on the Analytic Hierarchy Process**, 2013. Disponível em: <http://bpmmsg.com/>. Acesso em: 20 de setembro de 2014.

GRAHAM, M. M. **Teaching Product Development by Deterministic Design**. Tese (Doutorado em Filosofia) – Programa de Pós-Graduação em Filosofia, MIT, Massachusetts, 180 p, 2006.

GRUBISIC, V. V. F. **Metodologia de Gerenciamento Integrado de Riscos Técnicos e Gerenciais para o Projeto de Produtos**. Tese (Doutorado em Engenharia Mecânica) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia Mecânica, UFSC, Florianópolis, 210 p, 2009.

HERCULANO, R. D.; NORBERTO, A. M. Q. Análise da produtividade científica dos docentes da Universidade Estadual Paulista, campus de Marília/SP. **Perspectivas em Ciência da Informação**, v. 17, n. 2, p. 57-70, 2012.

HILGARD, E. R. **Teorias da Aprendizagem**. 4ª ed., São Paulo: Editora Pedagógica e Universitária, 1975.

HILLSON, D. Using a Risk Breakdown Structure in Project Management. **Journal of Facilities Management**, v. 2, n. 1, p. 85-97, 2003.

HUOTARI, K.; HAMARI, J. Defining Gamification - A Service Marketing Perspective. In: **Proceedings of the 16th International Academic MindTrek Conference**, Tampere (Finland), 2012.

ISI WEB OF SCIENCE. Disponível em: [http://apps.webofknowledge.com/WOS\\_GeneralSearch\\_input.do?SID=4F7KeMMrKU9t4JQbFZu&product=WOS&search\\_mode=GeneralSearch](http://apps.webofknowledge.com/WOS_GeneralSearch_input.do?SID=4F7KeMMrKU9t4JQbFZu&product=WOS&search_mode=GeneralSearch). Acesso em: 23 de janeiro de 2014.

INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION. **ISO 16949**: Quality management systems – Particular requirements for the application of ISO 9001:2008 for automotive production and relevant service part organizations. Geneva, 2009.

INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION. **ISO 31000**: Risk management – Principles and guidelines. Geneva, 2009.

KEYS, B.; WOLFE, J. The role of management games and simulations in education and research. *SAGE Journals. Journal of Management*, v. 16, n.2, p. 307-336, 1990. Disponível em: <http://library.marketplace6.com/papers/pdfs/Keys-Wolfe-1990.pdf>. Acesso em: 14 de abril de 2013.

KIRRIEMUIR, J.; MCFARLANE, A. **Literature Review in Games and Learning**. FutureLab Series - Report 8. University of Bristol, 2004.

LARSON, E. W.; GRAY, C. F. **Project Management: the managerial process**. McGraw-Hill/Irwin: New York. 5<sup>th</sup> ed., 2011.

LEE, J. J.; HAMMER, J. Gamification in Education: What, How, Why Bother? **Academic Exchange Quarterly**, v. 15, n. 2, 2011.

MARCONI, M. A.; LAKATOS, E. V. **Fundamentos de metodologia científica**. 5<sup>a</sup> ed., São Paulo: Editora Atlas, 2003.

MARQUES JUNIOR, L.J.; PLONSKI, G. A. Gestão de projetos em empresas no Brasil: abordagem "tamanho único"?. **Gestão & Produção**, v. 18, n. 1, p. 1-12, 2011.

MAYER, B. **Game-based learning**. SE Technology Enhanced Learning. Psychological Foundations and Current Trends, 2005.

MELLO, C. H. P.; TURRIONI, J. B.; XAVIER A. F.; CAMPOS, D. F. Pesquisa-ação na Engenharia de Produção: proposta de estruturação para sua condução. **Produção**, v. 22, n. 1, p. 1-13, 2012.

MENDES, T. **Games e educação: diretrizes de projeto para jogos digitais voltados à aprendizagem**. Dissertação do programa de pós-graduação em *design* da Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, 134 p, 2012.

