

Rafael Queiroz Gonçalves

**ENSINO DE GERENCIAMENTO DE PROJETOS DE
SOFTWARE MEDIADO POR FERRAMENTAS**

Tese submetida ao Programa de Pós-Graduação em Ciência da Computação da Universidade Federal de Santa Catarina para a obtenção do Grau de doutorado em Ciência da Computação.

Orientadora: Prof.^a Dr.^a. rer. nat.
Christiane Gresse von Wangenheim,
PMP.

Florianópolis, SC, Brasil
2017

Ficha de identificação da obra elaborada pelo autor,
através do Programa de Geração Automática da Biblioteca Universitária da UFSC.

Gonçalves, Rafael Queiroz
ENSINO DE GERENCIAMENTO DE PROJETOS DE SOFTWARE
MEDIADO POR FERRAMENTAS / Rafael Queiroz Gonçalves ;
orientadora, Christiane Anneliese Gresse von
Wangenheim, 2017.
283 p.

Tese (doutorado) - Universidade Federal de Santa
Catarina, Centro Tecnológico, Programa de Pós
Graduação em Ciência da Computação, Florianópolis,
2017.

Inclui referências.

1. Ciência da Computação. 2. Gerenciamento de
Projeto. 3. Design instrucional. 4. PMBOK. 5.
dotProject. I. Wangenheim, Christiane Anneliese
Gresse von. II. Universidade Federal de Santa
Catarina. Programa de Pós-Graduação em Ciência da
Computação. III. Título.

Rafael Queiroz Gonçalves

ENSINO DE GERENCIAMENTO DE PROJETOS DE SOFTWARE
MEDIADO POR FERRAMENTAS

Esta tese foi julgada adequada para obtenção do título de doutor e aprovada em sua forma final pelo Programa de Pós-Graduação em Ciência da Computação.

Florianópolis, 22 de março de 2017.

Banca Examinadora:

Prof.^a Christiane Anneliese Gresse von Wangenheim, Dr.^a
Universidade Federal de Santa Catarina
Orientadora

Prof. Marcos Kalinowski, Dr.
Universidade Federal Fluminense
(videoconferência)

Prof.^a Tayana Uchôa Conte, Dr.^a
Universidade Federal do Amazonas
(videoconferência)

Prof. Marcello Thiry Comicholi da Costa, Dr.
Universidade do Vale do Itajaí

Prof. Rafael Prikladnicki, Dr.
Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul

Prof. Ricardo Azambuja Silveira, Dr.
Universidade Federal de Santa Catarina

DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho:

A Deus por ter me concedido a dádiva da vida, a saúde e a perseverança necessárias para condução deste trabalho.

Aos meus avós, Ignácio e Iolanda, pelos ensinamentos e exemplos de que o sucesso pode ser alcançado com trabalho e dedicação.

Aos meus avós e padrinhos, Paulo e Helena, pelo exemplo de valores e caráter, e por sempre me receberem de braços abertos.

Aos meus pais, Paulo e Yara, por sempre estarem ao meu lado e apoiarem minhas decisões, possibilitando seguir meu caminho com segurança.

A minha esposa Flavia, pelo carinho e amor, e por ter me acompanhado até aqui, sendo parte substancial da minha inspiração, e me motivando a buscar meu melhor a cada dia.

Aos meus irmãos, Ig e Bruno, pela amizade presente ao longo de toda a vida.

Aos meus colegas de trabalho das organizações em que participei ao longo destes anos atuando na área da Computação, pelas experiências compartilhadas, que certamente contribuíram para minha aprendizagem.

A todos os demais amigos e familiares que de forma direta ou indireta contribuíram para condução deste trabalho.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a minha orientadora, prof^a Christiane, por ter me aceito como orientando, por ter me instigado na busca pelo conhecimento, compartilhando de sua experiência, sendo parte significativa na minha formação como pesquisador.

Agradeço aos membros e antigos membros do QQS – Grupo de Qualidade de Software, que contribuíram para esta pesquisa, dentre os diversos TCCs, dissertações, e teses produzidas no grupo, que direta ou indiretamente embasaram a realização deste trabalho.

Em especial agradeço aos outros orientandos de doutorado do QQS – Paulo e Giani – que muito auxiliaram na execução da proposta desta tese, e foram de fundamental importância no processo de coleta de dados.

Agradeço aos professores Jean Hauck (UFSC), Marcio Kroth (SENAC), Maurício Galimberti (UFSC), Carlos Ribeiro (SENAI), Juliana Wolf (UFMS), Danielle Rousy (UFPB), e Bruno Cafeo (UFMS), pelo interesse que tiveram nesta pesquisa, e possibilitar a aplicação da proposta desta tese em variados cursos e em outras instituições de ensino, assim contribuindo com sugestões construtivas, e na coleta de dados para avaliação deste trabalho.

Agradeço ao suporte da rede do Departamento INE/UFSC, oferecido pelo servidor Alexandre Sandin Pastorino, que possibilitou a instalação da ferramenta dotProject+ na infraestrutura da UFSC, possibilitando a continuação da aplicabilidade da propostas desta tese nos semestres futuros.

Agradeço ainda aos professores que participaram como membros da banca avaliadora deste trabalho, desde o seminário de andamento, exame de qualificação, e defesa, assim como aos pesquisadores anônimos que avaliaram os artigos derivados desta tese, pelas críticas e sugestões que muito agregaram para melhoria deste trabalho.

Se você quer ir rápido, vá sozinho; se quiser ir longe, vá acompanhado.

Provérbio africano

Não tenha pressa, mas não perca tempo.

José Saramago

All we have to decide is what to do with the time that is given to us.

J.R.R. Tolkien

RESUMO

Projetos de software muitas vezes fracassam por não seguirem um processo de Gerenciamento de Projetos (GP). A adoção deste processo pode ser apoiada pelo uso de ferramentas de GP. Por isto, saber como utilizá-las é uma competência de grande relevância para os egressos dos cursos na área da Computação. Atualmente, observa-se que as unidades instrucionais (UIs) existentes tipicamente incluem aulas práticas para o uso de ferramentas de GP, adotando a estratégia de aprendizagem experiencial. Ainda, algumas UIs fazem uso de ferramentas de GP educacionais, que incluem características didáticas para facilitar a aprendizagem dos alunos. Entretanto, observa-se que estas UIs podem ser melhoradas, abordando lacunas como a cobertura do conteúdo, que tipicamente não abrange áreas de conhecimentos como integração, comunicação, custos, riscos, aquisições, e qualidade. Neste contexto, o objetivo desta tese é cobrir parte das lacunas existentes no ensino de ferramentas de GP, por meio do desenvolvimento de uma UI abordando os processos de iniciação e planejamento alinhando ao PMBOK. A metodologia de pesquisa inclui métodos de revisão bibliográfica para fundamentação teórica, análise do estado da arte e prática por meio de revisão sistemática da literatura e *survey*, e *design* instrucional para o desenvolvimento e avaliação da UI. Os resultados desta tese incluem o levantamento do estado da arte e prática do ensino de ferramentas de GP nos cursos superiores de Computação. Entre os resultados também está uma UI para ensino de ferramentas de GP para a iniciação e planejamento, evoluindo a ferramenta dotProject como parte de seus materiais instrucionais. Resultados da avaliação desta UI indicam como ensinar ferramentas de GP alinhado ao guia PMBOK, promovendo a aprendizagem no nível de aplicação do domínio cognitivo da taxonomia de Bloom. Este resultado busca contribuir para Ciência da Computação ao reduzir lacunas existentes no ensino de ferramentas de GP, impactando na melhor formação dos profissionais da área, e possibilitando o aumento do sucesso de projetos conduzidos pelas organizações de software.

Palavras-chave: Gerenciamento de Projeto. PMBOK. Ensino. Aprendizagem. *Design* instrucional. Unidade instrucional. Feedback instrucional. dotProject.

ABSTRACT

Software projects fail by not adopting a Project Management (PM) process. The adoption of this process is facilitated by PM tools, which take advantage from technology to support the PM process or part of it. The usage of such tools has been considered mandatory to manage the contemporary software projects. Hence, the usage of such tools is an important competency for computer students. Analyzing the state of the art and practice about the teaching of PM tools, it is observed that the existing Instructional Units (IUs) typically adopts the experimental learning strategy, including practical classes for propitiates the usage of PM tools by students. More specifically, some IUs adopt some educational PM tools that include didactic features to improve students learning. However, when analyzing the addressed content by these IUs it is observed that commonly just the time and human resources knowledge areas are addressed, hence existing a gap between what is currently been taught and the complete PM process. In this context, this thesis aims to develop and evaluate an IU for teaching PM tools covering the initiating and planning processes, addressing the 10 PM knowledge areas aligned with PMBOK. The research design includes methods as bibliography review for background definition, Systematic Literature Review (SLR) and survey for state of the art and practice analysis, and an instructional design approach for developing and evaluating the proposed IU. The main result produced by this thesis is the IU, which based on the context analysis, has developed the IU teaching plan and instructional materials compatible with higher computer education in Brazilian institutions. This IU covers a reasonable part of PM tools education, being aligned with PMBOK and addressing topics of curriculums guidelines for computer science higher education. Secondary results include the state of the art analysis which is composed of 2 SLRs, and the state of practice analysis carried out by a survey conducted with teachers that teach about PM tools in higher computers programs. These results may be important for computer science by reducing existing gaps in the teaching of PM tools, thus better preparing computer professionals, and assisting to the success of software projects conducted by Brazilian organizations.

Keywords: Project Management. PMBOK. Teaching. Learning. *Instructional Design*. Instructional Unit. Instructional Feedback. dotProject.

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1. VISÃO GERAL DA ADERÊNCIA DA TESE À CIÊNCIA DA COMPUTAÇÃO.....	34
FIGURA 2. CONTEXTO DA PESQUISA NO MÉTODO CIENTÍFICO (SAUDERS, LEWIS, & THORNHILL, 2009)	35
FIGURA 3. ETAPAS DA PESQUISA	37
FIGURA 4. VISÃO GERAL DO PROCESSO DE AVALIAÇÃO DA UI.	40
FIGURA 5. INEDITISMO DO TEMA DA TESE	45
FIGURA 6. GRUPOS DE PROCESSOS DO PMBOK (PMI, 2013).....	48
FIGURA 7. COMPETÊNCIAS DO GERENTE DE PROJETOS (PMI, 2013)	52
FIGURA 8. VISUALIZAÇÃO DOS DADOS DE UM PROJETO NO DOTPROJECT	56
FIGURA 9. ARQUITETURA MODULAR DO DOTPROJECT	56
FIGURA 10. MODELO ADDIE.....	61
FIGURA 11. PRINCIPAIS ATIVIDADES DO MODELO ADDIE (BRANCH, 2009)	62
FIGURA 12. NÍVEIS DO DOMÍNIO COGNITIVO DA TAXONOMIA DE BLOOM (EISNER, 2000).....	65
FIGURA 13. MÉTODOS INSTRUCIONAIS (SPS, 2009).....	69
FIGURA 14. PROCESSO DE AVALIAÇÃO PARA ESTUDOS EMPÍRICOS (WOHLIN, RUNESON, & HÖST, 2012)	73
FIGURA 15. ESTRUTURA DE AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DE UMA UI ADAPTADO DE (SAVI, WANGENHEIM, & BORGATTO, 2011)	75
FIGURA 16. ABORDAGEM GQM.....	76
FIGURA 17. <i>FEEDBACK SANDWICH</i>	86
FIGURA 18. ESCADA DE <i>FEEDBACK</i>	86
FIGURA 19. FERRAMENTA DRPROJECT.....	100
FIGURA 20. FERRAMENTA PROMES.....	103
FIGURA 21. FERRAMENTA PpcPROJECT.....	106
FIGURA 22. FERRAMENTA PTB.....	107
FIGURA 23. FERRAMENTA RESCON.....	108
FIGURA 24. FERRAMENTA PSG	110
FIGURA 25. PROCESSO PARA REALIZAÇÃO DO <i>SURVEY</i>	141
FIGURA 26. USO DAS FERRAMENTAS DE GP NAS UIS.	147
FIGURA 27. APLICAÇÃO DA UI NO CONTEXTO DE UMA DISCIPLINA DE GP DE SOFTWARE	163
FIGURA 28. GUIA DE USO DO DOTPROJECT+	176
FIGURA 29. ARQUITETURA DO DOTPROJECT+	182
FIGURA 30. PROJETO DE INTERFACE DA FERRAMENTA DOTPROJECT+	185
FIGURA 31. MÓDULO DE GERÊNCIA DE TURMA.....	187
FIGURA 32. <i>WORKFLOW</i> DA TÉCNICA DE <i>FEEDBACK</i>	190
FIGURA 33. <i>FEEDBACK</i> INSTRUCIONAL NO DOTPROJECT+	196

FIGURA 34. MÉTODO DE PESQUISA DA AVALIAÇÃO DA UI	212
FIGURA 35. AVALIAÇÃO DA DIMENSÃO DE PERCEÇÃO DE APRENDIZAGEM – PERSPECTIVA DOS ALUNOS.....	216
FIGURA 36. AVALIAÇÃO DA DIMENSÃO DA APRENDIZAGEM (DOTPROJECT+) – PERSPECTIVA DOS INSTRUTORES.....	217
FIGURA 37. AVALIAÇÃO DA DIMENSÃO DE CONTEÚDO – PERSPECTIVA DOS ALUNOS.	218
FIGURA 38. AVALIAÇÃO DA DIMENSÃO DO CONTEÚDO – PERSPECTIVA DOS INSTRUTORES.....	219
FIGURA 39. AVALIAÇÃO DA DIMENSÃO DE MATERIAIS (GUIA DE USO) - PERSPECTIVA DOS ALUNOS.....	220
FIGURA 40. AVALIAÇÃO DA DIMENSÃO DOS MATERIAIS (SLIDES) – PERSPECTIVA DOS INSTRUTORES.....	221
FIGURA 41. AVALIAÇÃO DA DIMENSÃO DE MATERIAIS (DOTPROJECT+) – PERSPECTIVA DOS ALUNOS.....	222
FIGURA 42. AVALIAÇÃO DA DIMENSÃO DE MATERIAIS (DOTPROJECT+) – PERSPECTIVA DOS ALUNOS.....	223
FIGURA 43. AVALIAÇÃO DA DIMENSÃO DOS MATERIAIS (DOTPROJECT+)– PERSPECTIVA DOS INSTRUTORES	224
FIGURA 44. AVALIAÇÃO DA DIMENSÃO DOS MATERIAIS– PERSPECTIVA DOS INSTRUTORES.....	225
FIGURA 45. AVALIAÇÃO DA DIMENSÃO DE ESTRATÉGIA – PERSPECTIVA DOS ALUNOS.	226
FIGURA 46. AVALIAÇÃO DA DIMENSÃO DA ESTRATÉGIA – PERSPECTIVA DOS INSTRUTORES.....	227
FIGURA 47. AVALIAÇÃO DA DIMENSÃO DE EXPERIÊNCIA DO USUÁRIO - PERSPECTIVA DOS ALUNOS.....	228
FIGURA 48. AVALIAÇÃO DA DIMENSÃO DA EXPERIÊNCIA DO USUÁRIO – PERSPECTIVA DOS INSTRUTORES.	229
FIGURA 49. AVALIAÇÃO DA DIMENSÃO DE PERCEÇÃO DE APRENDIZAGEM PELA TÉCNICA DE <i>FEEDBACK</i> INSTRUCIONAL.	229
FIGURA 50. AVALIAÇÃO DA DIMENSÃO DE CONTEÚDO PELA TÉCNICA DE <i>FEEDBACK</i> INSTRUCIONAL.	231
FIGURA 51. AVALIAÇÃO DA DIMENSÃO DE MATERIAIS PELA TÉCNICA DE <i>FEEDBACK</i> INSTRUCIONAL.	232
FIGURA 52. AVALIAÇÃO DA DIMENSÃO DE ESTRATÉGIA INSTRUCIONAL DA TÉCNICA DE <i>FEEDBACK</i> INSTRUCIONAL.	233
FIGURA 53. AVALIAÇÃO DA DIMENSÃO DE EXPERIÊNCIA DE USUÁRIO PROPORCIONADA PELA TÉCNICA DE <i>FEEDBACK</i> INSTRUCIONAL.	234

LISTA DE TABELAS

TABELA 1. CLASSIFICAÇÃO DA PESQUISA	36
TABELA 2. MAPEAMENTO ENTRE ETAPAS E OS OBJETIVOS DA PESQUISA	41
TABELA 3. ÁREAS DE CONHECIMENTO DO PMBOK	48
TABELA 4. PROCESSOS DO PMBOK 5ª EDIÇÃO (PMI, 2013)	49
TABELA 5. COMPETÊNCIAS DO GERENTE DE PROJETOS (PMI, 2013)	53
TABELA 6. CRITÉRIOS PARA ADOÇÃO DA ABORDAGEM ADDIE.....	60
TABELA 7. FASES DO MODELO ADDIE (BRANCH, 2009)	61
TABELA 8. NÍVEIS DE APRENDIZAGEM DO DOMÍNIO COGNITIVO DA TAXONOMIA DE BLOOM (BLOOM, 1956).	65
TABELA 9. NÍVEIS DE APRENDIZAGEM DO DOMÍNIO PSICOMOTOR DA TAXONOMIA DE BLOOM (BLOOM, 1956)	66
TABELA 10. NÍVEIS DE APRENDIZAGEM DO DOMÍNIO AFETIVO DA TAXONOMIA DE BLOOM (BLOOM, 1956).	67
TABELA 11. EVENTOS DE INSTRUÇÃO DE GAGNE (GAGNE & BRIGGES, 1985)	68
TABELA 12. MÉTODOS INSTRUACIONAIS	70
TABELA 13. MODELO DE 4 NÍVEIS DE AVALIAÇÃO	74
TABELA 14. TIPOS DE ESCALA DE MEDIÇÃO.....	77
TABELA 15. EXEMPLOS DE INSTRUMENTOS PARA COLETA DE DADOS (MCMILLAN & SCHUMACHER, 2009).....	77
TABELA 16. CLASSIFICAÇÃO DE <i>FEEDBACK</i> PELA CORRETUDE	82
TABELA 17. CLASSIFICAÇÃO DE TIPOS DE <i>FEEDBACK</i> POR COMPLEXIDADE (PHYE & BENDER, 1989).....	83
TABELA 18. MOMENTOS PARA ENTREGA DO <i>FEEDBACK</i>	88
TABELA 19. DIRETRIZES PARA ELABORAÇÃO DE <i>FEEDBACK</i> (SHUTE, 2007).....	89
TABELA 20. DIRETRIZES QUANTO AO MOMENTO DE ENTREGA DO <i>FEEDBACK</i> (SHUTE, 2007).....	91
TABELA 21. DIRETRIZES QUANTO AO QUE SER EVITADO DURANTE A ELABORAÇÃO DO <i>FEEDBACK</i>	92
TABELA 22. TERMOS DE BUSCA.....	96
TABELA 23. CONSULTAS POR FONTE DE DADOS	96
TABELA 24. RESULTADOS DA BUSCA POR FONTE DE DADOS.....	97
TABELA 25. TRABALHOS SELECIONADOS	98
TABELA 26. TRABALHOS MANUALMENTE INCLUÍDOS NA RSL	98
TABELA 27. CARACTERÍSTICAS GERAIS DAS FERRAMENTAS DE GP.....	112
TABELA 28. INFORMAÇÕES RELACIONADAS ÀS ESTRATÉGIAS INSTRUACIONAIS (RQ2)	115
TABELA 29. INFORMAÇÕES RELACIONADAS À AVALIAÇÃO DA ESTRATÉGIA INSTRUACIONAL (QP3).....	119

TABELA 30. PALAVRAS-CHAVE.....	125
TABELA 31. RESULTADOS RETORNADOS POR FONTE DE DADOS	126
TABELA 32. ESTUDOS SELECIONADOS	126
TABELA 33. CARACTERIZAÇÃO DAS UNIDADES INSTRUCCIONAIS.....	127
TABELA 34. CARACTERIZAÇÃO DAS ESTRATÉGIAS DE FEEDBACK INSTRUCCIONAL (QP2)	128
TABELA 35. CARACTERIZAÇÃO DAS FERRAMENTAS EDUCACIONAIS ADOTADAS PARA AUXILIAR NA ENTREGA DO <i>FEEDBACK</i> INSTRUCCIONAL (QP3).	130
TABELA 36. DADOS RELACIONADOS À AVALIAÇÃO DAS ESTRATÉGIAS DE <i>FEEDBACK</i> INSTRUCCIONAL	133
TABELA 37. PLANO GQM.	143
TABELA 38. PRINCIPAIS FERRAMENTAS DE GP UTILIZADAS NAS UIs (QA1).	148
TABELA 39. ESTRATÉGIAS INSTRUCCIONAIS TÍPICAS NO ENSINO DE FERRAMENTAS DE GP (QA2).	150
TABELA 40. RESUMO DOS MÉTODOS DA AVALIAÇÃO DAS UIs (QA3).	153
TABELA 41. DEFINIÇÃO E SEQUENCIAMENTO DO CONTEÚDO DA UI	164
TABELA 42. PLANO DE ENSINO DA UI	167
TABELA 43. ATIVIDADES INSTRUCCIONAIS DA UI.....	172
TABELA 44. MATERIAIS DESENVOLVIDOS PARA UI.....	173
TABELA 45. APLICAÇÃO DOS PROCESSOS DE GP POR MPES (SAMPAIO, MARINHO, & MOURA, 2014) - ADAPTADO.	178
TABELA 46. ADAPTAÇÕES DO DOTPROJECT+ PARA AS MPES.....	179
TABELA 47. CRITÉRIOS PARA SELEÇÃO DO DOTPROJECT NA UI	181
TABELA 48. MENSAGENS DE <i>FEEDBACK</i> GENÉRICAS.....	190
TABELA 49. MENSAGENS DE <i>FEEDBACK</i> ESPECÍFICAS	192
TABELA 50. APLICAÇÕES PILOTO DA UI	199
TABELA 51. APLICAÇÕES DA UI COM COLETA DE DADOS PARA AVALIAÇÃO.....	200
TABELA 52. OBJETIVO DA AVALIAÇÃO	203
TABELA 53. PLANO GQM - PONTO DE VISTA DOS ALUNOS	204
TABELA 54. QUESTIONÁRIO PARA COLETA DE DADOS DA PERSPECTIVA DOS ALUNOS.	206
TABELA 55. PLANO GQM - PONTO DE VISTA DOS INSTRUTORES	208
TABELA 56. QUESTIONÁRIO - PONTO DE VISTA DOS INSTRUTORES	209
TABELA 57. APLICAÇÕES DA UI COM COLETA DE DADOS PARA AVALIAÇÃO.....	213
TABELA 58. COMPARAÇÃO DA UI PIMENTO COM OS TRABALHOS CORRELATOS.....	243
TABELA 59. RESULTADOS OBTIDOS PELO DESENVOLVIMENTO DA UI.....	246
TABELA 60. PRINCIPAIS RESULTADOS OBTIDOS (PUBLICAÇÕES).....	246

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas
ADDIE – *Analyze, Design, Develop, Implement and Evaluate*
BPM – *Business Process Management*
BPMN – *Business Process Modeling Notation*
CC – Ciência da Computação
CEPSH – Comitê de Ética em Pesquisa com Seres Humanos
CPM – *Critical Path Method*
Departamento INE – Departamento de Informática e Estatística
DI – *Design Instrucional*
ES – Engenharia de Software
FEES - Fórum de Educação em Engenharia de Software
IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
IDE – *Integrated Development Environment*
INPE - Instituto Nacional da Propriedade Industrial
GP – Gerenciamento de Projetos
GQS – Grupo de Qualidade de Software
GQM – *Goal – Question – Metric*
MPE – Micro e Pequena Empresa
TCC – Trabalho de Conclusão de Curso
TI – Tecnologia da Informação
OE – Objetivo Específico
OG – Objetivo Geral
PERT – *Project Evaluation and Review Technique*
PMBOK – *Project Management Body of Knowledge*
PMI – *Project Management Institute*
PSG – *Project Scheduling Game*
PTB – *Project Team Builder*
RACI matrix- *Responsibility Assignment matrix*
RH - Recursos Humanos
SBC – Sociedade Brasileira de Computação
SBES - Simpósio Brasileiro de Engenharia de Software
SBQS - Simpósio Brasileiro de Qualidade de Software
SEBRAE – Serviço Brasileiro de Assistência às Micro e Pequenas empresas
SENAC – Serviço Nacional de Aprendizagem Comercial
SGBD – Sistema Gerenciador de Banco de Dados
SWEBOK – Software Engineering Body of Knowledge

UFSC – Universidade Federal de Santa Catarina
UFMS – Universidade Federal do Mato Grosso do Sul
UFPB – Universidade Federal da Paraíba
UI – Unidade Instrucional
XP – *eXtreme Programming*

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	25
1.1. CONTEXTUALIZAÇÃO DO PROBLEMA	25
1.2. PERGUNTA DE PESQUISA	29
1.3. OBJETIVOS	29
<i>DELIMITAÇÕES</i>	30
1.4. ADERÊNCIA À CIÊNCIA DA COMPUTAÇÃO	31
1.5. METODOLOGIA DE PESQUISA	35
1.5.1. <i>Contexto de pesquisa e classificação</i>	35
1.5.2. <i>Etapas da pesquisa</i>	37
1.6. CONTRIBUIÇÕES	42
1.6.1. <i>Contribuição no âmbito científico</i>	42
1.6.2. <i>Contribuição no âmbito tecnológico</i>	43
1.6.3. <i>Contribuição no âmbito social</i>	43
1.7. INEDITISMO	44
2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	47
2.1. GERENCIAMENTO DE PROJETOS	47
2.1.1. <i>Gerente de Projetos</i>	51
2.1.2. <i>Ferramentas de GP</i>	53
2.1.3. <i>Ensino de GP</i>	57
2.2. ENSINO E APRENDIZAGEM	58
2.2.1. <i>Processo de Ensino e Aprendizagem</i>	59
2.2.2. <i>Análise</i>	62
2.2.3. <i>Projeto</i>	67
2.2.4. <i>Desenvolvimento</i>	70
2.2.5. <i>Implementação</i>	71
2.2.6. <i>Avaliação</i>	72
2.3. FEEDBACK INSTRUCIONAL	79
2.3.1. <i>Classificações de feedback</i>	79
2.3.2. <i>Diretrizes para construção de feedback com qualidade</i>	89
2.3.3. <i>Importância do feedback instrucional no contexto do ensino de ferramentas de GP</i>	93
3. ESTADO DA ARTE E PRÁTICA	95
3.1. ENSINO DE FERRAMENTAS DE GP	95
3.1.1. <i>Definição da RSL</i>	95