MICCOLI, W. R. V. **Sistematização das metodologias atuais de gerenciamento de projetos nas indústrias de grande porte da grande Curitiba: Um estudo de multi-casos**. Dissertação (Mestrado em Engenharia Mecânica - UFPR). Curitiba: Universidade Federal do Paraná, 167 p, 2004.

MICHAELSEN, L. K.; FINK, L. D.; KNIGHT, A. Designing Effective Group Activities: Lessons for Classroom Teaching and Faculty Development. **Professional and Organizational Development Network in Higher Education**. University of Nebraska, 1997.

MORATORI, P. B. **Por que utilizar jogos educativos no processo de ensino aprendizagem?**. Trabalho de Conclusão (Disciplina Introdução à Informática na Educação - UFRJ). Rio de Janeiro: Universidade Federal do Rio de Janeiro, 33p, 2003.

MUNGAI, D.; JONES, D.; WONG, L. Games to teach by. In: 18<sup>th</sup> Annual Conference on Distance Teaching and Learning. 2002. Madison, WI. **Proceedings...** 2002. Disponível em: [http://www.uwex.edu/disted/conference/Resource\\_library/proceedings/02\\_47.pdf](http://www.uwex.edu/disted/conference/Resource_library/proceedings/02_47.pdf). Acesso em: 14 de abril de 2013.

NAVARRO, E. O.; VAN DER HOEK, A. Comprehensive evaluation of an educational software engineering simulation environment. In: 20<sup>th</sup> Conference on Software Engineering Education & Training. Irvine, CA. **Proceedings...**, 2007.

OJIAKO, U.; ASHLEIGH, M.; CHIPULU, M.; MAGUIRE, S. Learning and teaching challenges in project management. **International Journal of Project Management**, v. 29, n. 3, p. 268-278, 2011.

OLIVEIRA, F. C. da C. **Modelos de calibração multivariada associados à espectroscopia vibracional para análise de misturas diesel-óleos vegetais**. Dissertação (Mestrado em Química – Instituto de Química da UnB). Universidade de Brasília, Brasília, 120 p, 2006.

OLIVEIRA, R. C. F. **Gerenciamento de projetos e a aplicação da análise de valor agregado em grandes projetos**. Dissertação (Mestrado em Engenharia - Escola Politécnica da USP). Universidade de São Paulo, São Paulo, 143 p, 2003.

OTTO, K.; WOOD, K. **Product Design: techniques in reverse engineering and new product development**. New Jersey: Prentice Hall, 2001.

OZDEMIR, M. S.; SAATY, T. L. The unknown in decision making: what to do about it. **European Journal of Operational Research**, v. 174, p. 349-359, 2006.

PANT, I.; BAROUDI, B. Project management education: The human skills imperative. **International Journal of Project Management**, v. 26, n. 2, p.124-128, 2008.

PM2ALL – Gestão de Projetos à distância de um clique. **PMBOK: Ferramentas e Técnicas – Diagrama de Gantt**. Publicado em: 31 de outubro de 2011. Disponível em: <http://pm2all.blogspot.com.br/2011/10/pmbok-ferramentas-e-tecnicas-diagrama.html>. Acesso em: 29 de julho de 2014.

PRASAD, B. **Concurrent engineering fundamentals: integrated product and process organization**. New Jersey: Prentice Hall, 1996.

PRENSKY, M. *Digital Game-Based Learning*. **ACM Computers in Entertainment**, v. 1, n° 1, book 02, 2003.

PRENSKY, M. *Digital natives, Digital Immigrants*. **MCB University Press**, v. 9, n° 5, 2001a.

PRENSKY, M. *Digital natives, Digital Immigrants – Part II: do they really think differently?*. **MCB University Press**, v. 9, n° 6, 2001b.

PRENSKY, M. *Listen to the natives*. **Educational Leadership**, v. 63, n° 4, p. 8-13, 2006.