3.1.2.	<i>Condução da RSL</i>	97
3.1.3.	<i>Análise das ferramentas relevantes</i>	99
3.1.4.	<i>Extração de dados</i>	110
3.1.5.	<i>Análise e discussão</i>	121
3.1.6.	<i>Ameaças à validade</i>	123
3.1.7.	<i>Conclusões</i>	123
3.2.	FEEDBACK INSTRUCIONAL NO ENSINO DE FERRAMENTAS DE GP 124	
3.2.1.	<i>Definição da RSL</i>	124
3.2.2.	<i>Condução da RSL</i>	126
3.2.3.	<i>Extração de dados</i>	127
3.2.4.	<i>Análise e discussão</i>	135
3.2.5.	<i>Ameaças à validade</i>	138
3.2.6.	<i>Conclusões</i>	138
3.3.	ENSINO DE FERRAMENTAS DE GP NO BRASIL	139
3.3.1.	<i>Metodologia</i>	140
3.3.2.	<i>Definição do survey</i>	142
3.3.3.	<i>Execução do survey</i>	146
3.3.4.	<i>Análise dos dados</i>	146
3.3.5.	<i>Discussão</i>	154
3.3.6.	<i>Ameaças à validade</i>	156
3.3.6.	<i>Conclusões do Survey</i>	157
3.4.	CONCLUSÃO DO ESTADO DA ARTE E PRÁTICA	158
4.	UNIDADE INSTRUCIONAL - PIMENTO	161
4.1.	ANÁLISE.....	161
4.1.1.	<i>Análise de contexto</i>	161
4.1.2.	<i>Objetivos de desempenho</i>	163
4.2.	PROJETO.....	164
4.3.	DESENVOLVIMENTO	172
4.3.1.	<i>Guia de uso</i>	175
4.3.2.	<i>Customizações do processo de GP para o contexto de MPEs</i> 177	
4.3.3.	<i>DotProject+</i>	180
4.3.4.	<i>Feedback instrucional da UI</i>	188
4.4.	IMPLEMENTAÇÃO	196
4.4.1.	<i>Preparação do ambiente computacional</i>	196
4.4.2.	<i>Aplicação da UI</i>	198
4.5.	AVALIAÇÃO	203

4.5.1.	<i>Definição da avaliação</i>	203
4.5.2.	<i>Planejamento</i>	211
4.5.3.	<i>Operação da avaliação</i>	212
4.5.4.	<i>Análise e interpretação</i>	215
5.	DISCUSSÃO	237
5.1.	RESPOSTA À PERGUNTA DE PESQUISA	237
5.2.	A QUALIDADE DA UI PIMENTO	238
5.3.	UI PIMENTO EM COMPARAÇÃO AOS TRABALHOS CORRELATOS 241	
5.4.	ADAPTABILIDADE DA UI PIMENTO	244
5.5.	AMEAÇAS À VALIDADE	245
6.	RESULTADOS OBTIDOS	246
7.	CONCLUSÃO	249
7.1.	TRABALHOS FUTUROS.....	250
	REFERÊNCIAS	253
	ANEXO A – DESCRIÇÃO DO TRABALHO DA UI	268
	ANEXO B - RUBRICA DE AVALIAÇÃO	270
	ANEXO C - MENSAGENS DE FEEDBACK INSTRUCIONAL	275

1. INTRODUÇÃO

A falta do processo de gerenciamento de projetos (GP) é um dos principais responsáveis pelos problemas enfrentados nos projetos conduzidos pelas organizações que atuam na indústria de software. A aplicação insuficiente do processo de GP é em parte causada por lacunas na educação dos gerentes de projetos e outros membros da equipe. O ensino de GP deve, entre outros tópicos, ensinar o uso de ferramentas de GP para suportar a execução do processo de GP. O problema de pesquisa destaca a carência de Unidades Instrucionais (UIs) para ensinar o uso de ferramentas de GP nos cursos superiores de computação, indicando tanto a falta de cobertura de conteúdo, quanto o emprego de estratégias e técnicas instrucionais apropriadas. Uma UI é entendida como um conjunto de aulas projetadas para atender determinados objetivos de desempenho para um público-alvo, sendo composta por uma série de atividades e/ou exercícios, e por materiais definidos para alunos e instrutores, que são organizados em uma sequência lógica e projetados para possibilitar a aprendizagem de um conteúdo em um determinado contexto de aprendizagem (BRANCH, 2009; HILL, ROWAN, & BALL, 2005; ROOIJ, 2011). Este capítulo apresenta a contextualização do problema, a pergunta de pesquisa, os objetivos da pesquisa, ressalta a relevância desta pesquisa para Ciência da Computação, apresenta a metodologia de pesquisa adotada, além de apontar suas contribuições e destacar seu ineditismo.

1.1. CONTEXTUALIZAÇÃO DO PROBLEMA

O crescimento de organizações no setor de software tem sido bastante acentuado nos últimos anos, e a maior parte destas organizações são Micro e Pequenas Empresas (MPÉs) (GALIMBERTI & WAZLAWICK, 2016; IBGE, 2013; SOFTEX Observatory, 2012). Uma MPE é caracterizada pela quantidade reduzida de funcionários, possuindo até 19 funcionários, e receita bruta anual limitada, sendo inferior à R\$ 360.000,00 (SEBRAE, 2014).

Para estas organizações o GP é considerado uma área crítica (PMI-CB, 2010), pois uma quantidade significativa de seus projetos ainda fracassa por problemas relacionados ao não cumprimento de prazos, custos superiores ao orçamento, ou cobertura de escopo

insuficiente (THE STANDISH GROUP, 2014; LAPORTE & ALEXANDRE, 2008; KALINOWSKI, WEBER, SANTOS, & TRAVASSOS, 2015). Um projeto é considerado um esforço temporário empregado para criar um resultado singular, e Gerenciamento de Projetos (GP) é a aplicação de conhecimentos, habilidades, ferramentas e técnicas para um projeto atender seus objetivos (PMI, 2013). Focado na melhoria do GP, o guia *Project Management Body of knowledge* (PMBOK) (PMI, 2013), a principal referência na área, descreve boas práticas para estabelecer um processo de GP sistemático (EHSAN, MALIK, & SHABBIR, 2010; MADINI, 2013; OJEDA & REUSCH, 2013). Entretanto, os problemas em projetos ocorrem principalmente pela falta de um processo de GP (KEIL, RAI, MANN, & ZHANG, 2013), o que é ainda mais acentuado em MPEs (SEI, 2012; MARCELINO-SÁDABA, PÉREZ-EZCURDIA, ECHEVERRÍA, & VILLANUEVA, 2014).

A adoção de um processo de GP pode ser facilitada pelo uso de ferramentas de GP (FABAC, RADOŠEVIC, & PIHIR, 2010), que utilizam recursos tecnológicos para apoiar o GP. Funcionalidades tipicamente suportadas são: desenvolvimento do cronograma, alocação de recursos, registro do progresso das atividades, emissão de relatórios, compartilhamento de documentos e artefatos do projeto, entre outras (CAR, BELANI, & PRIPUŽIĆ, 2007; REID & WILSON, 2007; YOUNG, FANG, & HU, 2006; MISHRA & MISHRA, 2013). O uso destas ferramentas não é exigido por modelos de referência (SEI, 2010), mas tem sido considerado indispensável no contexto de grande complexidade dos projetos de software contemporâneos (FABAC, RADOŠEVIC, & PIHIR, 2010; LANUBILE, PRIKLADNICKI, CARMEL, & SOLINGEN, 2014). E apesar de atualmente muitas organizações ainda não utilizarem nenhuma ferramenta de GP, as contribuições que estas ferramentas vêm demonstrando têm influenciando no aumento do interesse das organizações em utiliza-las (CICIBAS, UNAL, & DEMIR, 2010; PMI-CB, 2010).

A adoção do uso deste tipo de ferramenta é de responsabilidade do gerente de projetos, que é o principal responsável por fazer com que o projeto atenda seus objetivos, tendo autoridade para direcionar o uso dos recursos do projeto e conduzi-lo por um processo de GP (PMI, 2013). O uso da ferramenta ocorre tanto pelo gerente do projeto, quanto por membros da equipe (e.g. na visualização de sua alocação nas

atividades do projeto, registro de progresso, atualização dos artefatos do projeto, etc.), e em alguns casos até mesmo por outros *stakeholders*.

Uma das razões para que o uso de ferramentas de GP ainda não esteja amplamente sedimentado nas organizações é a carência de gerentes de projetos e membros de equipe de projetos com formação adequada no uso de ferramentas de GP pelos cursos superiores de computação ¹ (LETHBRIDGE, DIAZ-HERRERA, LEBLANC, & THOMPSON, 2007; CAR, BELANI, & PRIPUŽIĆ, 2007; SALAS-MORERA, ARAUZO-AZOFRA, & GARCÍA-HERNÁNDEZ, 2013).

Desta forma, o ensino de GP deve abranger o conjunto de conhecimentos em GP, da área de aplicação e do ambiente do projeto, além de habilidades interpessoais e de gerenciamento geral (PMI, 2013). Além destes conhecimentos e habilidades, um gerente de projetos precisa ter atitudes, como iniciativa, integridade, liderança, etc. Deste modo, entende-se que o ensino de GP não pode ser direcionado apenas para o conhecimento teórico, mas para o desenvolvimento de competências, que incluem conhecimentos (saber teórico), habilidades (saber prático), e atitudes (SPENCER & SPENCER, 1993). Entre estas competências está o uso das ferramentas de GP, que deve ser ensinada até o nível de aplicação da taxonomia de Bloom (BLOOM, 1956; ACM & IEEE CS, 2013), relacionado à aplicação prática do conhecimento, abordando o uso de funcionalidades que suportem todo o processo de GP (GREGORIOU, KIRYTOPOULOS, & KIRIKLIDIS, 2010; CAR, BELANI, & PRIPUŽIĆ, 2007).

Atualmente, o ensino de GP é considerado insuficiente nos cursos superiores de computação, pois as competências necessárias para formação do gerente de projetos e profissionais de Engenharia de Software (ES) muitas vezes não são suficientemente desenvolvidas (SALAS-MORERA, ARAUZO-AZOFRA, & GARCÍA-HERNÁNDEZ, 2013; REID & WILSON, 2007; VIANA, CONTE, & SOUZA, 2014). Uma evidência desta insuficiência é ausência do ensino de GP no currículo de referência Sociedade Brasileira de Computação (SBC) para Ciência da Computação (CCO) (SBC, 2005). Embora, no contexto internacional o currículo de referência da ACM/IEEE para o mesmo

¹ No contexto deste trabalho cursos superiores de computação são cursos de graduação e pós-graduação relacionados à Tecnologia da Informação (TI), como Ciência da Computação, Sistemas da Informação, Engenharia da Computação, Análise e Desenvolvimento de Sistemas, etc.

curso recomende o ensino do GP, especificando inclusive o ensino de ferramentas de GP (ACM & IEEE CS, 2013). Pesquisas já identificaram que a disciplina de GP está entre as consideradas mais importantes para os profissionais da área, e que o ensino em cursos superiores de computação está muito aquém do necessário (WANGENHEIM & SILVA, 2009; LETHBRIDGE T. , 2000). Um dos motivos para esta lacuna é que o ensino tradicional de GP geralmente é realizado por meio de aulas expositivas, voltadas para ensino da teoria, proporcionando pouca exposição dos alunos em situações práticas, como o uso de ferramentas de GP (PALUDO & RAABE, 2010; PRIKLADNICKI, ALBUQUERQUE, WANGENHEIM, & CABRAL, 2009). Assim, para minimizar esta lacuna atualmente são oferecidas uma vasta gama de treinamentos profissionais e certificações, como, por exemplo, PMP (<http://www.pmi.org/Certification>) e PRINCE2 (<http://www.prince2.com>) (GREGORIOU, KIRYTOPOULOS, & KIRIKLIDIS, 2010; SHTUB, 2010).

Ao analisar as UIs para ensinar o uso de ferramentas de GP nos cursos superiores de computação (conforme detalhado no capítulo 3), evidenciam-se seus pontos fracos. Estas UIs tipicamente abordam as áreas de conhecimento de gerenciamento do tempo e de gerenciamento de recursos humanos (RHs), enquanto as outras áreas de conhecimento são minimamente ou não abordadas (SALAS-MORERA, ARAUZO-AZOFRA, & GARCÍA-HERNÁNDEZ, 2013; GREGORIOU, KIRYTOPOULOS, & KIRIKLIDIS, 2010). Quanto às estratégias instrucionais utilizadas, estas envolvem a realização de projetos de desenvolvimento de software, e a utilização de uma ferramenta de GP para planejar as atividades do projeto e monitorar seu progresso (REID & WILSON, 2007; CAR, BELANI, & PRIPUŽIĆ, 2007; BHATTACHARYA, 2013), ou o uso da uma ferramenta de GP para aplicação de técnicas específicas de GP, como CPM (KELLEY & WALKER, 1959) e PERT (FAZAR, 1959), por meio da resolução de problemas (GREGORIOU, KIRYTOPOULOS, & KIRIKLIDIS, 2010; SALAS-MORERA, ARAUZO-AZOFRA, & GARCÍA-HERNÁNDEZ, 2013). Desta forma percebe-se que atualmente não existem UIs prontas para conduzir o ensino do uso de ferramentas de GP para abordar o processo de GP de forma sistêmica, cobrindo todas as suas áreas de conhecimento.

Uma alternativa para superar estas dificuldades é melhorar a formação no ensino superior, sendo esta a base de formação de muitos dos futuros gerentes de projetos e membros de equipe (CAR, BELANI, & PRIPUŽIĆ, 2007; LETHBRIDGE, DIAZ-HERRERA, LEBLANC, & THOMPSON, 2007). Neste sentido, o objetivo deste trabalho é desenvolver e avaliar uma UI para o ensino do uso de ferramentas de GP em cursos superiores de computação, cobrindo todas as áreas de conhecimento do GP.

1.2. PERGUNTA DE PESQUISA

A pergunta de pesquisa definida para o presente trabalho é: Como é possível ensinar o uso de ferramentas de GP alinhado aos processos de iniciação e planejamento seguindo o PMBOK, utilizando técnicas de *feedback* instrucional, para promover a aprendizagem atingindo o nível de aplicação do domínio cognitivo da taxonomia de Bloom, e com qualidade em relação aos aspectos de conteúdo, materiais, estratégias instrucionais, e experiência do usuário.

1.3. OBJETIVOS

O objetivo geral e os objetivos específicos são descritos nesta seção.

Objetivo geral

Desenvolvimento e avaliação de uma UI para o ensino do uso de uma ferramenta de GP alinhada ao PMBOK em cursos superiores de computação.

Esta UI objetiva ensinar o uso de uma ferramenta de GP por meio de um processo sistemático de GP, alinhado ao PMBOK e adaptado às características de MPEs. A UI é direcionada às 10 áreas de conhecimento do GP, sendo abordadas para os grupos de processo de iniciação e planejamento. A estratégia instrucional é baseada na aprendizagem experiencial dos alunos, fazendo uso de materiais instrucionais, incluindo uma ferramenta de GP de código aberto. Isto possibilita que tanto a ferramenta quanto os demais materiais possam ser adotados em qualquer instituição de ensino, por meio de docentes que

tenham a necessidade de ensinar sobre ferramentas de GP em cursos superiores de computação.

Objetivos específicos

Os objetivos específicos são:

OE1. Síntese da fundamentação a teórica sobre os principais conceitos relacionados ao GP, ferramentas de GP, e ensino e aprendizagem.

OE2. Estado da arte e estado da prática sobre UIs que ensinam o uso de ferramentas de GP alinhadas ao PMBOK.

OE3. Projeto de uma UI para ensinar uma ferramenta de GP alinhada ao PMBOK para os grupos de processos de iniciação e planejamento.

OE4. Materiais instrucionais necessários para UI, incluindo a adaptação/evolução de uma ferramenta de GP.

OE5. Avaliação da qualidade da UI desenvolvida em relação à percepção de aprendizagem, conteúdo, materiais, estratégias instrucionais, e experiência do usuário, por meio de uma série de estudos de caso.

DELIMITAÇÕES

O escopo da UI proposta se limita aos grupos de processos de iniciação e planejamento, sendo ainda necessário cobrir os outros grupos de processos por meio da utilização de outras UIs específicas (CHUA & BALKUNJE, 2012; SHTUB, 2010).

O foco nestes grupos de processos é motivado porque os mesmos podem ser aplicados em uma ferramenta de GP independente do projeto que esta sendo planejado. Já o grupo de processos de execução depende da disponibilidade dos recursos para execução do projeto, tais como tempo, RHs, e até mesmo recursos financeiros. Uma vez que estes recursos muitas vezes podem não estar disponíveis no contexto da UI, inviabiliza sua execução. Por sua vez, os grupos de processos de monitoramento e controle e encerramento dependem da execução do projeto.

Ao analisar o estado da arte e da prática para o ensino de ferramentas de GP, identificou-se que quando o grupo de processos de

execução é abordado, utilizam-se estratégias que envolvem o desenvolvimento de um projeto de software pelos alunos, demandando grande carga-horária, superior a carga-horária tipicamente disponibilizada para este tipo de UI. Outra maneira de abordar o grupo de processos de execução é pela utilização de ferramentas que realizam a simulação da execução do plano do projeto. Este tipo de simulação pode ser muito complexo quando são abordadas todas as áreas de conhecimento, tais como RHs, riscos, *stakeholders*, e aquisições. Tal complexidade é dada pela grande quantidade de variáveis a serem controladas para cada área de conhecimento, que podem envolver grande nível de imprevisibilidade, tanto em relação a sua probabilidade de sua ocorrência, quanto aos impactos da sua materialização no projeto. Exemplos destas variáveis são as comunicações do projeto (que podem ocorrer ou não dentro da periodicidade planejada), as aquisições do projeto (que podem envolver problemas com fornecedores), os RHs (que podem não atender ao desempenho conforme as estimativas realizadas no planejamento de tempo), ou ainda a ocorrência de outros tipos de riscos que podem impactar nas restrições de tempo e custo, assim comprometendo a capacidade de execução do escopo inicialmente planejado.

Ainda quanto às delimitações dos objetivos, neste trabalho o processo de GP refere-se exclusivamente ao GP definido pelo PMBOK, conhecido como GP clássico, sendo a principal referência na área e amplamente aceita mundialmente (OJEDA & REUSCH, 2013; MADINI, 2013). Neste sentido excluem-se outros métodos de GP, como os métodos de gerenciamento ágil, tal como o SCRUM (COHN, 2011).

1.4. ADERÊNCIA À CIÊNCIA DA COMPUTAÇÃO

Nesta seção é apresentada a aderência do tema desta tese aos objetivos do Programa de Pós-graduação em Ciência da Computação da Universidade Federal de Santa Catarina (PPGCC/UFSC), e mais especificamente aos objetivos da linha de pesquisa em Engenharia de Software deste programa. Primeiramente, analisando o regimento interno nº 01/PPGCC/2013, publicado em 01/10/2013, em seu artigo 1º, os objetivos do programa são (PPGCC/UFSC, 2013):

- I. a capacitação de pesquisadores e docentes do magistério superior em Ciência da Computação e áreas afins;

II. o desenvolvimento de novos conhecimentos em Ciência da Computação.

A Ciência da Computação é uma disciplina acadêmica que aborda o estudo de computadores e algoritmos, incluindo seus fundamentos, aplicações, projeto de software e hardware, e seu impacto na sociedade (ACM & IEEE CS, 2013). A Ciência da Computação também transpassa a integração da tecnologia no ensino, auxiliando o aprendizado de alunos em disciplinas acadêmicas (CSTA, 2013; CSTA, 2011). Neste contexto, a ES é uma disciplina que integra a Ciência da Computação, compreendida como a aplicação sistemática de abordagens quantificáveis para o desenvolvimento, operação, e manutenção de software (IEEE CS, 2014). A importância de tópicos relacionados ao ensino dentro da ES é ressaltada ao analisar relevantes eventos acadêmicos de ES, onde há presença de linhas de pesquisa voltadas para a educação, como *Joint Software Engineering Education and Training (JSEET)*² e *Conference on Software Engineering Education and Training (CSEET)*³. Ainda, no contexto nacional, a própria SBC estabeleceu um Workshop sobre Educação em Computação (WEI)⁴.

Neste contexto, a presente tese desenvolve novos conhecimentos relevantes para Ciência da Computação. O principal conhecimento produzido é a avaliação da qualidade do ensino de ferramentas de Gerenciamento de Projetos (GP), incluindo a avaliação de uma Unidade Instrucional (UI) para o ensino de uma ferramenta de GP alinhado ao PMBOK, sob o ponto de vista dos alunos e instrutores. Este conhecimento é relevante, pois a UI foi desenvolvida para atender aos objetivos educacionais definidos pelo currículo de referência da ACM/IEEE para Ciência da Computação (ACM & IEEE CS, 2013), e adaptada às características dos alunos e do ambiente de aprendizagem das instituições de ensino brasileiras. Assim, espera-se que como consequência deste conhecimento, haja a melhoria do ensino desta competência, que é considerada de grande importância para egressos dos cursos de Computação, e que atualmente carece de um ensino mais abrangente no ensino superior (SALAS-MORERA, ARAUZO-AZOFRA, & GARCÍA-HERNÁNDEZ, 2013; WANGENHEIM &

² <http://2015.icse-conferences.org/jseet>

³ <http://conferences.computer.org/cseet>

⁴ <http://www.sbc.org.br/educacao/cq-e-wei>

SILVA, 2009). Outros conhecimentos relevantes para Ciência da Computação também foram produzidos, tais como o levantamento atualizado do estado da arte e da prática sobre o ensino de ferramentas de GP nos cursos de Ciência da Computação, por meio de uma Revisão Sistemática da Literatura (RSL) e um *Survey*.

Mais especificamente, ao analisar os objetivos da linha de pesquisa em ES do PPGCC/UFSC, observa-se a aderência da presente tese a estes objetivos, quais são:

“Engenharia de Software: tem como objetivo formar indivíduos capazes de conduzir o processo de desenvolvimento de software e de investigar novas metodologias, técnicas e ferramentas para a concepção de sistemas.” (PPGCC/UFSC, 2015).

Em relação ao objetivo de ***formar indivíduos capazes de conduzir o processo de desenvolvimento de software***, esta tese aborda primordialmente o ensino de uma ferramenta de GP para apoiar a execução dos grupos de processos de iniciação e planejamento do GP. Considerado que o GP é uma parte fundamental do processo de desenvolvimento de software, estando presente entre os conhecimentos definidos pelo *Software Engineering Body of Knowledge* (SWEBOK) (IEEE CS, 2014), entende-se que há correlação do tema da tese a este objetivo da linha de pesquisa.

Em relação à segunda parte do objetivo - ***investigação de novas metodologias, técnicas e ferramentas para a concepção de sistemas*** - isto é evidenciado pelo levantamento realizado sobre o estado da arte e da prática, que aponta a carência de UIs que abordem metodologias, técnicas, e ferramentas de GP para o ensino alinhado ao PMBOK, abordando todas as áreas de conhecimento. Por isto, pode-se inferir que a UI proposta aborda novas metodologias, técnicas e ferramentas para o ensino de GP, uma vez que apresenta aspectos de ineditismo tanto na cobertura do conteúdo, quanto nas estratégias instrucionais.

Assim, apresentando a aderência dos resultados derivados desta tese com os objetivos do PPGCC/UFSC e da linha de pesquisa de Engenharia de Software, entende-se que esta tese está aderente à Ciência da Computação (Figura 1).

Ciência da Computação

Definição: Uma disciplina acadêmica que compreende o estudo de computadores e algoritmos, incluindo **projetos de hardware e software**, aplicações, e seu impacto na sociedade. [...] A Ciência da Computação transpassa a **integração da tecnologia no ensino para apoiar aprendizagem dos estudantes nas disciplinas acadêmicas**.

(CSTA/ACM, 2013)

Engenharia de Software

ACM/IEEE Currículo de referência

Áreas de conhecimento da Ciência da Computação

- AL – Algoritmos e complexidade
- AR – Arquitetura e organização
- CN – Ciência computacional
- DS – Estruturas discretas
- GV – Gráficos e Visualização
- HCI – Interação Humano -Computador
- IAS – Garantia da Informação e Segurança
- IM – Gerenciamento da Informação
- IS – Sistemas Inteligentes
- NC – Redes e comunicação
- OS – Sistemas Operacionais
- PBD – Desenvolvimento baseado em plataforma
- PD – Computação paralela e distribuída
- PL – Linguagens de programação
- SDF – Fundamentos em desenvolvimento de Software

SE – Engenharia de Software

- SF – Fundamentos de sistemas
- SP – Problemas sociais e prática profissional

SWEBOK

Ferramentas de Gerenciamento de Projetos



(IEEE, 2014, p. 134)

PPGCC/UFSC

Objetivos do programa:

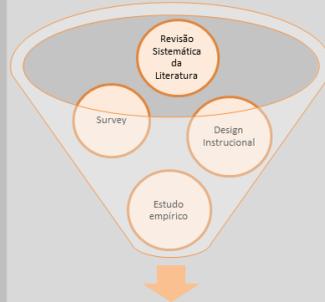
- I. a capacitação de pesquisadores e docentes do magistério superior em Ciência da Computação e áreas afins;
- II. o desenvolvimento de novos conhecimentos em Ciência da Computação.

Objetivos da linha de pesquisa de *Engenharia de Software: tem como objetivo formar indivíduos capazes de conduzir o processo de desenvolvimento de software e de investigar novas metodologias, técnicas e ferramentas para a concepção de sistemas.*

(Regimento interno, nº 01/PPGCC/2013, publicando em 01/10/2013)

Tese

Unidade Instrucional para o ensino de ferramentas de Gerenciamento de Projetos



Novos conhecimentos em Ciência da Computação

Ensino

CSTA/ACM – Computer Science Teachers Association

Excelência no ensino de ciência da computação refere-se as práticas que maximizam o potencial de aprendizado dos estudantes. As oportunidades de aprendizagem devem ser projetadas de modo a conectar o conteúdo previsto nos currículos de referência às experiências vividas pelos diversos estudantes. (CSTA/ACM, 2011, p. 5)

ACM/IEEE Currículo de referência

Chapter 6: Institutional Challenges

While the Body of Knowledge provides a detailed specification of what content should be included in an undergraduate computer science curriculum, it is not to be taken as the sum total of what an undergraduate curriculum in computing should encompass. In a rapidly moving field such as Computer Science, the particulars of what is taught are complementary to promoting a sense of the program's spirit: helping students construct a framework for the assimilation of new knowledge, and advancing students' development as responsible professionals. Critical thinking, problem solving, and a foundation for life-long learning are skills that students need to develop throughout their undergraduate career. Education is not just the transmission of information, but

educação não é apenas a transmissão da informação, mas o que melhor inspira o interesse por um determinado assunto, encorajando o estudante a experimentar sua aplicabilidade. Este aspecto também deve ser refletido no currículo de ciência da computação e pedagogia.