PROJECT MANAGEMENT INSTITUTE. **A guide to the project management body of knowledge (PMBOK Guide)**. 5<sup>th</sup> ed., Newtown Square, PA: Project Management Institute Inc., 2013.

PUENTE, S. M. G.; VAN EIJCK, M.; JOCHEMS, W. A sampled literature review of design-based learning approaches: a search for key characteristics. **International Journal of Technology and Design Education**, p. 1-16, 2012.

PUGH, S. **Total Design: Integrated Methods for Successful Product Engineering**. Harlow: Addison-Wesley Publishing, 1991.

PUN, K. F.; YAM, R. C. M.; SUN, H. Teaching new product development in universities: an action learning approach. **European Journal of Engineering Education**, v. 28, n. 3, p. 339-352, 2003.

RANDEL, J. M.; MORRIS, B. A.; WETZEL, C. D.; WHITEHILL, B. V. The Effectiveness of Games for Educational Purposes: a review of recent research. Navy Personnel Research and Development Center. **Simulation & Gaming**, v. 23, n. 3, p. 261-276, 1992.

RODRIGUES, E. **Como fazer uma EAP / WBS.** Disponível em: <http://www.elirodrigues.com/gestao-de-projetos/como-fazer-uma-eap-wbs/#!prettyPhoto>. Acesso em: 29 de julho de 2014.

RODRIGUES, E. **Como gerenciar riscos – como calcular a reserva de contingência.** Disponível em: <http://www.elirodrigues.com/2013/06/11/gerenciamento-de-riscos-como-calcular-a-reserva-de-contingencia/#!prettyPhoto>. Acesso em: 28 de julho de 2014.

RODRIGUES JÚNIOR, J. F. **A taxonomia de objetivos educacionais: um manual para o usuário.** Brasília: Editora Universidade de Brasília, 1994.

ROZENFELD, H.; FORCELLINI, F. A.; AMARAL, D. C.; DA SILVA, S. L.; ALLIPRANDINI, D. H.; SCALICE, R. K.; DE TOLEDO, J. C. **Gestão de Desenvolvimento de Produtos: uma referência para a melhoria do processo.** São Paulo: Saraiva, 2006.

SAATY, T. L. The Analytic Hierarchy and Analytic Network Measurement Processes: Applications to Decisions under Risk. **European Journal of Pure and Applied Mathematics**, v.1, n. 1, p. 122-196, 2008.

SANTOS, M. **A importância dos jogos na aprendizagem da matemática.** 2010. Dissertação (Pós-graduação em Contextos de Aprendizagem). Escola Superior de Educação de Paula Frassinetti, Porto, 75 p, 2010.

SAVI, R. **Avaliação de jogos voltados para a disseminação do conhecimento.** Tese (Doutorado em Engenharia e Gestão do Conhecimento - UFSC). Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 236 p, 2011.

SAVI, R.; ULBRICHT, V. R. Jogos Digitais Educacionais: Benefícios e Desafios. **RENOTE – Revista Novas Tecnologias na Educação**, v. 6, p. 1-10, 2008.

SCHUYLER, J. R. **Risk and decision analysis in projects.** 2<sup>nd</sup> ed., Newtown Square: PMI, 2001.

SCHWARTZ, D. G. **Encyclopedia of knowledge management.** United States of America: Idea Group Inc. (IGI), 2006.

SCOPUS-ELSEVIER. Disponível em: <http://www.scopus.com/>. Acesso em: 23 de janeiro de 2015.

SEGISMUNDO, A.; MIGUEL, P. A. C. Risk management in the development of new products: A review and classification of the literature. **Product: Management & Development**, v. 6, n. 1, p. 45-51, 2008.

SERRANO, A.; MARCHIORI, E. J.; BLANCO, A.; TORRENTE, J.; Fernández-Manjón, B. A framework to improve evaluation in educational games. In: Global Engineering Education Conference (EDUCON), Marrakech. **IEEE – Institute of Electrical and Electronics Engineers**. Marrakech: IEEE, 2012.