(ACM/IEEE, 2013.p. 49)

SE/Software Project Management

[2 Core-Tier/2 hours]

Topics:

- Team organization and development
- Role identification and assignment
- Project management
- Project communication
- Project evaluation

• Software development and testing

• Software quality measures and the role of assessment

• Risk

(ACM/IEEE, 2013, p.180)

Trilhas de educação em eventos de SE

ICSE - International Conference on SE

ISEET - Joint SE Education and Training

CSE&T - Conference on SE Education and Training

Figura 1. Visão geral da aderência da tese à Ciência da Computação

1.5. METODOLOGIA DE PESQUISA

1.5.1. Contexto de pesquisa e classificação

Com base no método científico representado em camadas (*research-process onion*) (SAUDERS, LEWIS, & THORNHILL, 2009), a Figura 2 apresenta o contexto de pesquisa em que este trabalho está inserido.

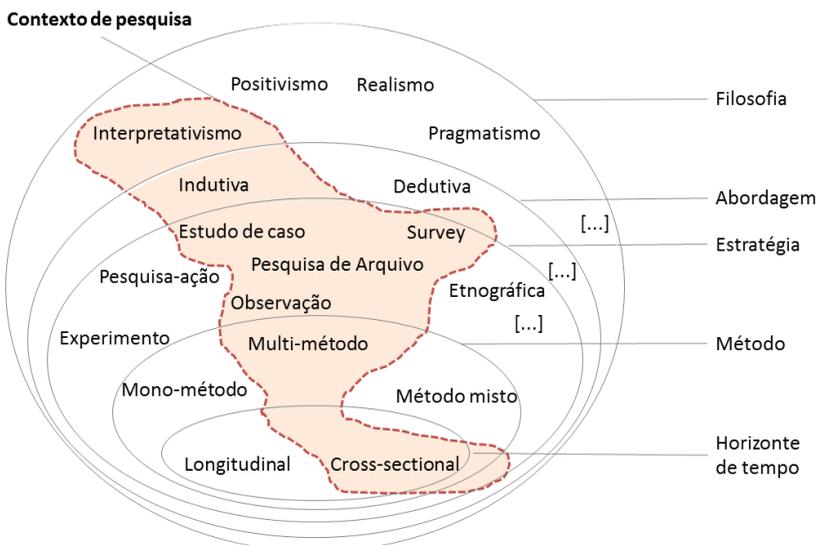


Figura 2. Contexto da pesquisa no método científico (SAUDERS, LEWIS, & THORNHILL, 2009)

O contexto da pesquisa é definido nas seguintes camadas (descritas da mais interna para mais externa): horizonte de tempo, método, estratégia, abordagem e filosofia. Neste sentido, o contexto desta pesquisa é: *Cross-sectional*, pois são analisados os indivíduos, no caso os alunos da UI, apenas durante o período de aplicação da UI; *Multi-método*, pois ao longo desta pesquisa são aplicados diversos métodos, tais como, Revisão Sistemática da Literatura (RSL) (KITCHENHAM, 2004), ADDIE (BRANCH, 2009), desenvolvimento de software iterativo e incremental (STEPHENS, 2015), GQM (BASILI, CALDIERA, & ROMBACH, 1994), etc.; Diversas estratégias são utilizadas, tais como, estudos de caso (YIN, 2014), *survey* (KASUNIC,

2005), observação, e pesquisa de arquivo; Indutiva, pois serão analisados estudos de caso particulares de aplicação da UI, para inferir conclusões gerais sobre seus efeitos. Outro aspecto que caracteriza a abordagem indutiva é que a pesquisa não parte de uma hipótese pré-estabelecida, mas, procura atingir a solução do problema com base nas conclusões inferidas do objeto estudado, no caso, a aplicação da UI em turmas de cursos superiores de computação; e Interpretativista, pois o objetivo desta pesquisa (desenvolver e avaliar uma UI para o ensino do uso de uma ferramenta de GP em cursos superiores de computação) depende da interpretação do pesquisador sobre as informações coletadas durante a aplicação da UI.

A pesquisa realizada no presente trabalho é classificada conforme apresentada na Tabela 1.

Tabela 1. Classificação da pesquisa

Critério	Classificação	Justificativa
Natureza	Aplicada	No que trata do objetivo geral, que busca desenvolver uma UI que poderá ser aplicada por docentes que ensinam o uso de ferramentas de GP em cursos superiores de computação.
Objetivos	Exploratória	A presente pesquisa possui características típicas de pesquisas exploratórias, pois envolve a análise do estado da arte (OE2 - RSL); entrevistas com pessoas que tiveram experiências práticas com o problema pesquisado (OE2 - <i>survey</i>); e análise de exemplos (OE5 - Estudos de caso) (GIL, 2010).
Abordagem	Qualitativa e quantitativa	No que trata dos OE2 (RSL/ <i>survey</i>) e OE5 (estudos de caso) que incluem análise de dados coletados de forma qualitativa e quantitativa (YIN, 2014).
Procedimentos	Bibliográfica, Documental, DI, estudo de caso.	No que trata dos métodos utilizados para atingir os objetivos desta pesquisa: Bibliográfica (OE1 – Fundamentação teórica), Documental (OE2 - RSL) e estudo de caso (OE5), etc.

Dada esta classificação, destaca-se que por esta ser uma pesquisa exploratória, admite-se que o uso de perguntas de pesquisas (definida na seção 1.2) ao invés de hipóteses de pesquisa, pois, devido às especificidades deste tipo de pesquisa, as perguntas devem induzir o testemunho do trabalho conceitual efetuado pelo pesquisador e

possibilitar uma resposta interpretável (COZBY, 2003; CONTANDRIOPOULOS, 1994).

1.5.2. Etapas da pesquisa

Para condução desta pesquisa são realizadas as etapas apresentadas na Figura 3. Para cada etapa da pesquisa são apresentados os métodos utilizados para sua realização e os resultados produzidos.

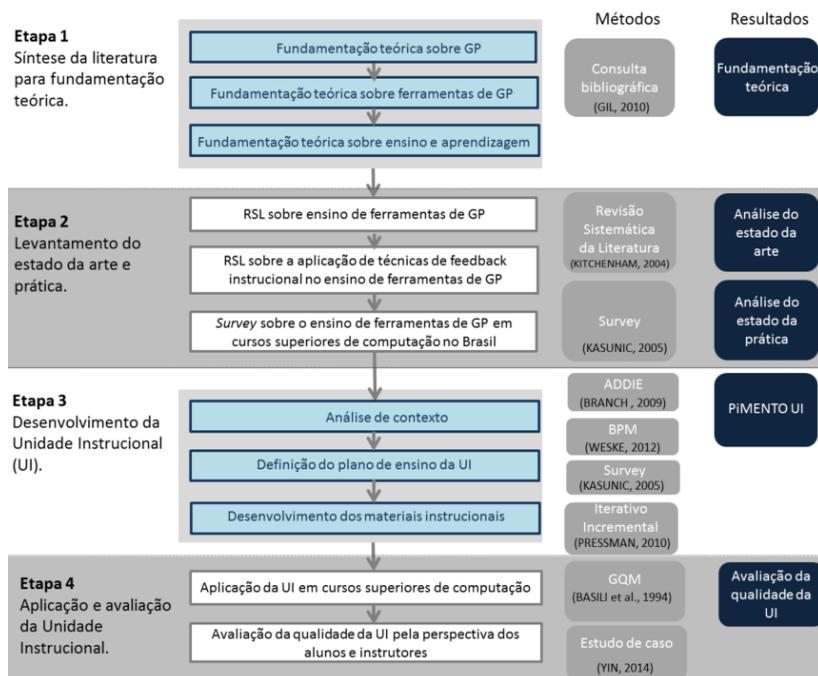


Figura 3. Etapas da pesquisa

O detalhamento do trabalho realizado em cada etapa é detalhado a seguir:

Etapa 1 - Síntese da literatura para fundamentação teórica

Esta etapa tem o objetivo de definir os conceitos sobre GP, apresentando o guia PMBOK, os grupos de processos e as áreas de conhecimento, assim como as ferramentas de GP. Também se definem

conceitos relacionados ao ensino e aprendizagem, incluindo DI. Esta etapa é realizada por consulta bibliográfica (GIL, 2010).

Etapa 2 - Levantamento do estado da arte e prática

Esta etapa é realizada com objetivo de conhecer como o ensino de ferramentas de GP vem sendo realizado e avaliado em cursos superiores de computação. São identificadas quais UIs e ferramentas estão sendo utilizadas. A análise do estado da arte é realizada em duas partes, uma por Revisão Sistemática da Literatura (RSL) (KITCHENHAM, 2004), que é completada pela análise do estado da prática conduzida por meio de um *survey* (KASUNIC, 2005).

A RSL é realizada para identificar os principais trabalhos científicos que estão relacionados ao objetivo desta pesquisa, e analisar as experiências relatadas, identificando os avanços e lacunas ainda existentes no ensino de ferramentas de GP. O processo de RSL segue o definido por Kitchenham (2004), iniciando com o planejamento da RSL, incluindo a definição de perguntas de pesquisa, fontes de dados, palavras chave, e critérios de inclusão e exclusão dos estudos. Em seguida é realizada a busca pelos estudos, quais são selecionados de acordo com os critérios definidos. Por fim, os dados dos estudos são extraídos, possibilitando sua análise e interpretação a fim de responder as perguntas de pesquisa.

Já o *survey* tem o objetivo de identificar como o ensino de ferramentas de GP em cursos superiores de computação está sendo realizado em instituições de ensino brasileiras. Para este fim seguiu-se o processo definido por Kasunic (KASUNIC, 2005). O *survey* é planejado pela definição dos objetivos da pesquisa, caracterização do público-alvo, planejamento da amostragem, definição das questões de análise e métricas, projeto do questionário, e testes piloto do questionário. Depois ocorre a execução do *survey* pela distribuição do questionário e coleta de dados. Com base nos dados coletados é realizada a análise e interpretação dos resultados.

Etapa 3 - Desenvolvimento da UI

O desenvolvimento da UI segue a abordagem ADDIE (BRANCH, 2009) para realizar o *Design* Instrucional. Ao longo das fases da abordagem ADDIE – Análise, Projeto, Desenvolvimento, Implantação e Avaliação – são realizadas atividades para identificação e caracterização do público-alvo, definição dos objetivos de desempenho da UI, definição e sequenciamento dos conteúdos, definição das

estratégias instrucionais, desenvolvimento de atividades e materiais instrucionais, implantação e avaliação da UI.

Na fase de análise é realizada a identificação e caracterização do público-alvo pela realização de um *survey* para coletar informações sobre alunos de UIs relacionadas ao uso de ferramentas de GP. Já a definição dos objetivos de desempenho é realizada com base nos níveis de aprendizagem da taxonomia de Bloom (BLOOM, 1956).

Na fase de projeto é definido e sequenciado o conteúdo da UI, baseado no PMBOK e restrito aos grupos de processos de iniciação e planejamento. Também serão definidas as estratégias instrucionais, incluindo estratégias de *feedback*, e os instrumentos para avaliação dos alunos.

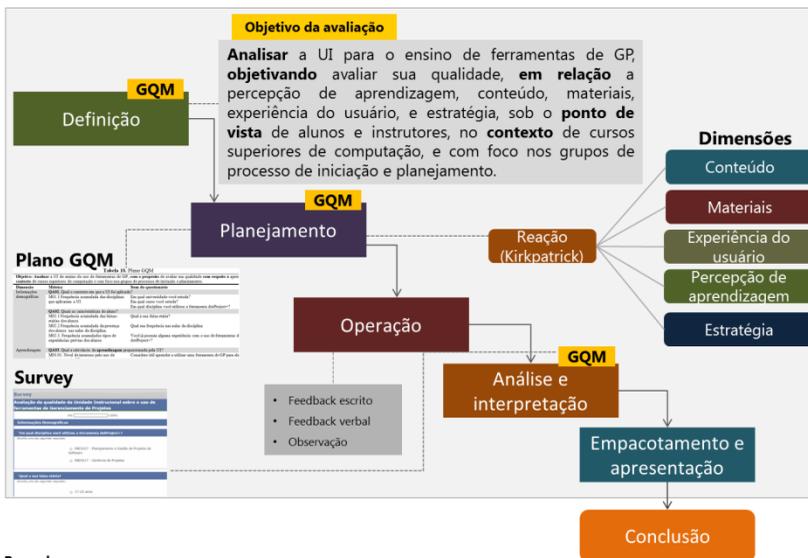
Na fase de desenvolvimento são desenvolvidas as atividades e os materiais instrucionais da UI, que inclui a elaboração de um processo sistemático de GP, o desenvolvimento de uma ferramenta de GP para suportar as funcionalidades que devem ser ensinadas, e um guia de uso da ferramenta de GP. O processo sistemático de GP é baseado no PMBOK e modelado utilizando a notação BPMN (WESKE, 2012). O desenvolvimento da ferramenta de GP para UI tem seus requisitos derivados dos conteúdos definidos, e de técnicas instrucionais que facilitem a aprendizagem dos alunos. O desenvolvimento da ferramenta de GP segue o método de ciclo de vida iterativo incremental (STEPHENS, 2015), em que novas versões do sistema são entregues a cada iteração, sendo estas iterações as aplicações da ferramenta em sala de aula. Já o guia de uso da ferramenta é orientado pelo processo sistemático de GP definido, onde a execução de cada etapa é detalhada, passo-a-passo, apresentando *screenshots* das telas da ferramenta, a explicação para utilização de cada uma das funcionalidades, e contextualizando cada funcionalidade com seu respectivo processo do PMBOK.

Etapa 4 - Aplicação e avaliação da UI

Esta etapa envolve a aplicação da UI em cursos superiores de computação, e a avaliação da qualidade da UI. A UI é aplicada seguindo o plano de aula definido, que utiliza todas as atividades e materiais instrucionais desenvolvidos. Para iniciar a aplicação da UI é necessário previamente preparar o ambiente físico e o ambiente computacional. A preparação do ambiente físico envolve a garantia do espaço físico para acomodação dos alunos, e dos recursos computacionais de acordo com as especificações definidas para possibilitar a utilização da ferramenta

da GP, e acesso aos demais materiais instrucionais. Já a preparação do ambiente computacional envolve garantir que os alunos tenham acesso a ferramenta de GP, que inclui a criação de contas de acesso para cada aluno.

A avaliação da UI é realizada por estudos de caso (YIN, 2014), seguindo um processo de avaliação de estudos empíricos (WOHLIN, RUNESON, & HÖST, 2012), apoiado pela abordagem GQM (Goal/Question/Metric) (BASILI, CALDIERA, & ROMBACH, 1994) para definição dos objetivos da avaliação e métricas, assim como para análise de interpretação das medições (Figura 4).



Baseado em:
WOHLIN (2012); BASILI (1994); CHEN et al. (2013);
AZIZ & SAMSUDIN (2010); SABRI, OMAR & BATI (2010).

Figura 4. Visão geral do processo de avaliação da UI.

Primeiramente, na etapa de definição, o objetivo da avaliação é definido de forma estruturada, seguindo o modelo proposto pelo GQM: explicitando o objeto a ser avaliado; o propósito da avaliação; as características do objetivo a serem avaliadas; sob o ponto de vista de quem; e o contexto em que a avaliação é realizada. A definição do objetivo é iniciada com a escolha do nível em que esta será realizada. Seguindo a escala de Kirkpatrick (KIRKPATRICK & KIRKPATRICK, 2012), a avaliação da UI é realizada no nível de “reação”, pois este nível está relacionado à perspectiva dos alunos, possibilitando a avaliação de

todos os aspectos de qualidade da UI (percepção de aprendizagem, conteúdo, materiais, estratégia instrucional, experiência de usuário) seguindo seu ponto de vista. Esta avaliação também busca identificar a perspectiva do instrutor quanto à qualidade da UI.

Também nesta etapa é definido o plano GQM, que inclui questões de análise e métricas. Ao coletar medidas para estas métricas, torna-se possível responder às questões de análise, e assim analisar objetivo da avaliação. Nesta etapa também é desenvolvido um questionário como instrumento de coleta de dados, estando este alinhado ao plano GQM, possibilitando a medição das métricas definidas neste plano. Já na etapa de planejamento é indicado como, quando, e onde, a avaliação será realizada. Também são indicados os responsáveis envolvidos neste processo de avaliação. Na etapa de operação é disponibilizado o questionário para os alunos e instrutores ao término de cada aplicação da UI, com intuito de coletar dados sobre as suas percepções quanto à qualidade da UI. Na etapa de análise e interpretação é utilizado o apoio da abordagem GQM, porém que no sentido de análise e interpretação, onde as medições coletadas para cada métrica são utilizadas para responder as questões de análise, e conseqüentemente analisar o objetivo da avaliação. Nesta etapa é identificada a qualidade da UI para cada uma das dimensões avaliadas, tanto sob o ponto de vista dos alunos, quanto dos instrutores. Por fim, a etapa de conclusão, todos os dados coletados e as análises realizadas são resumidos, para de forma sucinta apresentar as conclusões obtidas quanto à avaliação da qualidade da UI proposta.

Apresentadas as etapas da pesquisa, são indicados quais dos objetivos específicos são atendidos por cada etapa (Tabela 2).

Tabela 2. Mapeamento entre etapas e os objetivos da pesquisa

Etapa da pesquisa	Objetivos específicos atendidos
Etapa 1 - Estudo da literatura para fundamentação teórica	OE1
Etapa 2 - Análise do estado da arte	OE2
Etapa 3 - Desenvolvimento da UI	OE3, OE4
Etapa 4 - Aplicação e avaliação da UI	OE5

A realização desta pesquisa foi aprovada pelo Comitê de Ética em Pesquisa com Seres (CEPSH) da Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC), sob o número CAAE 47734215.9.0000.0121.

1.6. CONTRIBUIÇÕES

A realização desta tese de doutorado produz contribuições nos âmbitos científico, tecnológico e social.

1.6.1. Contribuição no âmbito científico

No âmbito científico a principal contribuição deste trabalho é a avaliação de uma UI para ensinar o uso de ferramentas de GP alinhado ao PMBOK em cursos superiores de computação. Esta avaliação possibilita o entendimento de como realizar o ensino de ferramentas de GP, contribuindo para percepção de aprendizagem dos alunos, e com qualidade em relação ao conteúdo, aos materiais, a estratégia instrucional, e a experiência de usuário.

Pela Revisão Sistemática da Literatura (RSL) (capítulo 3) é levantado o estado da arte atual em relação aos trabalhos que já apresentaram propostas para melhorar o ensino do uso de ferramentas de GP em cursos superiores de computação. Ao analisar os objetivos de desempenho destas UIs, percebe-se que o ensino alinhado ao PMBOK não é explicitamente definido por nenhuma UI. Isto fica ainda mais evidente quando analisado os conteúdos abordados pelas UIs, que ensinam apenas as áreas de conhecimento de tempo e RH, abordando minimamente ou não abordando as outras áreas de conhecimento do GP. As estratégias instrucionais empregadas normalmente ocorrem de forma *ad-hoc*, não havendo uma abordagem para ensinar as funcionalidades das ferramentas de GP de acordo com um processo sistemático de GP. Pelo contrário, normalmente nestas UIs os alunos devem aprender a utilização da ferramenta de GP pela análise exploratória de suas funcionalidades. Neste sentido a contribuição deste trabalho está na avaliação de uma UI para o ensino do uso de uma ferramenta de GP, incluindo materiais instrucionais para guiar o aluno na utilização das funcionalidades de uma ferramenta de GP, abordando os grupos de processos de iniciação e planejamento alinhados com o PMBOK.

Além disto, outro diferencial é a definição de um processo de GP, cujas técnicas adotadas são escolhidas de acordo com as características das MPEs. Este modelo de processo é desenhado na notação *Business Process Modeling Notation* (BPMN), que facilita a comunicação e o entendimento do processo de maneira padronizada. Ainda, as atividades que devem ser realizadas na ferramenta são explicadas detalhadamente, passo-a-passo, no material instrucional, que mantém o aluno constantemente relacionando a teoria com a prática, correlacionando

atividades do processo de GP com as funcionalidades desta ferramenta. Considerando as características da UI proposta, e seu objetivo de reduzir lacunas existentes no ensino do uso de ferramentas de GP, conclui-se que este trabalho pode ser uma nova referência no estado da arte relacionado a este assunto.

As contribuições científicas secundárias deste trabalho são a Revisão Sistemática da Literatura (RSL) e o *survey* realizado com docentes de Engenharia de Software (ES) e GP no Brasil. A RSL produziu a análise dos principais trabalhos acadêmicos relacionados ao ensino de ferramenta de GP em cursos superiores de computação, um conhecimento até então não disponível para comunidade científica da área. Já o *survey* concebeu um panorama do ensino de ferramentas de GP em cursos superiores de computação em instituições de ensino brasileiras, também produzindo um conhecimento inédito.

1.6.2. Contribuição no âmbito tecnológico

Em relação ao âmbito tecnológico a importância deste trabalho é a evolução da ferramenta *open-source* dotProject para o alinhamento ao PMBOK e a satisfação de requisitos adicionais relacionados ao seu uso no contexto educacional. A ferramenta evoluída, intitulada dotProject+ (gqs.ufsc.br/evolution-of-dotproject), é um dos materiais de apoio para UI desenvolvida, e está disponibilizada no repositório oficial de módulos *add-on* para o dotProject (sourceforge.net/projects/dotmods/).

Os detalhes sobre o dotProject+ são apresentados na seção 4.3.3, indicando todos os módulos *add-on* acrescentados ou evoluídos por este trabalho. Uma vez que esta ferramenta está publicada sob a licença GPLv3, seu código pode ser copiado, estudado, alterado, e distribuído por qualquer docente, instituição de ensino, organização ou pessoa interessada.

1.6.3. Contribuição no âmbito social

No âmbito social as instituições de ensino poderão utilizar a UI desenvolvida, incluindo todo material didático e a ferramenta dotProject+ para ensinar o uso de ferramentas de GP. Como consequência é possível que os profissionais de TI estejam melhor preparados para gerenciar projetos de software, uma vez que a maioria dos alunos que participou da UI informou ser capaz de aplicar as competências desenvolvidas em suas atividades profissionais.

Outra contribuição social, é que a UI pode ser utilizada por outros cursos superiores que demandem o ensino do uso de ferramentas de GP, tais como administração, engenharia de produção, entre outros. Isto, porque apesar das adaptações realizadas para o contexto das MPEs de software, nenhuma técnica ensinada é exclusivamente aplicável para projetos de software.

Ainda, a ferramenta dotProject+ após ser utilizada em sala de aula, pode continuar sendo utilizada no meio profissional, principalmente por MPEs. Isto porque o dotProject+ apesar de ser desenvolvido com finalidades didáticas (para atender as necessidades da UI), suas funcionalidades também são aplicáveis na prática profissional. Assim, no âmbito social, é possível que a utilização desta ferramenta, qual já foi ensinada aos alunos durante a UI, possa auxiliar na melhor gerencia dos projetos, contribuindo para o crescimento das organizações, podendo refletir na geração de empregos e avanços na economia.

1.7. INEDITISMO

Com base nos RSLs realizados no âmbito do presente trabalho evidenciou se que atualmente existem apenas estudos que tratam o ensino de ferramentas de GP por meio de diferentes abordagens: a) Buscando ensinar seu uso para apoiar a execução de técnicas de GP específicas (tais como CPM, PERT, nivelamento de recursos, etc.) (SALAS-MORERA, ARAUZO-AZOFRA, & GARCÍA-HERNÁNDEZ, 2013; GREGORIOU, KIRYTOPOULOS, & KIRIKLIDIS, 2010); b) Simulação da execução de um plano de projeto, proporcionando o aluno aplicar ações corretivas na medida em que a situação atual do projeto diverge do planejado (com foco em tempo, custo, e escopo) (VANHOUCKE, VEREECKE, & GEMMEL, 2005; SHTUB, 2010; RODRÍGUEZ, SICILIA, CUADRADO-GALLEGU, & PFAHL, 2006); c) Execução de projetos de software pelos alunos, utilizando uma ferramenta de GP como apoio para planejar as atividades, atualizar seu progresso, e acompanhar sua execução até seu encerramento (CAR, BELANI, & PRIPUŽIĆ, 2007; REID & WILSON, 2007).

Assim identificou-se que ainda não existem trabalhos que explicitamente busquem ensinar ferramentas de GP de maneira alinhada ao PMBOK. Nenhum dos estudos identificados, buscou abordar todas as 10 áreas de conhecimento do GP de forma integrada, normalmente abordando as áreas de conhecimento de tempo, custo, e RHs, sendo as

outras áreas de conhecimento do GP superficialmente ou não abordadas (Figura 5).

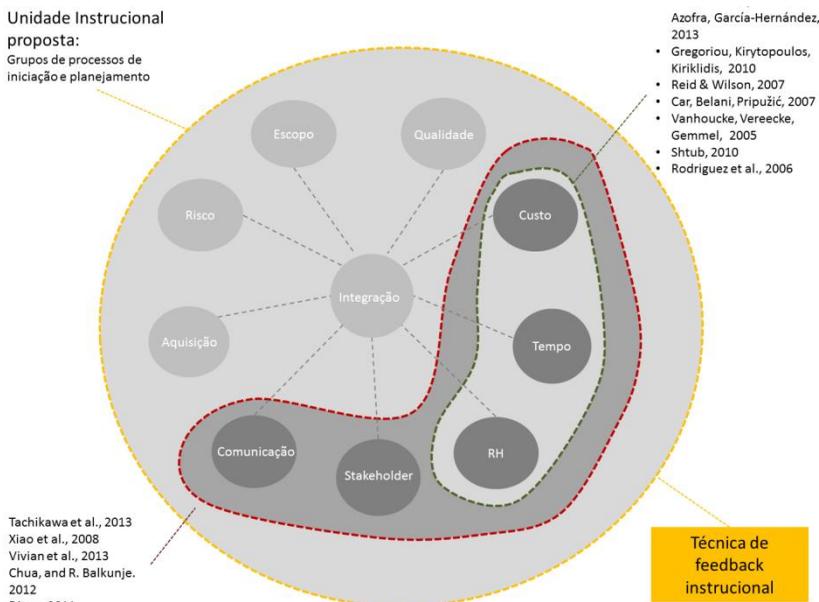


Figura 5. Ineditismo do tema da tese

A carência do ensino de ferramentas de GP para estas partes do processo de GP pode estar relacionada à falta de suporte completo das ferramentas de GP existentes, de forma que o ensino fica restrito as funcionalidades suportadas pela ferramenta adotada para uso em sala de aula. Outro motivo para esta carência é a falta de estratégias instrucionais projetadas para abordar as ferramentas de GP na completude apresentada pelo PMBOK. Isto é evidenciado quando analisado que nenhuma UI, entre as encontradas pela análise do estado da arte, prevê atividades instrucionais para abordar o uso de ferramentas de GP para suportar áreas de conhecimento particulares, como aquisição, qualidade, ou riscos.

Neste contexto, a presente tese propõe uma UI, que busca ensinar o uso de uma ferramenta de GP para suportar o processo de GP para os grupos de processos de iniciação e planejamento, cobrindo as 10 áreas de conhecimento do PMBOK. Assim, seu ineditismo está na cobertura do conteúdo abordado pela UI, assim como no emprego de estratégias

instrucionais que buscam facilitar o processo de ensino e aprendizagem deste conteúdo, tal como o emprego de uma técnica de *feedback* instrucional.

Outros itens de ineditismo desta tese incluem conhecimento da área em relação ao levantamento do estado da arte (Seção 3.1) e do estado da prática (Seção 3.2) sobre o ensino de ferramentas de GP nos cursos superiores de computação. Nesta tese tal conhecimento foi consolidado e estruturado, proporcionando um panorama sobre as diferentes alternativas existentes para o ensino de ferramentas de GP nos cursos superiores de computação.

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Neste capítulo são apresentados os principais conceitos relacionados ao tema deste trabalho. O capítulo é dividido em três principais seções, a primeira apresenta os conceitos de GP, incluindo o perfil do gerente de projetos, ferramentas de GP, e o ensino de GP, a segunda conceitua o processo de ensino e aprendizagem, incluindo DI e suas fases, e por último o *feedback* instrucional é explicado, apresentando as diferentes maneiras de projetar sua elaboração.

2.1. GERENCIAMENTO DE PROJETOS

Um projeto é um esforço temporário, empreendido para criar um produto, serviço ou resultado exclusivo. Ele possui um início e um término bem definidos, sendo o término atingido quando os seus objetivos forem alcançados ou concluir-se que estes não são mais viáveis ou oportunos para organização patrocinadora. Para que um projeto obtenha sucesso, ele deve ter atendido seus requisitos e as suas restrições de custo, prazo, escopo, e qualidade (PMI, 2013).

O GP é a aplicação de conhecimento, habilidades, ferramentas e técnicas às atividades do projeto a fim de atender aos seus requisitos. O GP, conforme definido pelo PMBOK (PMI, 2013) é realizado através da aplicação e da integração dos grupos de processos de GP (Figura 6), quais são: iniciação, planejamento, execução, monitoramento e controle, e encerramento.

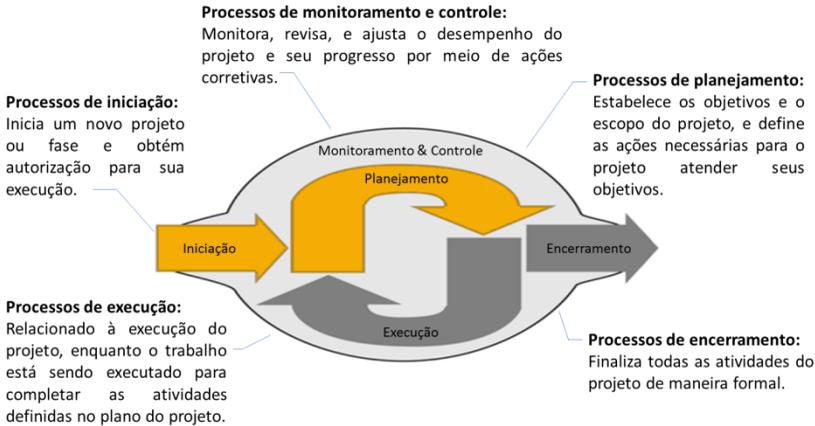


Figura 6. Grupos de Processos do PMBOK (PMI, 2013)

Conforme apresentado na Figura 6, o foco desta pesquisa são os grupos de processos de iniciação e planejamento. O grupo de processos de iniciação aborda processos para especificação dos objetivos do projeto, a justificativa da necessidade de sua realização, a identificação dos principais marcos do projeto, assim como, a obtenção do comprometimento dos *stakeholders*. O principal resultado deste grupo de processo é o termo de abertura, que precisa ser aprovado pelo patrocinador do projeto, garantindo que os recursos necessários para sua execução sejam disponibilizados.

O grupo de processos de planejamento, contempla processos para planejar o projeto, tendo como resultado o plano do projeto, que registra todas as informações necessárias para sua execução. Este plano não se limita a identificar as atividades do projeto e seus recursos, mas também diversos outros tópicos, como os custos do projeto, riscos, necessidades de aquisições, entre outros. Tais tópicos estão relacionados às áreas de conhecimento (Tabela 3), outra dimensão do processo de GP, ortogonal aos grupos de processos, que são essenciais para o gerenciamento adequado de projetos de software (PMI, 2013).

Tabela 3. Áreas de conhecimento do PMBOK

Área de conhecimento	Descrição
Gerenciamento de integração	Processos para identificar, definir, combinar, unificar e coordenar os diversos processos e atividades de GP.
Gerenciamento do escopo	Processos necessários para garantir que o projeto inclua todo o trabalho necessário, e que todos os requisitos sejam atendidos.

Gerenciamento do tempo	Processos necessários para planejar, monitorar, e controlar, as atividades que serão realizadas durante o projeto para que ele termine dentro do prazo estipulado.
Gerenciamento de custos	Processos envolvidos no planejamento, estimativa, orçamento e controle de custos, de modo que seja possível terminar o projeto dentro do orçamento aprovado.
Gerenciamento da qualidade	Processos para determinam as responsabilidades, os objetivos e as políticas de qualidade, para que o projeto atenda às necessidades que o motivaram.
Gerenciamento de recursos humanos.	Processos que organizam e gerenciam a equipe do projeto.
Gerenciamento das comunicações	Processos necessários para garantir a geração, coleta, distribuição, armazenamento, recuperação e destinação final das informações sobre o projeto.
Gerenciamento de riscos	Processos para identificar o monitoramento e controle de riscos em um projeto.
Gerenciamento de aquisições	Processos para comprar ou adquirir os produtos, serviços ou resultados necessários, que sejam externos à equipe do projeto e necessários para realização do trabalho.
Gerenciamento de <i>stakeholders</i>	Processos para identifica e gerencia as expectativas das partes interessadas no projeto.

Tais áreas de conhecimento são essenciais para o GP de desenvolvimento de software, inclusive existindo uma extensão do guia PMBOK para projetos de software (PMI, 2013b). Neste contexto, o presente trabalho aborda as 10 áreas de conhecimento do GP, para os grupos de processos de iniciação e planejamento, conforme destacado na Tabela 4.

Tabela 4. Processos do PMBOK 5ª edição (PMI, 2013)

Áreas de Conhecimento	Grupos de Processos				
	Iniciação	Planejamento	Execução	Monitoramento e Controle	Encerramento
Integração	4.1 Desenvolver o Termo de Abertura do Projeto	4.2 Desenvolver o Plano de GP	4.3 Orientar e Gerenciar o Trabalho do Projeto	4.4 Monitorar e Controlar o Trabalho do Projeto 4.5 Realizar o Controle Integrado de	4.6 Encerrar o Projeto ou Fase

Áreas de Conhecimento	Grupos de Processos			Monitoramento e Controle	Encerramento
	Iniciação	Planejamento	Execução		
				Mudanças	
Escopo		5.1 Planejar o Gerenciamento do Escopo		5.5 Validar o Escopo	
		5.2 Coletar os Requisitos		5.6 Controlar o Escopo	
		5.3 Definir o Escopo			
		5.4 Criar a EAP			
Tempo		6.1 Planejar o Gerenciamento do Cronograma		6.7 Controlar o Cronograma	
		6.2 Definir as Atividades			
		6.3 Sequenciar as Atividades			
		6.4 Estimar os Recursos das Atividades			
		6.5 Estimar as Durações das Atividades			
		6.6 Desenvolver o Cronograma			
Custos		7.1 Planejar o Gerenciamento dos Custos		7.4 Controlar os Custos	
		7.2 Estimar os Custos			
		7.3 Determinar o Orçamento			
Qualidade		8.1 Planejar o Gerenciamento da Qualidade	8.2 Realizar a Garantia da Qualidade	8.3 Controlar a Qualidade	
Recursos Humanos		9.1 Planejar o Gerenciamento dos Recursos Humanos	9.2 Mobilizar a Equipe do Projeto		
			9.3 Desenvolver a Equipe do Projeto		
			9.4 Gerenciar a Equipe do Projeto		
Comunicações		10.1 Planejar o Gerenciamento das Comunicações	10.2 Gerenciar as Comunicações	10.3 Controlar as Comunicações	

Áreas de Conhecimento	Grupos de Processos				Monitoramento e Controle	Encerramento
	Inicição	Planejamento	Execução			
Riscos		11.1 Planejar o Gerenciamento dos riscos 11.2 Identificar os Riscos 11.3 Realizar a Análise Qualitativa dos Riscos 11.4 Realizar a análise Quantitativa dos Riscos 11.5 Planejar as Respostas aos Riscos			11.6 Monitorar e Controlar os Riscos	
Aquisições		12.1 Planejar as Aquisições	12.2 Conduzir as aquisições		12.3 Administrar as Aquisições	12.4 Encerrar as Aquisições
Stakeholders	13.1 Identificar as Partes Interessadas	13.2 Planejar o Gerenciamento das Partes Interessadas	13.3 Gerenciar o Engajamento das Partes Interessadas		13.4 Controlar o Engajamento das Partes Interessadas	

A aplicação do processo de GP é auxiliada pela utilização de ferramentas de GP, que fazem uso da tecnologia para suportar o processo de GP ou uma parte deste processo. Este suporte pode semi-automatizar algumas atividades do processo de GP, como reuniões de *status* do projeto, por exemplo, enviando lembretes aos participantes, fornecendo formulários *online* para a documentação das atas, e facilitando o preenchimento manual destes artefatos pelos envolvidos (CICIBAS, UNAL, & DEMIR, 2010). Enquanto outras atividades do processo de GP podem até ser completamente automatizadas, como por exemplo, o cálculo do valor total do projeto, a identificação do caminho crítico ou de recursos superalocados (CAR, BELANI, & PRIPUŽIĆ, 2007; MISHRA & MISHRA, 2013).

2.1.1. Gerente de Projetos

O gerente de projetos é a pessoa responsável para que um projeto atenda seus objetivos (PMI, 2013). Entre suas atribuições estão iniciar e

planejar o projeto, monitorar e controlar o progresso das atividades do projeto, identificar, gerenciar e responder a problemas no projeto, comunicar pró-ativamente as informações do projeto para todos os interessados, motivar e liderar a equipe, equilibrando as restrições de tempo, escopo, custo e qualidade para atingir os objetivos do projeto. Assim, com base nas responsabilidades e atribuições do gerente de projetos, as competências necessárias para esta função são apresentadas na Figura 7, indicando que ele precisa ter conhecimentos em GP, habilidades para aplicação destes conhecimentos, assim como atitudes de liderança, iniciativa, etc. (BRANDÃO & BORGES-ANDRADE, 2007).

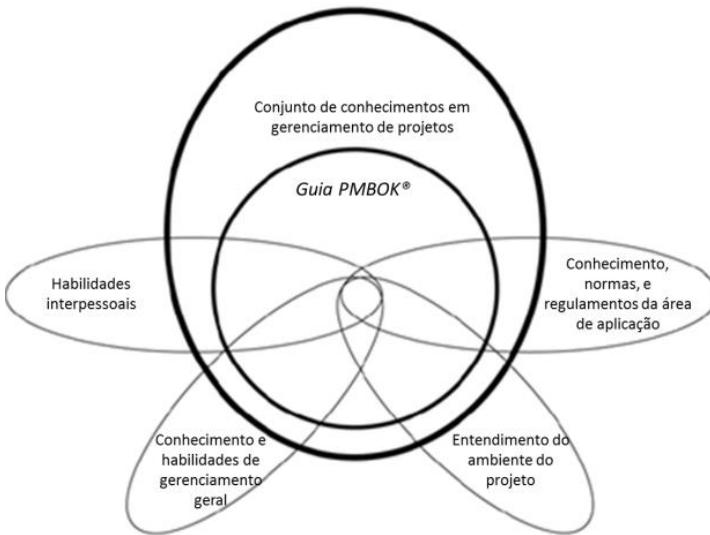


Figura 7. Competências do gerente de projetos (PMI, 2013)

Percebe-se que apesar dos conhecimentos em GP, regulamentos e normas da área de aplicação, e do ambiente do projeto, o gerente de projetos precisa também ter habilidades gerais de gerenciamento e habilidades interpessoais, que somadas às atitudes necessárias para esta função, como liderança, iniciativa, e integridade, compõem as competências do gerente de projetos. O detalhamento de cada uma das competências é apresentado na Tabela 5.

Tabela 5. Competências do gerente de projetos (PMI, 2013)

Competência	Descrição
Conjunto de conhecimentos em GP	É o conhecimento dos processos de GP, descritos nos seus cinco grupos de processos e 10 áreas de conhecimentos.
Conhecimentos, normas e regulamentos da área de aplicação.	As áreas de aplicação são categorias de projetos com características específicas. Cada uma dessas áreas possui o seu próprio conjunto de normas e práticas, sendo necessário o gerente de projetos conhecer sua área de atuação específica.
Entendimento do ambiente de projeto	Os projetos estão inseridos em um contexto social, econômico, cultural, político, ambiental, com impactos intencionais ou não, de caráter positivo ou negativo. O gerente de projetos deve entender o impacto do projeto neste contexto.
Conhecimento e habilidades de gerenciamento geral	Está incluído o planejamento, a organização, a execução e o controle de operações que envolvem os recursos de uma organização.
Habilidades interpessoais	As habilidades interpessoais são importantes para o gerente de projetos, principalmente no que se refere ao gerenciamento de pessoas e suas relações.

As atividades designadas para um gerente de projetos podem ser auxiliadas com apoio de uma ferramenta de GP, por isto saber como utiliza-las é uma importante competência para este tipo de profissional.

2.1.2. Ferramentas de GP

As ferramentas de GP fazem uso da tecnologia para apoiar o GP. Estas ferramentas têm sido amplamente utilizadas por organizações com objetivo de aumentar o sucesso de seus projetos (FABAC, RADOŠEVIC, & PIHIR, 2010; JESSEN, 2011). Uma ferramenta de GP deve registrar as informações do projeto e suportar técnicas necessárias para realizar todo processo de GP, desde sua iniciação ao encerramento (RAYMOND & BERGERON, 2008; MCCONNELL, 1997). De maneira geral as funcionalidades suportadas por estas ferramentas incluem o registro de projetos, definição de atividades, alocação de recursos às atividades, repositório para documentos e artefatos do projeto, comunicação do progresso do projeto, identificação e análise dos riscos, entre outras (CAR, BELANI, & PRIPUŽIĆ, 2007; RAZ &

MICHAEL, 2001). Deste modo, proporcionam a visualização do projeto de forma integrada, reunindo as informações sobre as atividades, recursos alocados, custos, além de outras que possibilitam o acompanhamento do projeto, como, a notificação de atrasos de atividades, identificação de super-alocação de recursos, etc. (JESSEN, 2011).

Existem diversas ferramentas de GP atualmente, sendo alguns exemplos: MS-Project (microsoft.com/project), Primavera (oracle.com/primavera), DotProject (dotproject.net), Project.net (project.net), etc. (FABAC, RADOŠEVIC, & PIHIR, 2010; PEREIRA, GONÇALVES, & WANGENHEIM, 2013).

Entretanto, devido à grande diversidade de ferramentas existentes, as funcionalidades e características destas ferramentas são bastantes heterogenias (PEREIRA, GONÇALVES, & WANGENHEIM, 2013; TAN & JONES, 2008). As funcionalidades suportadas, por exemplo, podem cobrir todo o processo de GP, apenas uma área de conhecimento do GP, ou ainda de forma mais específica, apenas algumas atividades, como o registro de horas trabalhadas (SALAS-MORERA, ARAUZO-AZOFRA, & GARCÍA-HERNÁNDEZ, 2013; WANGENHEIM, WANGENHEIM, & HAUCK, 2009; TINNIRELLO, 2001). As funcionalidades suportadas têm grande influência no uso destas ferramentas para o ensino, pois podem restringir o conteúdo ensinado às funcionalidades suportadas.

Além das funcionalidades, outras características destas ferramentas também podem influenciar na escolha da ferramenta a ser adotada para o ensino. Isto porque de acordo com suas características podem ser exigidas especificidades no ambiente computacional, além de necessidades financeiras. Entre as características mais relevantes estão: disponibilidade, plataforma, e propósito de uso. A disponibilidade das ferramentas pode ser proprietária (exige licenciamento ou aquisição, e mantida exclusivamente por uma organização) ou *open-source* (uso gratuito e mantida pela comunidade de usuários). As ferramentas proprietárias podem ser acessíveis apenas para algumas instituições de ensino dispostas a realizar a aquisição, enquanto outras podem preferir opções de mais baixo custo, com a adoção de soluções *open-source*. Em termos de plataforma existem ferramentas *stand-alone* (monousuário e acessada via *desktop*) ou *web-based* (multiusuário e acessada via navegador *web*). Na prática, para acompanhar todo o processo de GP de forma efetiva as ferramentas precisam ser *web-based*, promovendo o trabalho colaborativo e o compartilhamento de informações (CICIBAS, UNAL, & DEMIR, 2010; EBERT, KUHRMANN, & PRIKLADNICKI,

2016). Assim, o ensino destas prepara melhor o aluno para o mercado de trabalho (CAR, BELANI, & PRIPUŽIĆ, 2007). Porém, a adoção de ferramentas *web-based* para o ensino demanda que esta seja instalada em um servidor *web* compatível com as especificações da ferramenta e que os alunos tenham acesso à Internet.

Além das ferramentas de GP com propósito de uso geral (e.g. MS-Project ou dotProject), com foco no uso cotidiano e profissional, existem também ferramentas de GP educacionais, cujo foco é no aprendizado dos alunos. As ferramentas de GP educacionais incluem aspectos didáticos, como instruções sobre o uso das funcionalidades ou simulações para propiciar cenários que facilitem a aplicação de técnicas de GP específicas. Exemplos de ferramentas de GP educacionais são RESCON, ProMES, e PpcProject (SALAS-MORERA, ARAUZO-AZOFRA, & GARCÍA-HERNÁNDEZ, 2013).

No contexto deste trabalho, a UI proposta inclui entre seus materiais instrucionais uma ferramenta de GP com suporte as funcionalidades necessárias para realização das atividades instrucionais. Ao invés de desenvolver uma nova ferramenta de GP, optou-se por evoluir uma ferramenta de GP *open-source* que está entre as mais populares, o dotProject.

2.1.2.1. dotProject

O dotProject (www.dotproject.net) é uma ferramenta de GP, de código aberto (*open-source*) e para plataforma web (*web-based*). As principais funcionalidades suportadas envolvem o suporte ao registro de projetos e clientes, definição das atividades do projeto, visualização do cronograma (gráfico de Gantt), repositório de arquivos, gerenciamento de usuários e de lista de contatos, etc. (Figura 8). Em comparação com outras ferramentas de GP *open-source*, o dotProject é uma das mais completas quanto ao suporte aos processos do PMBOK (PEREIRA, GONÇALVES, & WANGENHEIM, 2013). Além disto, o dotProject fornece amplo suporte ao desenvolvimento de extensões e adaptações de suas funcionalidades, permitindo que ele seja evoluído para atender requisitos específicos (BECKER, NIEHAVES, MÜLLER-WIENBERGEN, & MATZNER, 2009).

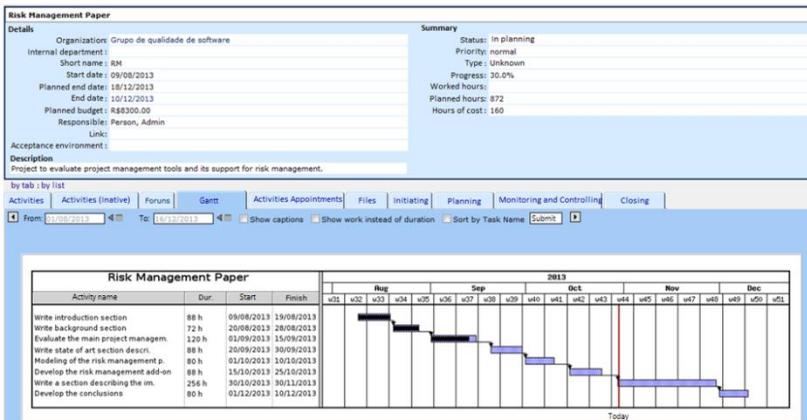


Figura 8. Visualização dos dados de um projeto no dotProject

A ferramenta foi projetada para funcionar com o Sistema Gerenciador de Banco de Dados (SGBD) MySQL, e programado na linguagem PHP. A ferramenta conta com suporte a internacionalização, por meio de *language packs*, tendo hoje suporte a mais de 20 idiomas. Suas funcionalidades básicas são suportadas por módulos *core* que são mantidos pela equipe de desenvolvimento do dotProject (Dev Team), e funcionalidades novas podem ser introduzidas por módulos *add-on* que são desenvolvidos por equipes diversas em todo o mundo (Figura 9) (BECKER, NIEHAVES, MÜLLER-WIENBERGEN, & MATZNER, 2009).

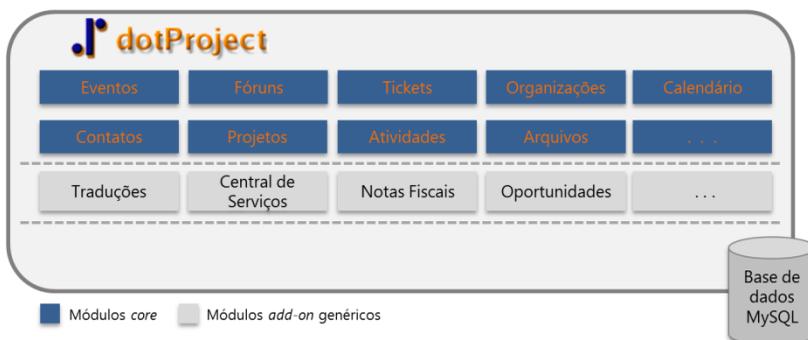


Figura 9. Arquitetura modular do dotProject

Conforme apresentado na Figura 9, os principais módulos *core* do dotProject são:

- Empresas: Suporte ao cadastro de empresas, e seus dados relacionados, como telefone, endereço, contatos, projetos, etc.
- Contatos: Suporte ao cadastro de pessoas, e seus dados de contato, como telefone, endereço, e-mail, etc.
- Projetos: Suporte ao cadastro de projetos, e seus dados relacionados, como gerente do projeto, objetivos, datas de início e término planejados, orçamento, etc.
- Atividades: Suporte ao cadastro de atividades de projetos, e seus dados relacionados, como descrição, data de início e término planejados, recursos humanos alocados, orçamento, atividades predecessoras, etc.
- Calendário: Suporte a agenda pessoal de usuários de sistema, organizando todas as atividades as quais o usuário está alocado.
- Arquivos: suporte ao *upload* e *download* de arquivos, relacionando os mesmos ao projeto.
- Fóruns: suporte a lista de discussões, e troca de informações entre os membros da equipe do projeto.
- Chamados: suporte ao registro de problemas diagnosticados no produto, e acompanhamento de sua solução.

O software está publicado sob a licença *General Public License* (GPL) v3, o que significa que ele pode ser adaptado e redistribuído, mas a licença deve ser mantida.

2.1.3. Ensino de GP

A disciplina de GP está presente em diversos cursos superiores de computação, às vezes oferecida como uma disciplina específica, e outras como tópico inserido em disciplinas de ES (SALAS-MORERA, ARAUZO-AZOFRA, & GARCÍA-HERNÁNDEZ, 2013; WANGENHEIM & SILVA, 2009). Entretanto, atualmente esta disciplina não consta no currículo de referência para cursos de graduação de Ciência da Computação recomendado pela SBC (SBC, 2005). Por outro lado, no contexto internacional, a disciplina de GP é recomendada pela ACM e IEEE para os mesmos cursos (ACM & IEEE CS, 2013), porém o peso desta recomendação está abaixo do necessário. Isso demonstra que a formação acadêmica fornecida aos alunos, como possíveis futuros profissionais de GP de software, pode ser insuficiente para um bom desempenho profissional. Frente a essa lacuna no ensino de GP nos cursos superiores de computação são criadas diversas

oportunidades de ensino em cursos de pós-graduação (PALUDO & RAABE, 2010). Além desta, outras formas de obter conhecimento na área de GP é por meio de treinamentos de curta duração e obtenção das certificações profissionais, por exemplo, PMP (<http://www.pmi.org/Certification>) e PRINCE2 (<http://www.prince2.com>) (GREGORIOU, KIRYTOPOULOS, & KIRIKLIDIS, 2010).

O ensino tradicional para formação de gerentes de projetos, seja em cursos superiores de computação ou em cursos de formação específica, geralmente é realizado por meio de aulas expositivas, centradas no professor, oferecendo poucas oportunidades para o aluno vivenciar na prática situações próximas à realidade das organizações de software (PRIKLADNICKI & WANGENHEIM, 2008). Ou seja, o ensino tradicional pode proporcionar o embasamento teórico para o GP, no entanto pouco contribui para aplicação prática destes conhecimentos, sendo que a experiência é insubstituível, é ela que proporcionará o refino das habilidades, permitindo ao gerente de projetos lidar com situações por vezes inusitadas (ALMEIDA, CAMPAGNAC, & FILHO, 2008).