SILVA, A.; HENRIQUES, E.; CARVALHO, A. Creativity enhancement in a product development course through entrepreneurship learning and intellectual property awareness. **European Journal of Engineering Education**, v. 34, n. 1, p. 63-75, 2009.

SILVA, F. H. S.; SILVA, C. E. S.; COSTA, L. F.; SOTOMONTE, B. E. P. Análise do jogo: desenvolvimento de embalagem para ovo. **Anais do IX Congresso Brasileiro de Gestão de Desenvolvimento de Produtos – CBGDP**, Natal, RN, Brasil, 2013.

SKEC, S.; STORGA, M.; MARJANOVIC, D. Mapping risks on various Product Development Process Types. **Transactions of Famena**, v. 37, n. 3, 2013.

SMITH, P.G., MERRITT, G.M. **Proactive Risk Management - Controlling Uncertainty in Product Development**. Productivity Press, New York, 2002.

STONNER, R. **Nivelamento de recursos – A construção de redes de precedências**. Publicado em: 20 de fevereiro de 2013. Disponível em: <http://blogtek.com.br/wp-content/uploads/2013/01/Diagrama-de-rede-4.jpg>. Acesso em: 29 de julho de 2014.

TAIWAN-TECH – National Taiwan University of Science and Technology. **Gwo-Jen Hwang, Chair Professor**. Disponível em: [http://web.nutn.edu.tw/el/gjhwang/English\\_index.htm](http://web.nutn.edu.tw/el/gjhwang/English_index.htm). Acesso em: 23 de janeiro de 2015.

THIOLLENT, M. **Metodologia da pesquisa-ação**. São Paulo: Cortez, 2007.

TURRIONI, J. B.; MELLO, C. H. P. Pesquisa-ação na Engenharia de Produção. In: MIGUEL, P. A. C. (Coord.). **Metodologia de pesquisa em Engenharia de Produção e Gestão de Operações**. São Paulo: Campus Elsevier, p. 147-165, 2009.

TURRIONI, J. B.; MELLO, C. H. P. **Metodologia de pesquisa em Engenharia de Produção** - Estratégias, métodos e técnicas para condução de pesquisas quantitativas e qualitativas. Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção da Universidade Federal de Itajubá. UNIFEI, 2012.

UNGER, D., EPPINGER, S., **Comparing product development processes and managing risks**. International Journal of Product Development, v. 8, n. 4, p. 382-402, 2009.

WALKER, D. H. T.; CICMIL, S.; THOMAS, J.; ANBARI, F.; BREDILLET, C. Collaborative academic/practitioner research in project management; Theory and models. **International Journal of Managing Projects in Business**, v. 1, n. 1, p. 17-32, 2008.

WHITAKER, R. Validation examples of the Analytic Hierarchy Process and Analytic Network Process. **Mathematical and Computer Modeling**, v. 46, n. 7/8, p. 840-849, 2007.

WOODSIDE, A. G.; WILSON, E. J. Case studies research methods of theory building. **Journal of Business and Industrial Marketing**, v. 18, n. 6/7, p. 493-508, 2003.

WRIGLEY, C.; BUCOLO, S. A design approach to teaching new product development. In International Conference on Education, Research and Innovation (ICERI), Madrid. **IPEDR – International Proceedings of Economics Development and Research**. Madrid: IPEDR, 2011.

WU, D. D.; KEFAN, X.; GANG, C.; PING, G. A Risk Analysis Model in Concurrent Engineering Product Development. **Risk Analysis**, v. 30, n. 9, p. 1440-1453, 2010.

YIN, R. **Estudo de caso. Planejamento e métodos**. 2ª ed., Porto Alegre: Bookman, 2001.