Uma vez que os gerentes de projetos são oriundos do quadro técnico da empresa (profissionais com formação superior em computação), surge a necessidade de ensinar de maneira efetiva o GP em cursos superiores de computação. No entanto, as disciplinas de GP em cursos de graduação e pós-graduação acabam sendo insuficientes, não proporcionando a vivência prática do aluno, e assim não possibilitando o desenvolvimento das competências necessárias. Neste sentido, atualmente buscam-se alternativas para tornar a aprendizagem mais prática e interativa, diminuindo assim as dificuldades de aprendizado que possam surgir devido à falta de maturidade e a inexperiência dos alunos (PRIKLADNICKI & WANGENHEIM, 2008). O levantamento destas alternativas, especificamente voltadas para o ensino de ferramentas de GP, é apresentado no capítulo 3, como parte da análise do estado da arte e prática deste trabalho.

2.2. ENSINO E APRENDIZAGEM

As tradicionais aulas expositivas em sala de aula ainda são o método dominante de instrução em cursos superiores de computação (ACM & IEEE CS, 2013). Enquanto este é um método adequado para apresentar conceitos abstratos, este não é o mais adequado quando o objetivo de ensino é a aplicação prática do conhecimento (CHOI &

HANNAFIN, 1995). Reconhecendo estas limitações, métodos de ensino alternativos estão sendo introduzidos, como, por exemplo, a aprendizagem baseada na resolução de problemas, simuladores, jogos, etc. (HAKULINEN, 2011). Por exemplo, para ensinar o uso de uma ferramenta de GP é necessário utilizar uma estratégia que exponha o aluno em uma situação que envolva a utilização deste tipo de ferramenta. Esta seção apresenta a definição de conceitos relacionados ao processo de ensino e aprendizagem, utilizados para o desenvolvimento deste trabalho.

2.2.1. Processo de Ensino e Aprendizagem

A aprendizagem é entendida como o resultado da capacidade humana de adquirir, transformar e avaliar informações decorrentes da experiência, causando uma mudança duradoura no comportamento das pessoas (BRUNER, 1977). A aprendizagem pode acontecer em qualquer momento, inclusive em situações vividas no cotidiano, influenciada pelo acontecimento de eventos aleatórios. Porém, para possibilitar a ocorrência da aprendizagem de forma controlada é introduzido o ensino, que é uma forma sistemática de transmissão de competências, que busca proporcionar meios para ocorrência da aprendizagem (BRUNER, 1977; MAYER, 1982). O processo de ensino e aprendizagem pode ser utilizado para o desenvolvimento de competências, que são entendidas como um conjunto que une os conhecimentos (saber teórico), as habilidades (saber prático), e as atitudes (e.g. vontade de fazer, iniciativa, pró-atividade, etc.) (SPENCER & SPENCER, 1993).

O ser humano sempre obteve competências por meio da experiência e interação com o meio onde vive, porém sem necessariamente entender como este processo ocorre. Para facilitar a aprendizagem são desenvolvidas Unidades Instrucionais (UIs), que estruturaram o processo educacional de modo a oportunizar a aprendizagem (BRANSFORD, BROWN, & COCKING, 2000). Uma UI pode ter um escopo variado, por exemplo, pode ser um curso, uma disciplina, um encontro ou conjunto de encontros de aulas, etc.

Uma abordagem para o desenvolvimento de UIs é o *Design Instrucional* (DI). O DI define um processo para identificar uma necessidade de aprendizagem, e projetar, desenvolver, e avaliar uma maneira para atender esta necessidade (CAREY & DICK, 1978). Este processo busca compreender as competências já dominadas pelos alunos e estabelece metas para serem alcançadas por meio de uma intervenção (FARDANESH, 2006; TRACTENBERG, 2009; ROMISZOWSKI H. ,

2004). O objetivo de aplicar o DI é desenvolver uma experiência de ensino eficiente, eficaz, e atraente (MERRILL, DRAKE, LACY, & PRATT, 1996; SMITH & RAGAN, 1999).

Existem diversas abordagens de DI, como Dick and Carey (DICK & CAREY, 2006), SAM (ALLEN INTERACTIONS, 2017), Kemp (MORRISON, ROSS, KEMP, & KALMAN, 2010), e ADDIE (BRANCH, 2009). No contexto deste trabalho foi adotada a abordagem ADDIE (*Analyze, Design, Develop, Implement e Evaluate*) (BRANCH, 2009), cuja escolha foi baseada nos critérios apresentados na Tabela 6.

Tabela 6. Critérios para adoção da abordagem ADDIE

Critério	Justificativa
Popularidade	É uma abordagem consolidada, sendo a abordagem mais popular de DI, que tem ampla utilização e aceitação (BRANCH, 2009).
Generalidade	Define um modelo genérico, aplicável a qualquer tipo de UI. Outras abordagens de DI, como SAM, foram projetadas para UIs específicas, baseadas em <i>e-learning</i> (MORRISON, ROSS, KEMP, & KALMAN, 2010);
Formalismo	Segue um processo linear, cuja execução de suas fases é bem definida, facilitando a execução formal do processo. Este formalismo possibilita que o processo possa ser reproduzido em pesquisas futuras. Apesar de seu processo linear demandar mais tempo para produzir os resultados quando comparado com abordagens ágeis de DI (ALLEN INTERACTIONS, 2017), as restrições de tempo da pesquisa não impedem sua aplicação.

O ADDIE é organizado em 5 fases, e conforme apresentado na Figura 10 descreve um processo básico para sistematicamente desenvolver uma UI.

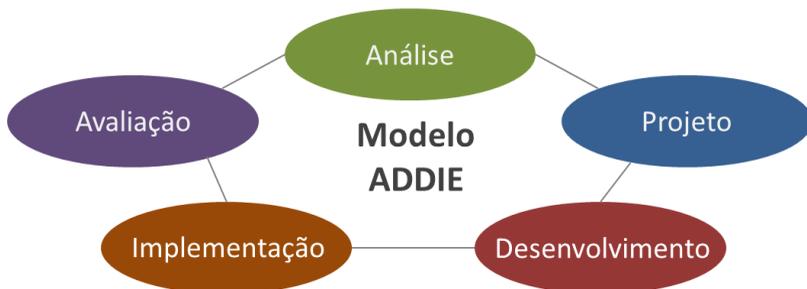


Figura 10. Modelo ADDIE

Um resumo sobre de cada uma das fases do modelo ADDIE é descrito na Tabela 7.

Tabela 7. Fases do modelo ADDIE (BRANCH, 2009)

Fase	Descrição
Análise	As necessidades instrucionais são identificadas. São caracterizados o ambiente de aprendizagem e o público-alvo. E com base nestas informações os objetivos de desempenho são definidos.
Projeto	As estratégias instrucionais são estabelecidas, definindo o conteúdo a ser ensinado, o sequenciamento, e as atividades para transmissão de cada conhecimento. Os instrumentos de avaliação dos alunos são definidos.
Desenvolvimento	A seleção e/ou desenvolvimento das atividades e dos materiais instrucionais da UI.
Implementação	Nesta fase ocorre a preparação do ambiente computacional, e ocorre a aplicação da UI. Pode ser necessário que professores sejam treinados para correta utilização da UI.
Avaliação	Nesta última etapa se avalia a UI em relação a sua qualidade de acordo com critérios pré-definidos.

As próximas seções descrevem cada uma das fases do modelo ADDIE, e explicam as atividades realizadas em cada fase, conforme o resumo apresentado na Figura 11.

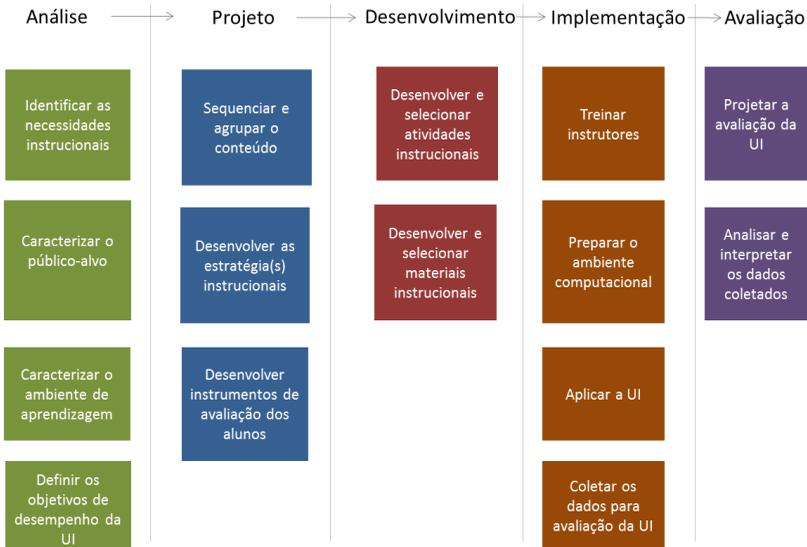


Figura 11. Principais atividades do modelo ADDIE (BRANCH, 2009)

2.2.2. Análise

Esta primeira fase envolve o entendimento das necessidades instrucionais do público-alvo, e do ambiente de aprendizagem. Uma necessidade instrucional é a lacuna entre as competências que se quer que os alunos desenvolvam ao terminarem a UI (metas) e as competências atuais dos alunos. O entendimento do público-alvo é realizado pelo levantamento das competências atuais dos alunos, suas preferências de aprendizagem, interesses e motivações, experiências profissionais prévias, características cognitivas, integração global no ambiente de aprendizagem, etc. A contextualização do ambiente de aprendizagem é realizada pelo levantamento dos recursos disponíveis para realizar as atividades instrucionais (como: computadores, sistemas, etc.), pela identificação do tamanho das turmas, do horário das aulas, da quantidade de encontros, a duração de cada encontro, o tamanho da sala, políticas organizacionais, cultura local, e a disponibilidade de recursos para preparação dos materiais instrucionais (impressora, projetor, ferramentas de software, etc.).

2.2.2.1. Caracterização do contexto

Para iniciar o desenvolvimento da UI é necessário conhecer o contexto em que ela será aplicada, pois informações sobre o contexto podem influenciar no desenvolvimento da UI, seja no conteúdo que será abordado, no tipo de atividades ou materiais que serão desenvolvidos, na maneira de avaliação dos alunos, etc. Para conhecer o contexto deve ser caracterizado o ambiente de aprendizagem e o público-alvo.

A caracterização do ambiente de aprendizagem influencia no projeto das atividades da UI. As características deste ambiente incluem o tamanho das salas de aula, a capacidade de alunos, a disposição das mesas e cadeiras, recursos tecnológicos disponíveis, como projetor, computadores, internet cabeada e/ou *wi-fi*, ferramentas de software, etc. Outras características incluem identificar o horário da aula, a carga horária disponível para UI, e a periodicidade dos encontros. No caso de laboratórios de informática é importante identificar quantos computadores estão disponíveis, identificar a proporção de alunos por computador, identificar a configuração destes computadores, como tamanho das telas, a resolução utilizada, se possuem acesso à Internet, a largura de banda disponibilizada no laboratório, se os alunos podem levar seus próprios notebooks, etc. (AZIZ, RASLI, & RAMLI, 2010).

A caracterização do público-alvo ocorre na fase de análise, pois de acordo com o levantamento realizado, o projeto da UI será influenciado, levando em consideração características demográficas, as preferências de aprendizagem e as pré-competências do público-alvo. As características demográficas devem incluir informações sobre os indivíduos que de alguma forma podem influenciar no desenvolvimento da UI. Entre estas características podem constar o gênero do indivíduo, a faixa etária, a instituição de ensino em que a UI será aplicada, etc. Entre as preferências de aprendizagem é necessário saber se os alunos preferem realizar atividades individualmente ou em grupo, se preferem estudar nos laboratórios da instituição de ensino ou em casa, escritório, etc. No caso de uma UI que exija o uso de uma ferramenta de software, é importante conhecer as preferências em um nível mais técnico, como: o sistema operacional, o navegador de Internet, a resolução de tela, entre outras preferências que podem variar de acordo com a UI que está sendo desenvolvida. Entre estas preferências estão as formas de avaliação do aluno, que podem variar entre testes discursivos e objetivos, trabalhos de pesquisa, trabalhos de implementação, etc. As pré-competências devem identificar se o público-alvo tem alguma experiência prévia com o assunto da UI, às vezes alguns alunos podem já trabalhar na área, ter

realizados cursos livres, técnicos ou profissionalizantes, ou ainda possuir certificações profissionais relacionadas ao assunto (GERMANIA, PATRICIA, & EDMUNDO, 2011).

2.2.2.2. Objetivos de desempenho

A partir das necessidades de aprendizagem, da caracterização do público-alvo, e do contexto de aprendizagem, são definidos os objetivos de desempenho. Um objetivo de desempenho é uma descrição específica do que os alunos serão capazes de realizar quando completarem a UI (DICK & CAREY, 2006). Por isto, os objetivos de desempenho quando são escritos contém tipicamente os três elementos:

- **Desempenho dos alunos:** Um comportamento observável do aluno que demonstre que ele aprendeu a competência desejada. Deve possuir um verbo de ação que seja mensurável e observável.
- **Condição:** Especifica o que o aluno terá que realizar antes de atingir o objetivo desejado.
- **Critério:** O nível de precisão atribuído ao desempenho. Quando o critério é omitido, assume-se que a precisão é 100%.

Definir os objetivos de desempenho de forma clara é fundamental para o sucesso nas fases seguintes e para o sucesso da UI (ANDERSON & KRATHWOHL, 2001). Usualmente para apoiar na definição destes objetivos é utilizada a taxonomia de Bloom (BLOOM, 1956), que é uma estrutura de organização hierárquica de objetivos educacionais, indicando que para atingir os objetivos mais complexos, deve-se começar pelos mais simples, definindo uma ordem a ser seguida. A taxonomia de Bloom está dividida em três domínios de competência, entendendo competência como os conhecimentos (saber teórico), as habilidades (saber prático), e as atitudes (pró-atividade) (SPENCER e SPENCER, 1993). Os domínios de competência são:

- **Cognitivo** (conhecimentos): abrangendo a aprendizagem intelectual;
- **Psicomotor** (habilidades): abrangendo as habilidades que envolvem o organismo muscular, como a coordenação motora; e
- **Afetivo** (atitudes): abrangendo os aspectos de sensibilização.

O domínio cognitivo está relacionado à aprendizagem de um novo conhecimento. Esse domínio é organizado em seis níveis de aprendizagem, conforme apresentado na Figura 12.

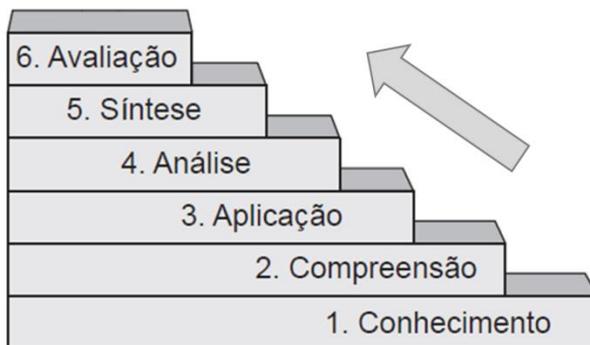


Figura 12. Níveis do domínio cognitivo da taxonomia de Bloom (EISNER, 2000)

Os significados de cada nível de aprendizagem, assim como as ações que um aluno é capaz de realizar em determinado nível de aprendizagem são apresentados na Tabela 8.

Tabela 8. Níveis de aprendizagem do domínio cognitivo da taxonomia de Bloom (BLOOM, 1956).

Nível de aprendizagem	Descrição	Verbos de ações que o aluno deve realizar
Conhecimento	Refere-se à habilidade do aluno recordar, definir, reconhecer ou identificar informação específica, a partir de situações de aprendizagem anteriores.	Apontar, arrolar, definir, enunciar, inscrever, marcar, recordar, registrar, relatar, repetir, sublinhar, nomear.
Compreensão	Refere-se à habilidade do aluno demonstrar compreensão pela informação, sendo capaz de reproduzir a mesma por ideias e palavras próprias.	Descrever, discutir, esclarecer, examinar, explicar, expressar, identificar, localizar, narrar, reafirmar, traduzir, transcreever.
Aplicação	Refere-se à habilidade do aluno recolher e aplicar informação em situações ou problemas concretos.	Aplicar, demonstrar, dramatizar, empregar, ilustrar, interpretar, inventariar, manipular, praticar, traçar, usar.
Análise	Refere-se à habilidade do aluno estruturar informação, separando	Analisar, calcular, classificar, comparar, contrastar, criticar,

	as partes das matérias de aprendizagem e estabelecer relações, explicando-as, entre as partes constituintes.	debater, diferenciar, distinguir, examinar, provar, investigar, experimentar.
Síntese	Refere-se à habilidade do aluno em recolher e relacionar informação de várias fontes, formando um produto novo.	Armar, articular, compor, constituir, coordenar, criar, dirigir, reunir, formular, organizar, planejar, prestar, propor, esquematizar.
Avaliação	Refere-se à habilidade do aluno fazer julgamentos sobre o valor de algo (produtos, ideias, etc.) tendo em consideração critérios conhecidos.	Ajuizar, apreciar, avaliar, eliminar, escolher, estimar, julgar, ordenar, preferir, selecionar, taxar, validar, valorizar.

Os níveis de aprendizagem para o domínio psicomotor, relacionados ao desenvolvimento de habilidades, são apresentados na Tabela 9.

Tabela 9. Níveis de aprendizagem do domínio psicomotor da taxonomia de Bloom (BLOOM, 1956)

Domínio Psicomotor	Descrição
Naturalização	É esperado que o aluno apresente alto nível de proficiência. O comportamento é realizando dispensando pouca energia, se tornando algo rotineiro, automático, e espontâneo.
Articulação	É esperado que o aluno realize uma série de ações na sequência correta e de forma precisa, dentro da velocidade e tempo estabelecidos.
Precisão	É esperado que o aluno reproduza uma determinada ação, independente de instruções escritas, verbais ou visuais. A ação deve ser reproduzida com controle, reduzindo erros ao mínimo.
Manipulação	É esperado que o aluno realize uma ação com instruções escritas e verbais, mas sem apoio de um modelo visual ou observação direta.
Imitação	É esperado que o aluno seja capaz de observar e repetir uma determinada ação.

Os níveis de aprendizagem para o domínio afetivo, relacionados ao desenvolvimento de atitudes, são apresentados na Tabela 10.

Tabela 10. Níveis de aprendizagem do domínio afetivo da taxonomia de Bloom (BLOOM, 1956).

Nível	Descrição
Internalização de valores	É esperado que todo o comportamento do indivíduo seja consistente com um sistema de valores. Os valores devem estar integrados em uma filosofia difundida, não permitindo comportamentos fora destes valores.
Organização	É esperado que o indivíduo demonstre compromisso com um conjunto de valores. Isto envolve a tomada de decisões com base em um sistema de valores que deve direcionar as escolhas.
Valorização	É esperado que o indivíduo tenha um comportamento consistente em situações em que ele precisa agir. Deve ser demonstrada preferência, alto grau de certeza ou convicção em suas decisões.
Resposta	É esperado que o indivíduo responda a certo estímulo, obedecendo, participando ou respondendo quando diretamente perguntado sobre algo.
Recepção	É esperado que o indivíduo esteja ciente ou responda de forma passiva à ocorrência de certo estímulo ou fenômeno.

2.2.3. Projeto

Na etapa de projeto devem ser definidas as estratégias instrucionais e os instrumentos de avaliação dos alunos. Uma estratégia instrucional define os meios utilizados pelos instrutores para alcançar com efetividade os objetivos de desempenho (DICK & CAREY, 2006), por meio do sequenciamento dos conteúdos que serão ensinados e das atividades instrucionais para alcançar os objetivos de desempenho da UI (GAGNE & BRIGGES, 1985). A estratégia instrucional está presente nas atividades instrucionais (palestras, aulas, cursos, uso de ferramentas/jogos/simuladores, etc.) e nos materiais instrucionais (mídias, ferramentas, materiais de consulta, livros, apostilas, etc.) (BRANSFORD, BROWN, & COCKING, 2000). De acordo com a competência que se deseja ensinar, determinado tipo de estratégia instrucional pode ser mais efetiva para promover a aprendizagem do aluno (MERRILL, DRAKE, LACY, & PRATT, 1996). Para desenvolver uma estratégia instrucional devem ser abordados 4 elementos (DICK & CAREY, 2006):

- **Sequenciamento e agrupamento de conteúdo:** Define o relacionamento lógico dos conteúdos a serem ensinados, e os agrupa de acordo com os conjuntos de conteúdo que podem ser ensinados em uma mesma atividade.
- **Componentes de aprendizagem:** está relacionado à seleção dos eventos de instrução. Um evento de instrução é um conjunto de atividades projetadas para ajudar a conduzir os alunos a desenvolverem suas competências de acordo com o desejado pela instrução. Os eventos de instrução podem envolver atividades de ensino externas (focadas em ganhar a atenção dos alunos, estimular a memória, reforçar a retenção do conteúdo, etc.), e atividades de ensino interno (focadas na transmissão do conteúdo da UI). Uma proposta de eventos de instrução é apresentada por Gagne (GAGNE & BRIGGES, 1985) (Tabela 11).

Tabela 11. Eventos de instrução de Gagne (GAGNE & BRIGGES, 1985)

Evento de instrução	Finalidade
Ganhar a atenção dos alunos.	Promover o interesse, a motivação, e a curiosidade.
Declarar objetivos.	Esclarecer as expectativas e a relevância.
Estimular a memória de aprendizado relevante anterior.	Acesso a estruturas cognitivas já existentes para melhorar a aprendizagem de forma significante.
Apresentar novos estímulos/informações.	Fornecer/Apresentar o novo conteúdo a ser aprendido.
Orientar os alunos.	Aprendizagem por descoberta, laboratórios, demonstrações, exemplos.
Elicitar desempenho	Os alunos criam resultados com base no novo conteúdo aprendido.
Fornecer <i>feedback</i>	Instrutor reforça e corrige o desempenho
Reforçar a retenção e transferência.	Armazenamento do conteúdo aprendido na memória de longo prazo, e sua aplicação em situações reais.

- **Agrupamento dos alunos:** Definições de como os alunos irão interagir durante a instrução, se haverá alguma necessidade de agrupamento de alunos ou não. Isto deve ser considerado

principalmente quando algum dos objetivos de desempenho incluir a interação social de forma explícita.

- Seleção de método instrucional:** Uma vez que os conteúdos foram sequenciados e agrupados, foram definidos os componentes de aprendizagem, e necessidades de agrupamento de alunos, deve ser escolhido o método instrucional (SPS, 2009). Um método instrucional é uma abordagem utilizada para criar uma experiência de ensino que torna a aprendizagem eficiente, eficaz e atraente (MERRILL, 1996). Existem cinco tipos de métodos instrucionais: instrução direta, instrução indireta, aprendizagem experiencial, estudo independente e instrução interativa (Figura 13).



Figura 13. Métodos Instrucionais (SPS, 2009)

A escolha do método instrucional deve levar em consideração os interesses e as necessidades dos alunos, de maneira a facilitar e melhorar seu aprendizado. Na Figura 13 é apresentado para cada tipo de método instrucional exemplos de práticas que podem ser utilizadas. A explicação mais detalhada sobre cada um dos métodos instrucionais é apresentada na Tabela 12.

Tabela 12. Métodos Instrucionais

Método	Descrição
Instrução direta	Centrada no instrutor, efetiva para desenvolver os conhecimentos de métodos e procedimentos. Consiste em aulas expositivas, onde o instrutor apresenta ao aluno os conceitos que devem ser transmitidos.
Instrução indireta	Centrada no aluno, procura um envolvimento maior do aluno na observação e investigação. Nesta estratégia, o instrutor deve preparar o um ambiente para o aprendizado, atuar como facilitador e fornecer <i>feedback</i> enquanto os alunos realizam as atividades.
Aprendizado experiencial	Centrada no aluno e orientada a atividades. A reflexão sobre uma experiência e a formulação de planos para aplicar o aprendizado em outros contextos são fatores críticos para um aprendizado experiencial efetivo. A ênfase no aprendizado experiencial está no processo de aprendizado e não no seu produto. Este método instrucional é adequado para situações que o ensino ocorre por meio da experiência prática.
Estudo independente	Métodos instrucionais são propositadamente fornecidos para promover o estudo individual, autoconfiança e auto aperfeiçoamento. A estratégia foca no estudo independente planejado pelo aluno sob a orientação do instrutor.
Instrução interativa	Baseada na discussão e compartilhamento de ideias entre os alunos. Promove o desenvolvimento de habilidades sociais e argumentos racionais. É importante que um instrutor delimite o assunto a ser discutido, bem como o tempo de discussão, e a composição e tamanho dos grupos.

Por fim, para verificar se os objetivos de desempenho foram efetivamente atendidos pelos alunos, são definidos instrumentos de avaliação. Um instrumento de avaliação pode ter diversas formas, como, provas discursivas e/ou objetivas, trabalhos de pesquisa, trabalhos de implementação, apresentações, etc.

2.2.4. Desenvolvimento

Nesta fase é realizado o desenvolvimento concreto das atividades e materiais instrucionais, assim como possíveis aquisições como equipamentos e/ou recursos didáticos que existam no mercado e que sejam necessários para UI. Esta fase tem grande dependência da fase de projeto, pois o projeto irá direcionar o que será desenvolvido (HUANG, CHO, & LIN, 2005; YUSOF & HASSAN, 2011).

Para o desenvolvimento das atividades e materiais instrucionais, diversas ferramentas podem ser utilizadas (JIANG, 2012). De acordo com o que será produzido é necessário que o uso de ferramentas específicas, por exemplo, para construção de material gráfico podem ser utilizados editores de imagem (e.g. MS-Paint, Adobe Photoshop, etc.); para edição de conteúdo textual podem ser utilizados processadores de texto (e.g. MS-Word, Writer, etc.); para elaboração slides podem ser utilizadas ferramentas de apresentação (MS-Power Point, Prezi, etc.); para o ensino a distância pode ser utilizada plataformas virtuais de ensino (e.g. moodle); entre outras.

Nesta fase ocorrem os preparos tecnológicos, como a instalação e configuração de ambientes virtuais e ferramentas de software necessárias para UI. Outros preparos administrativos, como a criação de contas para os alunos acessarem estes ambientes e/ou ferramentas devem ser realizados (GERMANIA, PATRICIA, & EDMUNDO, 2011).

É importante realizar revisões e testes (GERMANIA, PATRICIA, & EDMUNDO, 2011), que devem verificar se as atividades e os materiais instrucionais atendem a especificação definida. Materiais instrucionais que podem ser testados incluem slides, especificação do trabalho prático, os instrumentos de avaliação dos alunos, as ferramentas de software, etc. Os testes possibilitam avaliar se existem empecilhos ou restrições que inviabilizam sua prática. Por exemplo, é possível identificar restrições tecnológicas que limitam o desenvolvimento do material, ou limitações do espaço físico que impossibilitam a realização de determinada atividade, ou ainda identificar que tempo para realizar determinada atividade seja superior ao disponível, entre outros. Por meio destes testes é possível diagnosticar problemas não identificados na fase de projeto, e então buscar meios de contorna-los.

2.2.5. Implementação

Nesta fase a UI é colocada em prática, os alunos interagem com os materiais instrucionais, instrutores e com outros alunos, visando a realização das atividades instrucionais planejadas para UI (JIANG, 2012; HUANG, CHO, & LIN, 2005).

Antes de aplicar a UI, pode ser necessário treinar os instrutores, que muitas vezes não foram os responsáveis pelo desenvolvimento da UI, e precisam de instruções para saber conduzir as atividades e como utilizar os materiais instrucionais desenvolvidos (GERMANIA, PATRICIA, & EDMUNDO, 2011).

Durante as primeiras aplicações da UI podem ser realizadas observações piloto, que são análises das atividades e dos materiais instrucionais desenvolvidos aplicados com o público-alvo real (GERMANIA, PATRICIA, & EDMUNDO, 2011). Também é observado se os instrutores e os alunos estão realizando as atividades e utilizando os materiais de forma adequada.

A documentação do tempo despendido para aplicar cada um das atividades da UI é fortemente recomendada, para possibilitar que seja verificado se o tempo está de acordo com o planejado ou se ajustes são necessários. As interações interpessoais entre os alunos, e dos alunos com o instrutor devem ser observadas. Às vezes pode ser identificado que determinada atividade pode não atender os resultados devido a intervenções inesperadas. Também o instrutor pode utilizar de experiências pessoais ou outras particularidades para apoiar a explicação de determinado assunto. O sequenciamento lógico dos conteúdos definidos na fase de projeto deve ser observado. Espera-se que o fluxo siga conforme definido, mas às vezes pode ser identificado que a ordem definida pode ser alterada para melhorar a aprendizagem. É importante documentar estas ideias e observações, pois estas podem ser utilizadas para melhorar a UI (YUSOF & HASSAN, 2011).

É importante periodicamente buscar o *feedback* dos instrutores, verificando se a UI tem sido conduzida conforme planejado, se os alunos estão compreendendo os conceitos apresentados, e se os materiais estão atendendo as expectativas. Também é importante verificar se o instrutor tem ideias pra conduzir algo de forma diferente da definida na UI. O *feedback* dos alunos também é importante. Eles podem informar como está sendo sua experiência de aprendizagem. A coleta deste tipo de informação pode incrementar o entendimento do público-alvo realizado na fase de análise (AZIZ, RASLI, & RAMLI, 2010).

Nesta fase também deve ocorrer a coleta de dados para avaliação da UI (SOUZA, CUNHA, FERNANDES, & GUERRA, 2009). Detalhes de como a coleta de dados deve ser realizada são apresentados na seção 2.2.6 sobre a fase de avaliação.

2.2.6. Avaliação

A fase de avaliação em um processo de *design* instrucional serve para verificar se a UI foi capaz de atender seus objetivos de desempenho, e também identificar pontos de melhoria. Nesta fase podem-se utilizar diferentes abordagens, como estudos de caso e

experimentos (ROOIJ, 2011; TOFAN, 2011; ROMISZOWSKI A. , 1984). Estudo de caso é uma abordagem adequada para investigar um fenômeno contemporâneo dentro de seu contexto real, sendo um estudo empírico, profundo e exaustivo de um ou poucos objetos (YIN, 2014). Já a pesquisa experimental é um método que consiste essencialmente em determinar um objeto de estudo, selecionar as variáveis capazes de influenciá-lo, e definir formas de controle e de observação dos efeitos que determinada variável produz no objeto (BOETTGER & LAM , 2013). Em pesquisas exploratórias, como o presente trabalho, onde se tem pouco conhecimento das variáveis que influenciam o objeto estudado, estudos de caso são normalmente utilizados (GIL, 2010; YIN, 2014).

Para conduzir uma avaliação é necessário um processo que indique as etapas necessárias para realizá-la. Um processo para avaliação de estudos empíricos é apresentado na Figura 14 (WOHLIN, RUNESON, & HÖST, 2012).

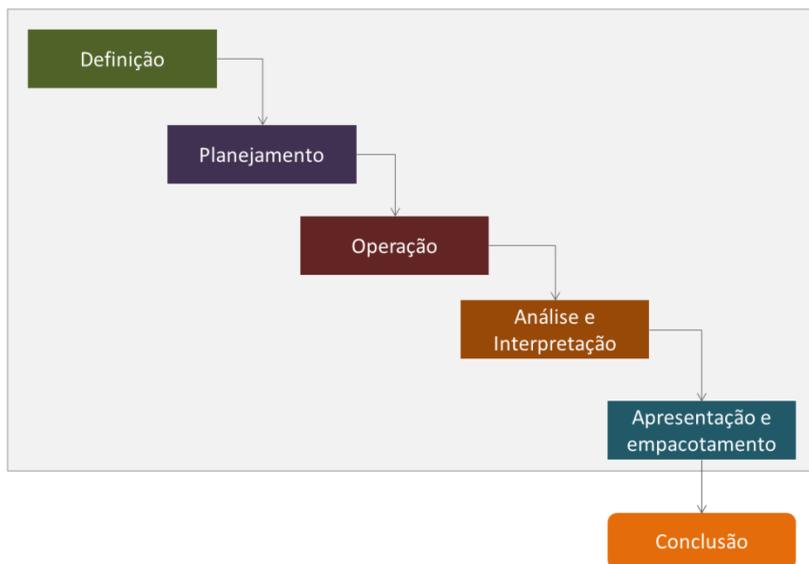


Figura 14. Processo de avaliação para estudos empíricos (WOHLIN, RUNESON, & HÖST, 2012)

Na fase de definição da avaliação é necessário definir seus objetivos. No caso de avaliação de UIs, neste momento é necessário identificar o nível em que a avaliação será realizada. Kirkpatrick &

Kirkpatrick (2012) definiram um modelo de 4 níveis de avaliação (Tabela 13), em que no nível mais baixo a avaliação ocorre sob a percepção dos alunos, identificando seus sentimentos durante a UI, e nos níveis mais elevados a avaliação ocorre sob a percepção dos resultados no ambiente de negócios, assim identificando o impacto das competências desenvolvidas pela UI nas atividades profissionais.

Tabela 13. Modelo de 4 níveis de avaliação

Nível	Nome	Descrição e características
1	Reação	Avalia o sentimento dos alunos sobre a experiência de aprendizagem proporcionada pela UI.
2	Aprendizagem	Avalia o aumento de conhecimentos, habilidades, e atitudes.
3	Comportamento	Avalia o nível em que os novos aprendizados adquiridos durante a UI é transferido para as atividades profissionais,.
4	Resultados	Avalia os efeitos da UI no ambiente de negócios, observando, por exemplo, o aumento da produtividade.

Para avaliar a qualidade de uma UI sob a perspectiva dos alunos (nível de reação) pode ser utiliza como base a estrutura apresentada na Figura 15, em que a qualidade da UI é definida em termos dos seguintes aspectos de qualidade (dimensões): motivação, experiência do usuário e aprendizagem (SAVI, WANGENHEIM, & BORGATTO, 2011). Neste contexto, a dimensão de motivação é definida pela atenção, relevância, confiança, e satisfação que os alunos têm na UI (KELLER, 1987). A experiência do usuário está relacionada à interação dos alunos com a UI, que é entendida pela imersão, desafio, diversão, e interação social dos alunos durante a UI (TULLIS & ALBERT, 2008; RIVERO & CONTE, 2015). Já a aprendizagem está relacionada ao nível da taxonomia cognitiva de Bloom que o aluno atinge para os objetivos de desempenho UI (SINDRE & MOODY, 2003).

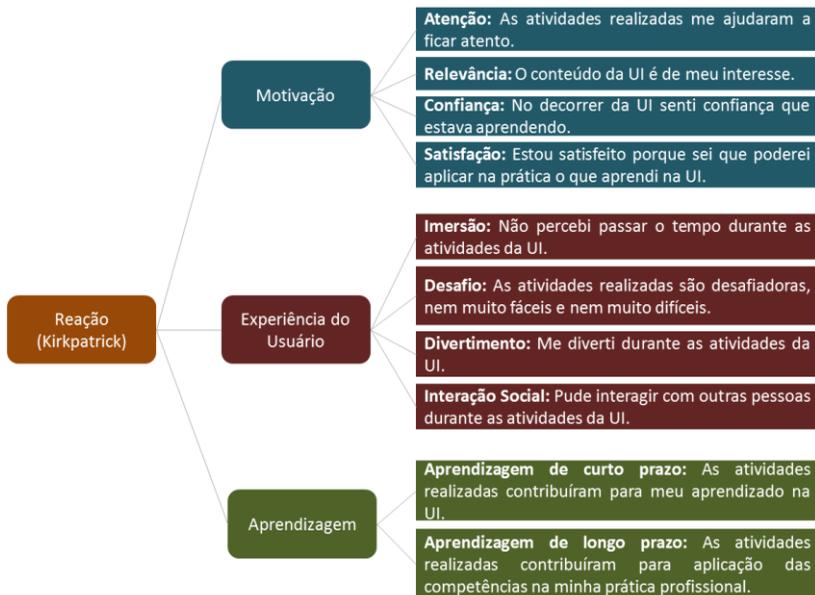


Figura 15. Estrutura de avaliação da qualidade de uma UI adaptado de (SAVI, WANGENHEIM, & BORGATTO, 2011)

As dimensões apresentadas na Figura 15 foram definidas por serem relevantes para UIs baseadas no ensino com apoio de jogos educacionais (SAVI, WANGENHEIM, & BORGATTO, 2011), que não necessariamente são relevantes para todos os tipos de UIs. Para outras UIs, como por exemplo aquelas com foco no ensino de ferramentas de GP, outras dimensões podem ser mais relevantes, necessitando assim a adaptação das dimensões a serem avaliadas (AZIZ, RASLI, & RAMLI, 2010; SABRI, OMAR, & BATI, 2010).

Com a identificação do nível da avaliação é possível então definir seus objetivos. Uma abordagem para definir os objetivos de forma que estes possam ser mensuráveis, para posterior análise e interpretação é o GQM (*Goal - Question - Metric*) (BASILI, CALDIERA, & ROMBACH, 1994). Esta abordagem consiste na medição orientada a objetivos, e auxilia na definição de métricas operacionalmente coletáveis. O GQM define uma estrutura hierárquica em três níveis: conceitual, operacional e quantitativo, conforme detalhado na Figura 16.

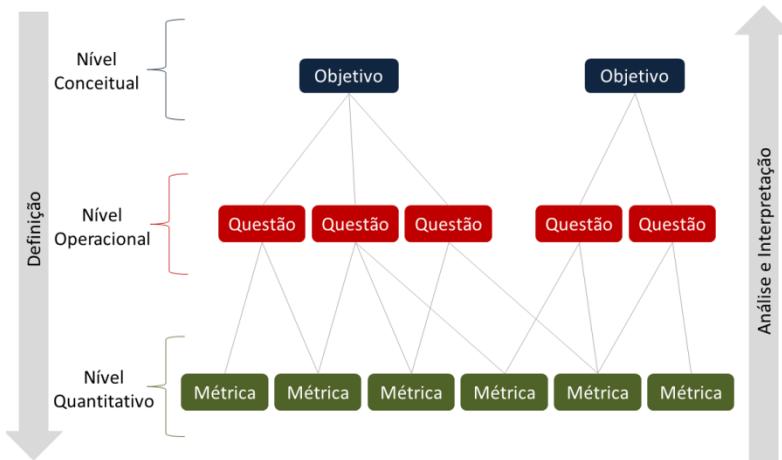


Figura 16. Abordagem GQM

No nível conceitual, os objetivos devem ser descritos utilizando a seguinte estrutura: propósito do objetivo, o objeto de estudo, a característica do objeto de estudo, sob o ponto de vista de quem, e em qual ambiente específico. Um exemplo de objetivo é: O propósito deste estudo é caracterizar uma UI de ensino do uso de ferramentas de GP em relação a sua qualidade sob o ponto de vista dos alunos no contexto de cursos superiores de computação.

Com os objetivos definidos, inicia-se a fase de planejamento da avaliação. Seguindo a abordagem GQM, neste momento inicia-se o nível operacional, onde os objetivos são decompostos em questões que buscam identificar alguma característica do objeto avaliado com base em algum de seus parâmetros de qualidade, e sob um ponto de vista e ambiente específico. Um exemplo de questão é: Qual o grau de motivação dos alunos pela aprendizagem do uso de ferramenta de GP proporcionada pela UI?

Para cada questão definida, avança-se para o nível quantitativo do GQM, onde é definido o conjunto de dados (métricas) a serem obtidos, e estes são associados a cada questão para respondê-la de forma quantitativa. As métricas podem ser objetivas, se dependem apenas do objeto que está sendo medido e não do ponto de vista (e.g. horas gastas em determinada tarefa), ou subjetivas, se dependem de algum ponto de vista (e.g. nível de legibilidade de um documento, ou nível de satisfação do usuário). As métricas também compõem escalas de medição

(ISO/IEC, 2011), sendo estas escalas formas de mapear o comportamento de entidades por meio da manipulação de dados. Existem diferentes tipos de escalas de medição (FENTON & BIEMAN, 2014), conforme apresentadas na Tabela 14.

Tabela 14. Tipos de escala de medição

Escala	Descrição
Nominal	Provê um nome ou um valor para um atributo, no entanto, a ordem dos valores não tem nenhum significado para a sua interpretação.
Ordinal	Semelhante à escala nominal, mas ordem dos valores está em uma determinada ordem (ascendente ou descendente), no entanto a distância entre os pontos dessa escala não tem significado.
Intervalo	Semelhante à escala ordinal, mas possui informações sobre o tamanho dos intervalos que separaram os pontos da escala.
Racional	Semelhante à escala de intervalo, no entanto ela representa também as proporções entre as entidades.
Absoluta	Realizada pela contagem do número de elementos de uma determinada entidade.

Outra forma de escala de medição é a escala *Likert* (TROCHIM & DONNELLY, 2006). Esta contém um conjunto de enunciados apresentados com afirmações em uma escala de 5 a 7 pontos variando de “discordo fortemente” para “concordo fortemente”. A classificação da escala *Likert* diverge entre ordinal e intervalo, uma vez que não é possível assumir que os intervalos desta escala são equidistantes (JAMIESON, 2004).

Para operacionalizar a coleta destas métricas é necessária a escolha de instrumentos apropriados (Tabela 15). De acordo com o tipo de dado que se deseja coletar podem ser utilizados instrumentos de coleta de dados diferentes, por exemplo, questionários, observações, testes de conhecimento, etc. (CLARK, 2004; MCMILLAN & SCHUMACHER, 2009).

Tabela 15. Exemplos de instrumentos para coleta de dados (MCMILLAN & SCHUMACHER, 2009)

Instrumento	Descrição
Questionários	É um instrumento que apresenta um mesmo conjunto de questões a todos os indivíduos. Consegue coletar dados de pequenas ou grandes amostras. Este instrumento possibilita a uniformidade de

	respostas, e o anonimato dos participantes.
Entrevistas	É um instrumento em que um avaliador define um roteiro com questões a serem respondidas por um entrevistado, e possibilita que sejam feitas variações nas questões durante a entrevista. Este instrumento possibilita o esclarecimento das respostas, entretanto tem alto custo quando necessário entrevistar muitos indivíduos.
Observação direta	É um instrumento que se baseia na atuação de observadores treinados para obter determinados tipos de informações no ambiente natural dos indivíduos. É necessário definir um sistema de pontuação para o registro de medidas durante as observações.
Análise documental	É um instrumento que busca informações em documentos existentes. As informações coletadas são estáveis, e o processo de coleta de dados pode ter o tempo reduzido em relação a outros instrumentos.
Grupos focais	É um instrumento que envolve a formação de um grupo de discussão informal e de tamanho reduzido (até 12 pessoas), com o propósito de obter informações qualitativas em profundidade.
Teste de avaliação do conhecimento	É um instrumento onde os alunos respondem a provas escritas (com questões objetivas e/ou discursivas) a fim de identificar o conhecimento dos mesmos.

Ao escolher um instrumento para coleta de dados, este deve ser cuidadosamente especificado, desenvolvido, e testado, para que os receptores possam entender sua operação e responde-lo de forma adequada, produzindo assim dados precisos e válidos. Após o desenvolvimento do instrumento de coleta de dados para coletar as métricas definidas no GQM, a fase de planejamento da avaliação é concluída.

Na fase de operação os instrumentos de coleta de dados são aplicados, sendo estes disponibilizados ao público-alvo em um determinado momento da UI. Os dados são coletados e armazenados.

Após a coleta dos dados inicia-se a fase de análise e interpretação, que utiliza os dados coletados para responder a cada questão definida, agora seguindo a ordem inversa na hierarquia do GQM (BASILI, CALDIERA, & ROMBACH, 1994). São analisadas as métricas para cada questão a fim de respondê-la. E ao analisar todas as questões relativas a um determinado objetivo pode-se interpretar estes resultados para verificar se o objetivo foi alcançado.

Ao analisar e interpretar os resultados para todos os objetivos da avaliação a fase de apresentação e empacotamento é iniciada. Os

resultados são estruturados e resumidos a fim de registro e comunicação. Podem ser utilizados gráficos ou indicadores estatísticos para evidenciar as conclusões observadas.

2.3. FEEDBACK INSTRUCIONAL

No contexto educacional o *feedback* é considerado uma importante técnica que pode ser empregada para facilitar a ocorrência da aprendizagem (MORENO, 2004; EPSTEIN, 2002; KRETLOW & BARTHOLOMEW, 2010). Um *feedback* é uma técnica para orientar e estimular os alunos a refletirem sobre suas respostas, fornecendo informações que direcionem a mudança de sua maneira de pensar e agir, assim promovendo a sua aprendizagem (BILAL, CHAN, MEDDINGS, & KONSTADOPOULOU, 2012; LIU, 2010). Este pode ser considerado uma resposta às ações do aluno, e pode ser elaborado seguindo diferentes abordagens, por exemplo: pela verificação da exatidão das respostas; ou sendo mais abrangente, provendo informações relacionadas ao conteúdo, como dicas, sugestões, exemplos, etc. (BLACK & WILIAN, 1998; VASILYEVA, BRA, MYKOLA, & PUURONEN, 2008). O *feedback* também pode ter grande contribuição para motivação dos alunos durante a realização das atividades instrucionais (NARCISS & HUTH, 2004).

O principal objetivo do *feedback* é auxiliar no desenvolvimento de competências sobre um determinado assunto, identificando nas respostas apresentadas pelo aluno, se estas já se encontram corretas e completas, e caso contrário, indica ao aluno os aspectos que ainda precisam ser corrigidos ou melhorados (RICHARDS & SCHIFFEL, 2005). Devido as diferentes abordagens de desenvolver uma técnica de *feedback* instrucional, é importante conhecer estas diferentes abordagens, a fim de escolher aquelas mais aderentes ao contexto da UI onde a técnica será empregada. (KLEIJ, EGGEN, TIMMERS, & VELDKAMP, 2012; PERRIER & AZAMBUJA SILVEIRA, 2015; THURLINGS, VERMEULEN, BASTIAENS, & STIJNEN, 2013).

2.3.1. Classificações de *feedback*

O *feedback* pode significativamente melhorar o processo de aprendizagem e o desenvolvimento das competências dos alunos (MALMI & KORHONEN, 2004; KRETLOW & BARTHOLOMEW, 2010). Entretanto, o mesmo deve apresentar informações que sejam relevantes para o aluno, e entrega-las em momentos convenientes para sua aprendizagem (BILAL, CHAN, MEDDINGS, &

KONSTADOPOULOU, 2012). Caso o *feedback* não seja elaborado desta forma, ou seja, trazendo informações irrelevantes ou interrompendo o aluno em momentos onde o mesmo está concentrado em determinada atividade, o *feedback* pode até se tornar incômodo, impactando negativamente na sua aprendizagem e motivação (SHUTE, 2007).

Para entender como um *feedback* pode ser elaborado, deve-se conhecer as diferentes estratégias para seu desenvolvimento (THURLINGS, VERMEULEN, BASTIAENS, & STIJNEN, 2013). Estas estratégias incluem a escolha da abordagem que será utilizada para avaliação das respostas dos alunos, a escolha do conteúdo e da profundidade em que o mesmo será abordado, as estruturas para apresentação das mensagens de *feedback*, e o momento adequado para sua entrega (MORENO, 2004; BLACK & WILIAN, 1998; KULHAVY & STOCK, 1989; NICOL & MCFARLANE-DICK, 2006). Neste sentido, esta seção apresenta detalhes sobre cada um destes aspectos relacionados à elaboração de um *feedback*.

2.3.1.1. Abordagem do *feedback*

A abordagem do *feedback* está relacionada à maneira em que o aluno será direcionado pelas mensagens do *feedback*, sendo que diferentes abordagens possuem também diferentes propósitos. Existem duas principais abordagens, por **verificação**, que é definida como um julgamento se a resposta do aluno está correta ou não, e a abordagem por **elaboração**, que provê comentários e sugestões que buscam auxiliar que o próprio aluno identifique os pontos que precisam ser corrigidos na resposta apresentada (BLACK & WILIAN, 1998; KULHAVY & STOCK, 1989; KRETLOW & BARTHOLOMEW, 2010).

A abordagem por verificação informa ao aluno se sua resposta está correta ou incorreta. Quando este *feedback* é promovido por sistemas computacionais, ele pode realizar verificações implícitas ou explícitas. As verificações implícitas são não interruptivas, apresentando a resposta correta, mas sem interromper a interação do aluno com a atividade (e.g. destacando-a no texto, utilizando cores, ícones, etc.). Já a verificação explícita é interruptiva, onde o aluno obrigatoriamente precisa interromper a atividade, para verificar a mensagem de *feedback*, e apenas após concluir a visualização, pode continuar a realização das atividades.

A abordagem por elaboração apresenta mais informações ao aluno do que a abordagem por verificação (NICOL & MCFARLANE-DICK, 2006). Entre estas informações está a explicitação do desempenho do

aluno e a análise das respostas apresentadas, identificando erros ou pontos de melhoria. A explicitação do desempenho avalia a exatidão ou a completude de uma resposta, comparando o comportamento apresentado pelo do aluno, com aquele esperado pelos objetivos de desempenho (JOHNSON & JOHNSON, 1993; AULD, BELFIORE, & SCHEELER, 2010). Para isto, o *feedback* deve prover a identificação da lacuna entre o quanto dos objetivos o aluno já atingiu em relação à totalidade esperada. Esta informação pode motivar o aluno a se manter concentrado até a conclusão das atividades, a fim de atingir a totalidade dos objetivos (SONG & KELLER, 2001). Quando o aluno não tem informações sobre seu desempenho, ele pode ter incertezas sobre sua aprendizagem, o que afeta negativamente sua motivação a atenção durante a realização das atividades (BORDIA, 2004; ASHFORD, BLATT, & VANDEWALLE, 2003). Ainda, a abordagem por elaboração pode analisar particularidades na resposta do aluno, indicando pontualmente os erros cometidos, e provendo informações para que estes erros possam ser corrigidos (CHENG, LIN, CHEN, & HEN, 2005). Tais informações podem incluir o esclarecendo de conceitos não compreendidos, exemplos da aplicação prática do conteúdo, dicas e sugestões para corrigir ou melhorar a resposta do aluno (MORY, 2004; NARCISS & HUTH, 2004). Resultados de pesquisas (CORBETT & ANDERSON, 2001; MORY, 2004; MORENO, 2004; SHUTE, 2007) têm demonstrado que a abordagem elaborada tem maior contribuição para a aprendizagem dos alunos, do que a simples verificação da exatidão das respostas, como realizado pela abordagem de verificação.

2.3.1.2. Especificidade do *feedback*

A especificidade de um *feedback* é definida como a proximidade das mensagens do *feedback* com as respostas do aluno, abordando suas particularidades (GOODMAN, WOOD, & HENDRICKX, 2004; SEGERS, GIJBELS, & THURLINGS, 2008). A especificidade é considerada maior quanto mais próxima do comportamento observado, seguindo a abordagem elaborada, indo além da simples verificação da exatidão, trazendo informações que possibilitem o aluno a melhorar a resposta apresentada (FUND, 2010). Entretanto, a especificidade de um *feedback* precisa ser cuidadosamente analisada, pois o excesso de informações em um *feedback* pode comprometer a sua efetividade. Este excesso pode gerar o problema conhecido como sobrecarga cognitiva,

impactando negativamente na atenção, concentração, e motivação do aluno (MORENO, 2004).

A carga cognitiva está relacionada a toda demanda de memória e atividades mentais realizadas durante o processo de aprendizagem. Ou seja, toda informação que o aluno processa e registra em sua memória durante a instrução. No contexto educacional, a repetição de atividades como forma de atender a uma demanda de aprendizagem gera um tipo de estresse conhecido como “sobrecarga cognitiva”, que implica em um descompasso no temperamento do aluno, dificultando a sua efetiva aprendizagem (SWELLER, 2004).

Deste modo, prover um *feedback* com a especificidade adequada é uma boa prática para melhorar o processo de aprendizagem dos alunos (SEGERS, GIJBELS, & THURLINGS, 2008). Entretanto, é importante tratar esta especificidade de maneira objetiva e coesa, assim facilitando a compreensão da mensagem de *feedback* e a receptividade do aluno.

2.3.1.3. Avaliação da correteude

Um *feedback* pode proporcionar diferentes tipos de recomendações de acordo com a correteude das respostas do aluno. Este pode reforçar que a resposta apresentada está correta, ou informar que a resposta ainda não se encontra completa e pode ser melhorada, ou ainda informar sobre erros existentes na resposta apresentada, indicando como podem ser corrigidos. Devido a esta diversidade na avaliação da correteude, esta pode ser classificada nos tipos apresentados na Tabela 16 (SHARIQ & PERERA, 2010; WANG, YOUNG, & WEI, 2011).