# ANEXOS

## ANEXO A – Questionário para avaliação do jogo

### Questionário de Avaliação de Jogos Educacionais

Gostaríamos que você respondesse as questões abaixo para nos ajudar a melhorar esta dinâmica. Todos os dados são coletados anonimamente e somente serão utilizados no contexto desta pesquisa. Por favor, **circule um número** de acordo com o quanto você concorda ou discorda de cada afirmação abaixo.

Afirmações	Sua avaliação			
	Discordo fortemente			Concordo fortemente
	1	2	3	4
A1 - A dinâmica é atraente.				
A2 - Houve algo interessante no início da dinâmica que captou minha atenção.				
A3 - A variação (de atividades) ajudou a me manter atento à dinâmica.				
R1 - O conteúdo da dinâmica é relevante para os meus interesses.				
R2 - O funcionamento desta dinâmica está adequado ao meu jeito de aprender.				
R3 - O conteúdo da dinâmica está conectado com outros conhecimentos que eu já possuía.				
C1 - Foi fácil entender a dinâmica e começar a utilizá-la como material de estudo.				
C2 - Ao passar pelas etapas da dinâmica senti confiança de que estava aprendendo.				
S1 - Estou satisfeito porque sei que terei oportunidades de utilizar na prática coisas que aprendi com a dinâmica.				
S2 - É por causa do meu esforço pessoal que consigo avançar na dinâmica.				
I1 - Temporariamente esqueci das minhas preocupações do dia-a-dia; fiquei totalmente concentrado na dinâmica.				
I2 - Eu não percebi o tempo passar enquanto jogava; quando vi, a dinâmica acabou.				
I3 - Me senti mais no ambiente do jogo do que no mundo real, esquecendo o que estava ao meu redor.				
IS1 - Pude interagir com outras pessoas durante a dinâmica.				

Afirmações	Sua avaliação			
	Discordo fortemente			Concordo fortemente
IS2 - Me diverti junto com outras pessoas.				
IS3 - A dinâmica promove momentos de cooperação e/ou competição entre as pessoas que participam.				
D1 - Esta dinâmica é adequadamente desafiadora para mim; as tarefas não são muito fáceis nem muito difíceis.				
D2 - A dinâmica evolui num ritmo adequado e não fica monótono – oferece novos obstáculos, situações ou variações de atividades.				
DI1 - Me diverti com a dinâmica.	1	2	3	4
DI2 - Quando interrompido, fiquei desapontado que a dinâmica havia acabado (gostaria de jogar mais).				
DI3 - Eu recomendaria esta dinâmica para meus colegas.				
DI4 - Gostaria de utilizar esta dinâmica novamente.				
CM1- Consegui atingir os objetivos da dinâmica por meio das minhas habilidades.				
CM2- Tive sentimentos positivos de eficiência no desenrolar da dinâmica.				
AP1- A dinâmica contribuiu para minha aprendizagem na disciplina.				
AP2 - A dinâmica foi eficiente para minha aprendizagem, em comparação com outras atividades da disciplina.				
AP3 - A experiência com a dinâmica vai contribuir para meu desempenho na vida profissional.				

O que você sugere para melhoria da dinâmica?

Fonte: adaptado de Savi (2011)

## ANEXO B – Escala Fundamental de Números Absolutos utilizada para aplicação do método AHP

<b>Intensidade</b>	<b>Definição</b>	<b>Explicação</b>
1	Igual importância entre os elementos	Dois elementos contribuem igualmente para o objetivo.
3	Importância moderada de um elemento sobre o outro	Experiência e julgamento favorecem discretamente um elemento em relação ao outro.
5	Forte importância	Experiência e julgamento favorecem fortemente um elemento em relação ao outro.
7	Importância muito forte	Um elemento é favorecido muito fortemente em relação ao outro. Seu domínio é demonstrado na prática.
9	Importância extrema	A evidência do favorecimento de um elemento em relação ao outro é da mais alta ordem de afirmação.
2,4,6,8	Valores intermediários	

Fonte: Goepel (2013)