Tabela 16. Classificação de *feedback* pela correteude

Tipo	Descrição	Exemplo
Positivo	Reconhecimento do sucesso obtido pelas respostas do aluno.	Você concluiu a elaboração do termo de abertura. Agora já é possível iniciar a elaboração do plano do projeto.
Construtivo	Motiva a melhoria de alguma resposta que não está errada, mas que ainda não está completa.	Você já desenvolveu a EAP do projeto, mas ainda falta documentar o significado dos seus itens por meio do dicionário da EAP.
Negativo	Orienta o aluno sobre como corrigir alguma resposta que está incorreta.	Você iniciou a elaboração do plano do projeto. Entretanto, antes de utilizar estas funcionalidades, você precisa concluir a elaboração do termo de abertura, e obter a autorização do patrocinador do projeto.

A avaliação da correteza deve ser cuidadosamente empregada, principalmente em seus extremos. O excesso de *feedback* positivo, trazendo elogios aos acertos do aluno, pode retirar a atenção das atividades e volta-la para o próprio aluno (KLUGER & DENISI, 1996; MARTENS, BRABANDER, ROZENDAAL, BOEKAERTS, & LEEDEN, 2010). Já o um *feedback* negativo, também quando apresentado em excesso, se não for apresentado de maneira clara e construtiva, pode desmotivar o aluno, deste modo tendo um efeito indesejado e prejudicial à aprendizagem (FEDOR, DAVIS, MASLYN, & MATHIESON, 2001; MARTENS, BRABANDER, ROZENDAAL, BOEKAERTS, & LEEDEN, 2010).

2.3.1.4. Complexidade do feedback

A complexidade do *feedback* refere-se ao comprimento das mensagens e a profundidade em que o conteúdo é apresentado. Apesar de geralmente o *feedback* seguindo a abordagem por elaboração e com maior especificidade obter efeitos positivos na aprendizagem dos alunos, é importante observar sua complexidade. Por exemplo, um *feedback* muito longo ou com excesso de detalhes sobre um determinado assunto, pode ser cansativo para o aluno, assim reduzindo a atenção do mesmo, e de certa forma comprometendo sua efetividade. A complexidade do *feedback* refere-se a quanta e quais informações são apresentadas nas mensagens (NARCISS & HUTH, 2004).

Analisando as diversas formas de se transmitir um *feedback*, a Tabela 17 apresenta diferentes tipos de *feedback*, classificados pelas abordagens de verificação e de elaboração, e ordenados do menos complexo para o mais complexo (PHYE & BENDER, 1989).

Tabela 17. Classificação de tipos de *feedback* por complexidade (PHYE & BENDER, 1989)

<i>Tipo de feedback</i>	Descrição
Abordagem por verificação	
Sem <i>feedback</i>	Refere-se às situações onde o aluno é apresentado a um problema ou questão, e precisa responder ao mesmo. Neste caso, nenhuma indicação sobre a exatidão da resposta do aluno é fornecida.
Resposta correta	Apresenta ao aluno a resposta correta para um problema específico, sem apresentar qualquer informação adicional.
Tente novamente	Informa ao aluno se a resposta está correta ou incorreta, e permite a ele uma ou mais tentativas para responder ao problema.

Tipo de <i>feedback</i>	Descrição
Marcação de erros	Destaca os erros presentes na solução apresentada pelo aluno, sem apresentar a resposta correta.
Abordagem por elaboração	
Isolação de atributo	Apresenta informações abordando individualmente os atributos centrais do conteúdo que está sendo estudado.
Dicas e sugestões	Orienta o aluno, indicando o que o ele deve fazer em seguida ou apresentando exemplos. Este tipo de <i>feedback</i> evita fazer uma apresentação explícita da solução correta.
Análise de erros	Realiza a análise de erros e diagnósticos. Apresenta informações específicas sobre os erros cometidos pelos alunos e esclarece conceitos mal compreendidos (e.g. o que está errado e por que).
Tutorial	Considerado o tipo mais complexo de <i>feedback</i> (NARCISS & HUTH, 2004), realiza a marcação de erros, apresenta o informações relacionadas ao conteúdo, e provê dicas ou exemplos de como proceder. A resposta correta pode ou não ser apresentada.

Considerando as diferentes maneiras de se apresentar um *feedback* ao aluno, é evidenciado que quanto mais complexo o *feedback*, mais informações são transmitidas pelo mesmo (SEGERS, GIJBELS, & THURLINGS, 2008). É importante destacar que o excesso de informações pode tornar o *feedback* confuso e desmotivar o aluno, que pode passar a ignorar estas mensagens. Uma maneira de minimizar este problema é realizar o *feedback* orientado ao objetivo, provendo informações direcionadas aos objetivos de desempenho da UI.

2.3.1.5. Feedback orientado ao objetivo

O *feedback* orientado ao objetivo provê aos alunos informações relacionadas ao seu progresso em relação aos objetivos de desempenho da UI. Este tipo de *feedback* se diferencia de outros, pois além de apresentar informações relacionadas ao conteúdo abordado por atividades particulares, busca correlacionar este conteúdo aos objetivos de desempenho da UI. Algumas pesquisas (FISHER, SMITH, WEISSBEIN, GULLY, & SALAS, 1998; FISHER & FORD, 1998; AULD, BELFIORE, & SCHEELER, 2010) apontam que os alunos se mantêm motivados e engajados de acordo com seu progresso, conforme vão se aproximando dos objetivos de desempenho. Deste modo, o *feedback* orientado aos objetivos auxilia na motivação dos alunos, sendo este um importante fator que contribui para aprendizagem dos alunos

(COVINGTON & OMELICH, 1984; THURLINGS, VERMEULEN, BASTIAENS, & STIJNEN, 2013).

Os objetivos de desempenho devem conter aspectos que os tornem desafiadores para os alunos, mas ao mesmo tempo, factíveis de serem alcançados (MALONE, 1981; SHUTE, 2007). Em situações onde os objetivos são muito difíceis de serem alcançados, os alunos podem ser desencorajados. Por outro lado, quando os objetivos são demasiadamente fáceis, a busca pelo sucesso pode perder seu poder motivacional (BIRNEY, BURDICK, & TEEVAN, 1969; FUND, 2010).

O *feedback* orientado aos objetivos pode ter dois tipos de metas, focada na aprendizagem ou no desempenho (DWECK, 1986; THURLINGS, VERMEULEN, BASTIAENS, & STIJNEN, 2013). A meta focada na aprendizagem é caracterizada pelo desejo do indivíduo em desenvolver uma determinada competência para dominar novas situações/problemas. Já a meta focada no desempenho busca mensurar o desempenho do indivíduo na realização de determinadas atividades em relação a determinados parâmetros, de modo que esta possa ser avaliada e comparada por seus pares (FARR, HOFMANN, & RINGENBACH, 1993; SHUTE, 2007).

Entretanto, pesquisas indicam que o *feedback* orientado ao objetivo com foco na aprendizagem tem maior contribuição para aprendizagem do que este quando tem foco no desempenho (HOSKA, 1993; NICOL & MCFARLANE-DICK, 2006). O *feedback* focado na aprendizagem auxilia o aluno a compreender que a competência se desenvolve por meio da prática e que o esforço é necessário durante o processo de aprendizagem, e que cometer erros faz parte deste processo.

2.3.1.6. Estrutura para elaboração do *feedback*

Mesmo atendo-se as diferentes abordagens e enfoques que um *feedback* pode seguir, ainda é importante utilizar métodos adequados para estruturação de suas mensagens, e assim aumentar a sua receptividade pelos alunos. Uma alternativa é o método do *feedback sandwich*, que propõe uma estrutura para elaboração de *feedback*, com o foco nos tipos construtivo e negativo, quais requerem maior atenção por realizarem críticas sobre alguma resposta entregue pelo aluno. A proposta geral é sempre posicionar o *feedback* negativo ou construtivo entre dois argumentos que ressaltem aspectos positivos do que está sendo realizado pelo aluno (BERGEN, BRESSLER, & CAMPBELL, 2014). O *feedback sandwich* propõe a estrutura conforme apresentada na Figura 17.

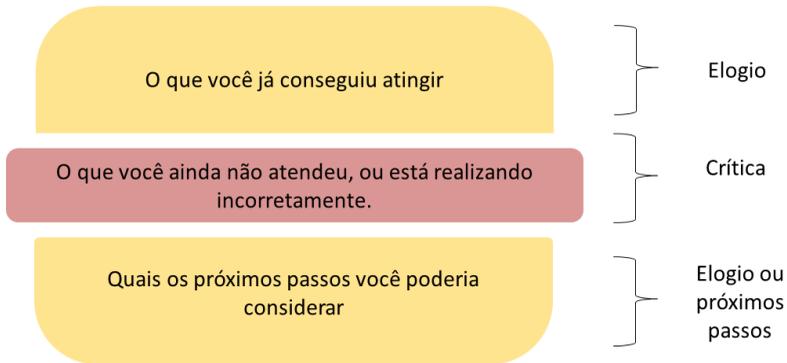


Figura 17. *Feedback sandwich*

O *feedback sandwich* é uma maneira de auxiliar a correção de alguma resposta entregue incorretamente ou de forma incompleta, mas ao mesmo tempo valorizando os aspectos positivos do que o aluno tem realizado. Desta forma, este método tende a aumentar a receptividade do aluno quanto à recomendação de melhoria ou crítica que está sendo realizada.

Outro método existente para estruturação do *feedback* é a escada de *feedback* (ROMERO & SOLORZANO, 2010; BENNANI, 2012). Este modelo, assim como o modelo *sandwich*, tem por objetivo estabelecer uma cultura de confiança entre o professor e os alunos, e estimular a reflexão dos alunos. A escada de *feedback* é organizada em 4 degraus, conforme apresentado na Figura 18.



Figura 18. Escada de *feedback*

O detalhamento dos níveis da escada de *feedback* é apresentado a seguir:

1. **Esclarecer:** O aluno pode não compreender conceitos essenciais relacionados ao conteúdo da UI. Neste degrau, o *feedback* deve prover informações que aparentam estar ausentes na resposta do aluno, facilitando seu entendimento, e possibilitando que ele possa reavaliar sua resposta.
2. **Valorizar:** Os aspectos positivos das respostas do aluno devem ser valorizados. Essa valorização busca criar uma cultura de confiança e compreensão, deixando o aluno aberto ao que irá ser dito posteriormente e ajuda-o a identificar suas próprias potencialidades.
3. **Questionar:** Neste degrau o aluno é questionado quanto as suas respostas, buscando influenciar a reflexão do aluno nos aspectos incorretos ou incompletos das mesmas.
4. **Sugerir:** No último degrau da escada de *feedback*, para ajudar o aluno em seu processo de aprendizagem, são fornecidas sugestões de melhoria na resposta apresentada, estimulando o aluno a atingir os objetivos de desempenho da UI.

Considerando o método de *feedback sandwich* e de escada de *feedback*, observam-se diversas semelhanças, como a valorização dos aspectos positivos, seguidas pelo apontamento do que ainda precisa ser melhorado, para então encerrar com recomendações de melhoria ou sugestões de próximos passos. Também se percebe que modelo de escada de *feedback*, possui uma estrutura mais detalhada, envolvendo esclarecimentos e questionamentos, enquanto o *feedback sandwich* propõe uma estrutura mais coesa.

2.3.1.7. Momentos para entrega do *feedback*

O momento para entrega de um *feedback* é uma escolha de grande importância para sua efetividade, e diferentes escolhas podem ser realizadas de acordo com a estratégia adotada (KLEIJ, EGGEN, TIMMERS, & VELDKAMP, 2012). Por exemplo, um *feedback* quando entregue durante a realização de alguma atividade tem o propósito de provocar a reflexão do aluno, e possibilitar que ele melhore sua resposta antes de enviá-la para avaliação. Já um *feedback* entregue após o término de uma atividade tem o objetivo de verificar se o aluno atendeu aos objetivos de desempenho da UI, e normalmente está voltado para os objetivos mais amplos, ao invés de aspectos mais específicos que podem

ser abordados enquanto o aluno está imerso na execução da atividade (SCHEELER, CONGDON, & STANSBERY, 2010). A classificação destes diferentes momentos para entrega do *feedback* é apresentada na Tabela 18 (BENNANI, 2012; ROMERO & SOLORZANO, 2010).

Tabela 18. Momentos para entrega do *feedback*

Tipo	Descrição
Formativo	Ocorre durante a realização das atividades instrucionais, e pode abordar todo o conteúdo previsto para a atividade em questão, mesmo em baixa granularidade (com grande especificidade). Ainda, este tipo de <i>feedback</i> pode se atentar as diferenças individuais dos alunos, e prescrever medidas alternativas para recuperação das falhas identificadas.
Somativo	Ocorre ao final da realização das atividades instrucionais, com finalidade de verificar se o aluno efetivamente atendeu aos objetivos de desempenho. Normalmente é utilizado para atribuição de notas, comparando os resultados apresentados pelo aluno com os resultados esperados.

Outras pesquisas também examinaram os efeitos do *feedback* de acordo com seu momento de entrega (CLARIANA, 1999; JURMA & FROELICH, 1984; KLEIJ, EGGEN, TIMMERS, & VELDKAMP, 2012), e estas classificam estes de duas maneiras.

- **Imediato:** realizado logo após o aluno ter completado uma ação.
- **Postergado:** realizado minutos, horas, ou até semanas após o aluno ter completado uma ação ou atividade.

Observa-se que o *feedback* formativo pode ser promovido tanto de forma imediata quanto postergada. Enquanto o *feedback* somativo é sempre realizado de forma postergada.

A adoção do *feedback* imediato precisa ser cuidadosamente utilizada, pois o mesmo pode ter tanto efeitos positivos quanto negativos na aprendizagem dos alunos (KLEIJ, EGGEN, TIMMERS, & VELDKAMP, 2012). Entre os efeitos positivos, este pode facilitar as decisões dos alunos, e também motivar a aprendizagem pelo constante acompanhamento de suas ações. Por outro lado, entre os efeitos negativos, este pode sobrecarregar o aluno com um excesso de informações. Ainda, o excesso de auxílio pode fazer com que o aluno assuma um comportamento menos cauteloso durante a realização das atividades, contando que o *feedback* imediato sempre irá direcioná-lo

para as escolhas corretas. Outra desvantagem deste tipo de *feedback* é que ele pode prevenir que determinados erros ocorram, e desta forma não oportunizando que os alunos aprendam com estes erros. Outra questão relevante é que a interrupção do aluno em um momento em que o mesmo está ativamente engajado em uma atividade pode desconcentra-lo e inibir sua aprendizagem (CORNO & SNOW, 1986; SCHEELER, CONGDON, & STANSBERY, 2010).

Entretanto, o *feedback* postergado também precisa ser utilizado com cautela, pois apesar de possibilitar que o aluno cometa erros durante as atividades, não necessariamente o aluno irá aprender com os mesmos. Isto porque, dependendo do intervalo de tempo entre a realização da atividade e a entrega do *feedback*, o aluno quando receber o *feedback* pode estar fora do contexto em que o erro ocorreu, sendo comum, que ele lembre apenas da instrução recebida pelo *feedback*, mas sem a interferência desta informação do contexto da atividade instrucional (KULHAVY & STOCK, 1989; SCHEELER, CONGDON, & STANSBERY, 2010). Ainda, outra desvantagem do *feedback* postergado é que o mesmo não oportuniza que o aluno corrija suas respostas de forma proativa, com base nas informações recebidas durante a execução da atividade.

2.3.2. Diretrizes para construção de *feedback* com qualidade

Considerando as diferentes possibilidades para elaboração de um *feedback*, Shute (2007) propôs um conjunto de diretrizes para que estes possam ser elaborados de forma a obter maior efetividade. Estas diretrizes foram definidas com base em uma RSL (SHUTE, 2007), que abordou diversos aspectos, como: a escolha da abordagem do *feedback*; a avaliação pela correteza das respostas; a complexidade; a estrutura das mensagens, os momentos de entrega; etc. Estas diretrizes foram organizadas em 3 grupos: a) diretrizes gerais; b) diretrizes quanto ao momento de entrega; e c) diretrizes quanto ao que evitar.

A Tabela 19 apresenta as diretrizes gerais, e para cada diretriz é apresentado um pequeno resumo, acompanhada de uma descrição com maior detalhamento.

Tabela 19. Diretrizes para elaboração de *feedback* (SHUTE, 2007)

	Resumo	Descrição
1	Focar o <i>feedback</i> na atividade, não no aluno.	O <i>feedback</i> deve abordar características específicas da resposta do aluno, apresentando informações que o possibilitem melhorar-la

Resumo	Descrição
2 Prover o <i>feedback</i> utilizando a abordagem por elaboração.	(CORBETT & ANDERSON, 2001; KLUGER & DENISI, 1996; NARCISS & HUTH, 2004). O <i>feedback</i> deve descrever o que precisa ser corrigido na resposta do aluno, e como esta correção pode ser realizada. Este tipo de <i>feedback</i> é normalmente mais eficiente do que a abordagem por verificação (NARCISS & HUTH, 2004).
3 Apresentar o <i>feedback</i> imediato, e em pequenas unidades.	A apresentação de muitas informações pode resultar em uma aprendizagem superficial e acarretar no problema da sobrecarga cognitiva. Por isto, prover o <i>feedback</i> em partes pequenas, reduz sua prolixidade e as chances deste ser descartado pelo aluno. A apresentação do <i>feedback</i> em partes menores oferece a possibilidade do aluno corrigir seus erros por conta própria, recebendo a informação adequada, e aplicando-a na atividade (MAYER & MORENO, 2002; PHYE & BENDER, 1989; SCHEELER, CONGDON, & STANSBERRY, 2010).
4 Ser específico e claro com as mensagens de <i>feedback</i> .	Se um <i>feedback</i> não for específico ou claro, ele pode dificultar a aprendizagem, ou até frustrar os alunos pela dificuldade em compreendê-lo. Uma maneira de aumentar a clareza do <i>feedback</i> é correlaciona-lo aos objetivos da UI (MORENO, 2004; SONG & KELLER, 2001; HOSKA, 1993).
5 Manter o <i>feedback</i> o mais simples possível, porém relevante.	Um <i>feedback</i> simples geralmente é baseado em apenas uma única dica, sugestão, análise de erros, etc. Enquanto um <i>feedback</i> mais complexo aborda muitos destes itens em uma única mensagem. Pode-se aumentar a efetividade do <i>feedback</i> ao mantê-lo simples e objetivo, trazendo apenas as informações necessárias para ajudar o aluno a melhorar sua resposta (KULHAVY & STOCK, 1989; FUND, 2010).
6 Reduzir a incerteza entre o desempenho do aluno e o desempenho esperado.	O <i>feedback</i> deve reduzir a incerteza do aluno sobre o quão bem ele está desempenhando, e o quanto ele ainda precisa melhorar para atingir os objetivos esperados (ASHFORD, BLATT, & VANDEWALLE, 2003; AULD, BELFIORE, & SCHEELER, 2010).
7 Promover o <i>feedback</i> sem viés e objetivo, preferencialmente de forma escrita e/ou por computador.	O <i>feedback</i> entregue de forma escrita tem maior aceitabilidade do que outros entregues de maneira verbal. Neste sentido, o <i>feedback</i> entregue por sistemas computacionais são normalmente melhor aceitos do que os entregues diretamente por outras

	Resumo	Descrição
		<p>peessoas. Além disto, pesquisas apontam que o viés do <i>feedback</i> quando entregue de forma escrita e por computador é praticamente eliminado; enquanto o mesmo é bastante comum quando o <i>feedback</i> é entregue de maneira presencial e verbal (KLUGER & DENISI, 1996; KLEIJ, EGGEN, TIMMERS, & VELDKAMP, 2012).</p>
8	Promover o <i>feedback</i> orientado ao objetivo, e voltado para aprendizagem, ao invés do desempenho.	Utilizar o <i>feedback</i> direcionado ao objetivo de desempenho da UI, e voltado para aprendizagem do aluno. Deste modo, o aluno tende a se manter motivado mesmo quando comete erros. Isto ajuda o aluno a compreender que cometer erros faz parte do processo de aprendizagem (HOSKA, 1993; DWECK, 1986; THURLINGS, VERMEULEN, BASTIAENS, & STIJNEN, 2013).
9	Promover o <i>feedback</i> apenas depois dos alunos terem entregado a resposta do problema.	Não entregar o <i>feedback</i> antes dos alunos terem completado sua resposta. Deste modo eles podem perceber seus erros, e então fazer uso do <i>feedback</i> para corrigir ou melhorar a resposta. Alunos que já iniciam a atividade conhecendo a resposta correta, ou que a recebem de forma prematura, podem obter uma aprendizagem superficial (BANGERT-DROWNS, KULIK, KULIK, & MORGAN, 1991; NICOL & MCFARLANE-DICK, 2006).

Outras diretrizes também foram estabelecidas com o enfoque mais específico no momento de entrega do *feedback* (Tabela 20). Tais diretrizes buscam indicar quando cada abordagem de entrega pode proporcionar mais benefícios à aprendizagem do aluno.

Tabela 20. Diretrizes quanto ao momento de entrega do feedback (SHUTE, 2007)

	Resumo	Descrição
1	Projetar o momento de entrega de acordo com o propósito almejado.	O <i>feedback</i> pode ser entregue de maneira imediata, logo após uma atividade, ou postergada. A entrega imediata pode auxiliar na correção de erros em tempo real, proporcionando ganhos imediatos para aprendizagem do aluno (CORBETT & ANDERSON, 2001). Já a entrega postergada é considerada melhor para provocar reflexões mais profundas quanto ao assunto estudado (SCHROTH, 1992; SCHEELER, CONGDON, & STANSBERY, 2010).

2	Utilizar a entrega imediata para atividades consideradas complexas pelos alunos.	Quando o aluno tem dificuldade para realizar uma determinada atividade, é recomendado o uso da entrega imediata (CLARIANA, 1999; THURLINGS, VERMEULEN, BASTIAENS, & STIJNEN, 2013). Desta forma o <i>feedback</i> terá grande utilidade, não deixando o aluno estagnado em um determinado obstáculo, e nem frustrado por não conseguir avançar na realização das atividades (KNOBLAUCH & BRANNON, 1981; KLEIJ, EGGEN, TIMMERS, & VELDKAMP, 2012).
3	Utilizar a entrega postergada para atividades consideradas simples pelos alunos.	Quando uma atividade for considerada demasiadamente simples pelos alunos, é recomendado o uso da entrega postergada. Isto, pois desta maneira o aluno não receberá diversas interrupções, muitas vezes desnecessárias, o que pode tornar o <i>feedback</i> desgastante e intrusivo (CLARIANA, 1999; CORNO & SNOW, 1986).
4	Utilizar a entrega imediata para aprendizagem de conceitos ou procedimentos.	Pesquisas já apontaram a contribuição da entrega imediata para promover o ensino de procedimentos ou conceitos (CORBETT & ANDERSON, 2001; DIHOFF, BROSVIC, EPSTEIN, & COOK, 2003).

Outras diretrizes também foram estabelecidas em relação ao que evitar em relação ao desenvolvimento e entrega de *feedback* (Tabela 21).

Tabela 21. Diretrizes quanto ao que ser evitado durante a elaboração do *feedback*

	Resumo	Descrição
1	Evitar a realização de comparações entre os alunos.	O <i>feedback</i> deve evitar comparações entre o desempenho dos alunos, seja de forma direta ou indireta (KLUGER & DENISI, 1996).
2	Evitar a apresentação de notas durante a realização das atividades.	O <i>feedback</i> entregue durante a realização de alguma atividade deve prover informações que indiquem ao aluno como melhorar sua resposta, mas preferencialmente apenas de forma descritiva, sem atribuir notas. Pesquisas apontam que o <i>feedback</i> quando provê apenas comentários tem melhor aceitação do que aqueles já atribuem nota ao desempenho do aluno, pois isto inibe sua experimentação quando o mesmo ainda não domina a competência que está sendo ensinada (BUTLER, 1987; NICOL & MCFARLANE-DICK, 2006).
3	Evitar <i>feedbacks</i> que desencorajem o aluno ou que atentem contra sua autoestima.	O <i>feedback</i> não deve criticar o aluno pelos erros cometidos. Este tipo de <i>feedback</i> retira a atenção da atividade, e a coloca sobre o próprio aluno (FEDOR, DAVIS, MASLYN, & MATHIESON, 2001; KLUGER & DENISI, 1996).

Resumo	Descrição
4 Evitar o uso exagerado de elogios.	O uso de elogios direciona a atenção do aluno para si próprio, assim o distrai da atividade que esta sendo realizada (KLUGER & DENISI, 1996; BUTLER, 1987; MARTENS, BRABANDER, ROZENDAAL, BOEKAERTS, & LEEDEN, 2010).
5 Evitar o uso de <i>feedback</i> verbal.	Quando o <i>feedback</i> é entregue de maneira neutra, seja de forma escrita e/ou por computador, tende a ser construído com menos viés e mais direto (KLUGER & DENISI, 1996; KLEIJ, EGGEN, TIMMERS, & VELDKAMP, 2012).
6 Evitar interromper o aluno enquanto ele está ativamente engajado em uma atividade.	Interromper o aluno enquanto ele está imerso em uma atividade, pode ser intrusivo, desconcentrando-o, e dificultando sua aprendizagem ao invés de auxiliá-la (CORNO & SNOW, 1986; SCHEELER, CONGDON, & STANSBERY, 2010).
7 Evitar a apresentação do <i>feedback</i> de modo exclusivamente textual.	Explorar o potencial dos recursos multimídia para evitar o problema da sobrecarga cognitiva, que pode ser desencadeado pelo excesso de mensagens textuais. Uma alternativa é a substituição de algumas mensagens textuais por imagens explicativas (MAYER & MORENO, 2002).

Considerando a teoria sobre o uso de *feedback* no contexto instrucional, as diretrizes para sua elaboração, e seus benefícios para aprendizagem dos alunos, a próxima seção apresenta como o uso de *feedback* pode ser empregado a fim de contribuir para a proposta desta tese, auxiliando o ensino do uso das ferramentas de GP.

2.3.3. Importância do *feedback* instrucional no contexto do ensino de ferramentas de GP

É por meio do *feedback* que os alunos podem compreender como eles devem agir em determinados ambientes, e assim, atingir os objetivos de desempenho de uma UI (BILAL, CHAN, MEDDINGS, & KONSTADOPOULOU, 2012). O *feedback* também tem uma importante contribuição para motivação dos alunos, especialmente em ambientes *online*, como é o caso das ferramentas de GP, pois proporcionam o esclarecimento de dúvidas e reduzem a falta de interação intrínseca destes ambientes (YIJUN, 2011). O *feedback* entregue pela própria ferramenta de GP, com base nas ações realizadas pelos alunos, é um importante instrumento no processo de aprendizagem. Este possibilita que os alunos revisem suas ações, e realizem-nas novamente com base na instrução recebida, até serem capazes de concluí-las de forma completa (MALMI & KORHONEN, 2004). Ainda, a falta de *feedback* pode ser

interpretada por alguns alunos, como um *feedback* negativo, e deste modo desmotivando-os (YIJUN, 2011).

No contexto do ensino de ferramentas de GP, o ambiente de aprendizagem refere-se às ferramentas de GP, e as ações realizadas pelos alunos, referem-se ao uso das funcionalidades desta ferramenta. Especificamente no contexto da UI proposta neste trabalho, os objetivos de desempenho referem-se ao uso destas funcionalidades pelos alunos para elaborar o termo de abertura e o plano do projeto cobrindo todas as áreas de conhecimento do GP. Deste modo o *feedback* instrucional pode auxiliar a UI de forma a semi-automatizar o processo de *feedback* formativo, possibilitando que a própria ferramenta possa prover *feedbacks* de acordo com a interação do aluno com as funcionalidades da ferramenta.

Propostas similares para o ensino na área da Computação já foram realizadas. Para o ensino de algoritmos e programação, alguns trabalhos (RAABE, 2015) propõe que os alunos entreguem suas atividades em um ambiente de ensino virtual, e o próprio ambiente realiza as devidas análises, e a entrega do *feedback* ao aluno. Mais especificamente para o ensino de ferramentas de GP, outros trabalhos já propuseram o uso de jogos (VANHOUCKE, VEREECKE, & GEMMEL, 2005), que constantemente medem e apresentam o desempenho do aluno, impondo algum tipo de desafio, que estimula o aluno a melhorar seu desempenho para atingir um nível satisfatório, e assim concluir (vencer) no jogo. Ainda, outros trabalhos (GREGORIOU, KIRYTOPOULOS, & KIRIKLIDIS, 2010), propuseram a entrega de *feedback* à medida que o aluno interage com as funcionalidades da ferramenta de GP, comparando as ações do aluno com a teoria de GP. Estes trabalhos são apresentados detalhadamente na seção 3.2.

3. ESTADO DA ARTE E PRÁTICA

O capítulo do estado da arte e prática é dividido em três seções. A primeira seção descreve uma RSL realizada para identificar os principais trabalhos relacionados à UI para o ensino do uso de ferramentas de GP em cursos superiores de computação (GONÇALVES & WANGENHEIM, 2015). A segunda parte apresenta outra RSL que busca identificar trabalhos que fizeram uso de técnicas de *feedback* instrucional para ensinar o uso de ferramentas de GP (GONÇALVES & WANGENHEIM, 2016b). Já a terceira seção apresenta um *survey* realizado com docentes de disciplinas que envolvem o ensino do uso de ferramentas de GP, para identificar as características destas UIs no contexto das instituições de ensino (GONÇALVES & WANGENHEIM, 2016a).

3.1. ENSINO DE FERRAMENTAS DE GP

A RSL realizada neste trabalho objetiva entender como UIs sobre o ensino do uso de ferramentas de GP está sendo realizado em cursos superiores de computação (GONÇALVES & WANGENHEIM, 2015). Para atingir este objetivo foram definidas as seguintes questões de pesquisa:

- **QP1:** Quais ferramentas de GP são ensinadas em cursos superiores de computação?
- **QP2:** Quais estratégias instrucionais são utilizadas para ensinar ferramentas de GP em cursos superiores de computação?
- **QP3:** Como é avaliada a eficácia das estratégias instrucionais?

3.1.1. Definição da RSL

Como este trabalho objetiva desenvolver e avaliar uma UI para o ensino de ferramentas de GP em cursos superiores de computação, a RSL busca descobrir e sintetizar o conhecimento de como UIs estão sendo utilizadas para este propósito.

As fontes de dados utilizadas para RSL são: IEEEExplore (<http://ieeexplore.ieee.org>), ACM Digital Library (<http://dl.acm.org/>), ScienceDirect (www.sciencedirect.com), Wiley online library (<http://onlinelibrary.wiley.com>), SpringerLink (www.springerlink.com), e Scopus (www.scopus.com). Estas fontes foram escolhidas pela sua relevância na área de ES e acessibilidade provida pelo IP UFSC.

As estratégias de busca incluem o uso de termos (*keywords*) e operadores lógicos para definição de consultas a serem utilizadas nas fontes de dados. Os termos de busca (Tabela 22) foram definidos no idioma inglês, considerando que a maior parte dos trabalhos relevantes está publicada neste idioma.

Tabela 22. Termos de busca

Conceito	Keyword e sinônimos
<i>Education</i>	<i>Education, teaching, e learning</i>
<i>Project Management</i>	<i>Project management e PMBOK</i>
<i>Tool</i>	<i>Tool e software</i>

Conforme apresentado na Tabela 22 foi definido o termo “*education*”, e como sinônimos os termos “*teaching*” e “*learning*”, para encontrar trabalhos relacionados ao ensino. Para buscar especificamente o ensino na área de GP foi utilizado o termo “Project management”, e o termo “PMBOK” foi incluído para focar no ensino de GP clássico. O termo “*tool*” foi empregado para abordar apenas os trabalhos que envolvem o ensino do uso de ferramentas de GP, e como sinônimo o termo “*software*”. Os termos de busca foram utilizados para montar consultas para cada fonte de dados (Tabela 23), e nestas consultas foi aplicado um filtro para o ano de publicação dos trabalhos, que deve ser superior a 2004 (10 anos antes da realização da RSL), a fim de evitar resultados obsoletos e também limitar a quantidade de resultados a serem analisados.

Tabela 23. Consultas por fonte de dados

Fonte de dados	Consulta
ACM Digital Library	((((Abstract:education OR Abstract:teaching OR Abstract:learning) AND (Abstract:"project management" OR Abstract:PMBOK) AND (Abstract:tool OR Abstract:software OR Abstract:dotProject)))) OR ((Title:education OR Title:teaching OR Title:learning) AND (Title:"project management" OR Title:PMBOK))
IEEEExplore	(education OR teaching OR learning) AND ("project management" OR PMBOK) AND (tool OR software)
ScienceDirect	pub-date > 2003 and pub-date < 2015 and TITLE-ABSTRACT-KEY((education OR teaching OR learning) AND ("project management" OR PMBOK) AND (tool OR software))
Scopus	TITLE-ABS-KEY((education OR teaching OR learning) AND ("project management" OR pmbok) AND (tool OR software)) AND DOCTYPE(ar OR cp) AND SUBJAREA(comp) AND PUBYEAR >

		2003 AND PUBYEAR < 2015
SpringerLink		(education OR teaching OR learning) AND ("project management" OR PMBOK) AND (tool OR software)
Wiley library	online	(education OR teaching OR learning) AND ("project management" OR PMBOK) AND (tool OR software) in Abstract OR (education OR teaching OR learning) AND ("project management" OR PMBOK) AND (tool OR software) in Article Titles between years 2004 and 2014

Para examinar os trabalhos retornados são especificados critérios de inclusão e exclusão. São examinados apenas os trabalhos publicados no idioma inglês e publicados em *journals* ou em *proceedings* de conferências, devido ao processo científico normalmente empregado para elaboração destes trabalhos. É excluído qualquer trabalho que não aborde o ensino de uma ferramenta de GP em uma UI, como por exemplo, UIs que utilizem exercícios/problemas, jogos, simuladores, etc. Também é excluído qualquer trabalho focado em métodos ágeis (como SCRUM e XP), sendo necessário o foco em GP clássico, embora o alinhamento do ensino com o PMBOK não precise estar explícito. Trabalhos fora da área da computação são descartados.

3.1.2. Condução da RSL

Executando as buscas em junho de 2014 foram encontrados 2.757. A quantidade de estudos retornados por fonte de dados é apresentada na Tabela 24.

Tabela 24. Resultados da busca por fonte de dados

Fonte de dados	Resultados da busca
ACM Digital Library	275
IEEEExplore	1.078
ScienceDirect	65
Scopus	662
SpringerLink	537
Wiley online library	140
Total	2.757

Os trabalhos retornados foram analisados no primeiro momento somente pelo título e no trecho do texto do artigo apresentado nos resultados da busca. Em seguida, o resumo foi analisado para os

trabalhos que não se enquadraram em nenhum critério de exclusão durante a primeira análise. A leitura do conteúdo foi realizada apenas em situações de dúvida, por exemplo, quando não ficava claro se era utilizada uma ferramenta de GP ou um simulador. Apesar da busca ter retornado 2.757 resultados, a maioria dos trabalhos foi descartada por não abordarem o ensino de uma ferramenta de GP, mas sim, outros assuntos irrelevantes para esta pesquisa. Entre estes assuntos estão a aprendizagem de técnicas de programação baseada em projetos, aplicação de GP fora da área da computação, jogos educacionais, etc.. Ao final 5 trabalhos foram considerados relevantes (Tabela 25).

Tabela 25. Trabalhos selecionados

ID	Título	Referência
S1	DrProject: A Software Project Management Portal to Meet Educational Needs	REID e WILSON (2007)
S2	Teaching Project Management in Academic ICT Environments	CAR, BELANI e PRIPUŽIĆ (2007)
S3	Project Management Educational Software (ProMES)	GREGORIOU, KIRYTOPOULOS e KIRIKLIDIS (2010)
S4	Cooperative learning and website in Software Project Management	BHATTACHARYA (2013)
S5	PpcProject: An educational tool for software project management	SALAS-MORERA, ARAUZO-AZOFRA e GARCÍA-HERNÁNDEZ (2013)

Almejando encontrar mais trabalhos, foi analisada a seção de estado da arte dos trabalhos selecionados, e mais 3 trabalhos relevantes foram encontrados como fontes secundárias (Tabela 26). Apesar de alguns dos trabalhos informarem estar relacionados a ferramentas de simulação ou jogos, ao analisar suas funcionalidades fica evidente que estas ferramentas podem ser classificadas como ferramentas de GP educacionais.

Tabela 26. Trabalhos manualmente incluídos na RSL

ID	Título	Referência
S6	Project Management Simulation with PTB - Project Team Builder	(SHTUB, 2010)
S7	RESCON: Educational Project Scheduling Software	(DEBLAERE, DEMEULEMEESTER e HERROELEN, 2009)
S8	The Project Scheduling Game (PSG)	(VANHOUCKE, VEREECKE e GEMMEL, 2005)

3.1.3. Análise das ferramentas relevantes

Esta seção apresenta uma breve descrição dos trabalhos encontrados pelo processo de RSL. O foco é apresentar qual a estratégia instrucional empregada nestes trabalhos, descrever a ferramenta ensinada, e a maneira como as estratégias instrucionais foram avaliadas.

3.1.3.1. DrProject: *a software project management portal to meet educational needs*

O objetivo deste trabalho (REID & WILSON, 2007) é apresentar uma ferramenta de GP simples o suficiente para o ensino, de forma que a aprendizagem de uso possa ocorrer em poucas horas, mas cobrindo as funcionalidades necessárias de uma ferramenta de GP. Inicialmente são apresentadas evidências de que o uso de ferramentas de GP são tão importantes em projetos de desenvolvimento de software quanto ferramentas de programação, como Eclipse (www.eclipse.org) e Netbeans (<https://netbeans.org>). O trabalho argumenta que UIs para ensinar o uso de ferramentas de GP deveria ser um elemento central do ensino de ES. Também indica que estas UIs auxiliam os alunos a entenderem que o desenvolvimento de software é uma atividade social, que devem coordenar seus esforços para utilizar o tempo de forma mais eficiente, por meio da definição de atividades, e do trabalho em equipe coordenado. Apesar de hoje existir uma grande diversidade de ferramentas de GP, muitas não estão adequadas ao ensino, o que intimida o ensino do uso destas ferramentas. Por exemplo, algumas ferramentas necessitam de muitos dias de uso para começar a produzir os resultados, e devido a esta extensão, muitos alunos rejeitam seu uso, com o a impressão de que tais ferramentas aumentam a dificuldade do projeto ao invés de reduzir.

O trabalho apresenta a ferramenta de GP DrProject (Figura 19). É uma ferramenta *open-source* e *web-based*, com foco no ensino de mecanismos de comunicação entre os integrantes de uma equipe. As principais funcionalidades suportadas pela ferramenta são: acompanhamento de problemas (*tickets*), *mailing lists*, *wiki*, e repositório de documentos com controle de versão. Diferentemente de outras ferramentas, o DrProject foi especificamente desenvolvido para o ensino.

The screenshot shows the DrProject web interface. At the top left is the 'dp dr project' logo. At the top right, it says 'Logged in as reid (logout | preferences)' and 'Current project: DrProject -- Change Project --'. On the left side, there is a navigation menu with links for Wiki, Event Log, Roadmap, Browse Source, View Tickets, New Ticket, Mail, Tag Cloud, and Help/Guide. Below the menu is a search box. The main content area displays a table of tickets with the following data:

Ticket	Summary	Milestone	Owner	Priority	Reporter	Type	Created
62	Need single-step archive of system	someday	nobody	high	gvwilson	enhancement	2006-01-06 10:23:00
278	Unicode Audit	Xenon	nobody	high	sdawson	task	2006-05-04 16:30:26
334	Subversion authentication against our internal database.	someday	apple	high	apple	enhancement	2006-06-13 15:52:07
338	Create Authenticator component interface.	someday	apple	high	apple	enhancement	2006-06-15 12:32:58
358	In the trunk version, once you remove the 'Status' filter, you can't re-add it again.	Xenon	dscannell	high	apple	defect	2006-06-26 15:31:54
449	Installation cannot find SetupTools	Radon	g3greg	high	glapouch	defect	2006-08-12 19:00:41
466	Stack trace when trying to	Radon	g3greg	high	gvwilson	defect	2006-08-28

Figura 19. Ferramenta DrProject

Conforme apresentado na Figura 19 as principais funcionalidades da ferramenta são:

- *Wiki*: agrupa todas as informações do projeto. Utilizando a sintaxe de *wiki* é suportado fazer referência para *tickets*, mensagem de e-mail e outras páginas *wiki*.
- *Tickets*: mecanismo para documentação de problemas no projeto. Para fins didáticos foram definidos poucos campos, apenas o estritamente necessário para o contexto da UI.
- Lista de e-mails: criação de grupo de e-mails e suporte ao envio de mensagens pela ferramenta.
- *Roadmap*: Similar ao conceito de marcos (*milestones*). Podem ser fixadas datas e um nome simbólico a algum resultado esperado e atribuído o mesmo a um membro da equipe.
- *Tags*: São rótulos (palavras-chave) que podem ser atribuídos a *tickets* e páginas *wiki*. As *tags* são utilizadas para facilitar a busca de informações do projeto.
- Interface administrativa: criação de projetos, criação de usuários, alocação de usuários a projetos, etc.
- Repositório de documentos com controle de versão.

A estratégia instrucional utilizada é de aprendizagem experiencial. As experiências relatadas da UI indica o uso da ferramenta por alunos, em laboratório de informática, em 4 semestres distintos, e em disciplinas de ES e compiladores. A UI inicia com o fornecimento de instruções teóricas sobre as áreas de conhecimento de gerenciamento de tempo, recursos humanos, e comunicação. Em seguida a turma é organizada em grupos de 4 a 5 alunos com objetivo de desenvolverem um projeto de software. As equipes podem propor o desenvolvimento de

um novo projeto, mas são fortemente incentivadas a dar continuidade a um projeto já existente no repositório da ferramenta (criados nos semestres anteriores), assim incentivando a equipe a produzir uma documentação do projeto com qualidade, pois outras equipes podem precisar desta documentação no futuro. As equipes prosseguem o semestre desenvolvendo o projeto e registrando toda documentação e comunicação pela ferramenta DrProject.

A avaliação da UI teve o objetivo de identificar se os alunos consideraram a UI com uso do DrProject de fácil aprendizagem. A avaliação foi realizada ao término de sua aplicação em cada semestre, onde os dados foram coletados por meio de questionários respondidos pelos alunos. A análise das respostas demonstrou que dois terços dos alunos consideraram a ferramenta fácil de aprender e utilizar, enquanto o outro um terço apresentou algum tipo de dificuldade. Ainda alguns alunos destacaram a necessidade de um tutorial sobre o uso da ferramenta, por isto, como consequência da avaliação foi produzido um vídeo demonstrando como utilizar as funcionalidades mais importantes.

As principais conclusões dos autores é que a UI que ensina o uso de ferramentas de GP com a ferramenta DrProject, melhora a comunicação da equipe e motiva os alunos a produzirem a documentação do projeto com maior qualidade. Outro benefício destacado é tornar os estudantes mais preparados para suas carreiras acadêmicas ou na indústria, onde o uso deste tipo de ferramenta é necessário.

3.1.3.2. Teaching project management in academic ICT environments

Este trabalho (CAR, BELANI, & PRIPUŽIĆ, 2007) relata uma experiência de ensino de GP buscando um balanceamento entre aulas teóricas e práticas, que incluem o uso de ferramentas de GP. A UI inicia com aulas teóricas, utilizando a estratégia instrucional de instrução direta, de forma palestrada, dedicadas à transmissão dos fundamentos de GP, características de projetos, processo de ciclo de vida, técnicas de planejamento, negociação, comunicação, e gerenciamento de conflitos. Também são apresentadas diferentes ferramentas de GP.

Já as aulas práticas utilizam como estratégia instrucional a aprendizagem experiencial, e são reservadas para execução de projetos pelos alunos que são organizados em equipes de 4 a 10 integrantes. Cada equipe pode escolher um projeto dentre as opções sugeridas pelo professor, ou propor um novo projeto. Todos os projetos devem ser executados em no máximo 7 semanas, e devem obrigatoriamente ter um

objetivo definido e que possa ser observável ao término deste período. O resultado do projeto pode ser tanto um software ou uma pesquisa. Durante a execução do projeto os alunos devem produzir determinados documentos, como: termo de abertura do projeto, plano do projeto, e documento de encerramento. Para cada tipo de documento são fornecidos *templates*. Utilizando uma ferramenta de GP os alunos devem criar a EAP, definir e sequenciar as atividades, definir os marcos, alocar recursos, criar o gráfico de Gantt, identificar os riscos do projeto, anexar documentos ao projeto, e registrar o progresso das atividades. O gerente do projeto é escolhido pela equipe, e os membros da equipe têm encontros regulares com o gerente do projeto para reportar o progresso das atividades. O gerente do projeto tem encontros regulares com o professor para reportar o andamento do projeto.

A ferramenta de GP utilizada foi o MS-Project Server. Os motivos de sua adoção não foram detalhados no artigo, mas, foi informado que esta ferramenta foi preferida ao invés do Open Workbench (<http://www.itdesign.de/en/ppm/open-workbench/overview>), devido ao suporte à versão de servidor (*web-based*) ao invés de apenas *desktop*, possibilitando que os alunos e o professor acessem os mesmos projetos pela Internet.

A UI foi aplicada em uma turma com 56 alunos em um curso de graduação de computação. A avaliação da UI foi realizada pela análise do desempenho dos alunos nas provas teóricas, onde os autores concluem que a aprendizagem da teoria sobre GP é mais efetiva com a aplicação do conteúdo em aulas práticas utilizando uma ferramenta de GP.

3.1.3.3. *Project management educational software (ProMES)*

O objetivo deste trabalho (GREGORIOU, KIRYTOPOULOS, & KIRIKLIDIS, 2010) é apresentar uma UI que utiliza a ferramenta ProMES para apoiar o ensino de GP. Esta ferramenta foi desenvolvida devido à grande carência de ferramentas de GP voltadas para o ensino. A ferramenta ProMES (Figura 20) é gratuita e desenvolvida exclusivamente para propósitos acadêmicos. Ela apoia o ensino das técnicas CPM, PERT, e RACI matrix. Para suportar a técnica CPM a ferramenta inclui funcionalidades para definir as atividades do projeto, suas relações de dependência, e a definição das durações estimadas. A técnica PERT suporta que a duração seja estimada em três situações: otimista, pessimista, e caso médio. Com base nestas informações a ferramenta apoia no cálculo da probabilidade de encerramento do

projeto em uma determinada data. A técnica de RACI *matrix* suporta que para cada atividade do projeto sejam definidas as responsabilidades dos recursos humanos do projeto.

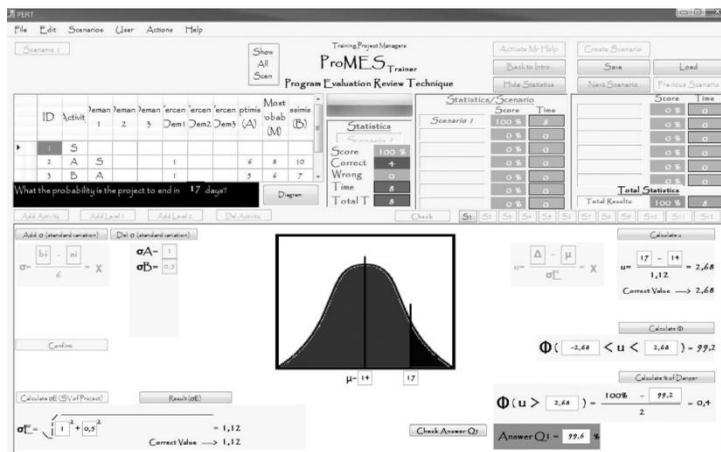


Figura 20. Ferramenta ProMES

A aprendizagem das técnicas de GP pela utilização da ferramenta ocorre pela resolução de cenários. A cada cenário resolvido, outros são apresentados com maior nível de dificuldade. Outro aspecto educacional da ferramenta é a configuração de níveis de experiência, sendo estes *trainee* e *professional*. No nível *trainee* o aluno tem apoio do *feedback* da ferramenta, que aponta os erros, e conduz o aluno até a solução do cenário. Já o nível *professional* a ferramenta não proporciona nenhum tipo de ajuda. Outro aspecto educacional é um vídeo tutorial mostrando como utilizar as principais funcionalidades da ferramenta. Ainda, um mesmo cenário pode ser executado quantas vezes forem necessárias para sedimentar o aprendizado do aluno.

O fluxo de uso da ferramenta é dividido em 4 etapas. Na primeira etapa o aluno insere seus dados pessoais, incluindo seu nome e nível de experiência (*trainee* ou *professional*). Na segunda etapa ocorre a seleção da técnica (CPM, PERT, ou RACI *matrix*) e a definição de um dos 12 níveis de dificuldade. Neste momento o aluno inicia a resolução do cenário apresentado, cuja interação varia entre desenhar diagramas e completar dados faltantes. A terceira etapa é dedicada ao processamento, quando a ferramenta verifica se há erros. Caso exista algum erro, estes são apresentados ao aluno, que tem a possibilidade de

corrigi-los e submeter novamente a sua resposta. Este processo continua até o cenário ser solucionado. Na etapa final são apresentadas informações sobre o progresso e o tempo despendido pelo aluno.

A avaliação da UI foi realizada por observação e pelo *feedback* verbal dos alunos, que indicaram que a aprendizagem de GP foi facilitada pela ferramenta ProMES, e destacaram que os aspectos educacionais da ferramenta como os principais pontos fortes da UI.

3.1.3.4. Cooperative learning and website in software project management pedagogy

Este trabalho (BHATTACHARYA, 2013) relata uma UI de ensino de GP aplicada em um curso de graduação de Ciência da Computação na universidade de Mahamaya na Índia. Esta UI faz uso de um *website* para disponibilizar o material da UI e para os alunos realizarem a entrega de trabalhos. A UI tem 120 horas de duração e é dividida em 3 partes: aulas teóricas, aulas de laboratório para uso de ferramentas de GP, e aulas para estudos de caso.

As aulas teóricas abordam as responsabilidades do gerente de projetos, e conteúdos relacionados aos processos de definição de escopo, planejamento de tempo, alocação de recursos, gerenciamento de riscos, monitoramento e controle, e garantia da qualidade. Nesta parte da UI os alunos são avaliados por meio de testes (*quizzes*) realizados diretamente no *website*, abordando os conceitos ensinados.

As aulas de laboratório são consideradas as mais importantes da UI, pois os alunos têm oportunidade de conduzir um projeto de desenvolvimento de software que envolve a interação com um pseudocliente. Os alunos são organizados em grupos de 4 alunos, que devem se organizar e definir os papéis de cada integrante no projeto. Os grupos devem utilizar uma ferramenta de GP (MS-Project ou Gantt Project) para criar a EAP, definir e sequenciar as atividades, alocar recursos, estimar os custos, identificar o caminho crítico, e desenvolver o gráfico de Gantt. O projeto deve ser executado e atas de reunião devem ser produzidas. Ao término desta etapa os alunos devem receber o aceite do pseudocliente, e também realizar uma apresentação de 10 minutos sobre o plano do projeto. O grupo também deve entregar um relatório pelo *website*, descrevendo a experiência de gerenciar o projeto e sobre o apoio ofertado pelas ferramentas utilizadas.

Nas aulas para realização de estudos de caso os alunos continuam nas mesmas equipes. Nesta etapa foram realizados 8 estudos de casos

fornecidos pelo PMI. Para cada estudo de caso os alunos eram avaliados ao responder um questionário contendo 5 questões de múltipla escolha.

A avaliação desta UI ocorreu pela análise das notas dos alunos, quais foram classificadas na seguinte escala ordinal: excelente, muito bom, bom, satisfatório, ordinário, e *no show*. Os alunos também responderam a um questionário sobre seu aprendizado nesta UI. Pela análise das notas foi observado que a UI contribuiu para o aprendizado dos alunos, e pelo questionário observou-se que a UI motivou os alunos e proporcionou o aprendizado colaborativo pelo trabalho em equipe.

3.1.3.5. PpcProject: *an educational tool for software project management*

Este trabalho (SALAS-MORERA, ARAUZO-AZOFRA, & GARCÍA-HERNÁNDEZ, 2013) tem como objetivo apresentar o uso da ferramenta PpcProject em uma UI cujo objetivo é ensinar o uso das técnicas CPM, PERT, e alocação de recursos em ferramentas de GP. Outro objetivo é comparar a ferramenta PpcProject com o MS-Project, para avaliar a mais apropriada para o ensino das técnicas de GP abordadas pelo trabalho.

Neste trabalho é apresentado um levantamento de que a ferramenta MS-Project é a mais utilizada em UIs que envolvem o ensino do uso de ferramentas de GP. Mas, também é apresentado um levantamento de que muitos estudantes têm dificuldades de utilizar esta ferramenta, pois a mesma carece de aspectos didáticos. Outro levantamento realizado é sobre as principais ferramentas de GP, e em uma análise sobre as suas funcionalidades é concluído que não há nenhuma com suporte completo as funcionalidades necessárias para o ensino completo dos conteúdos da UI. Baseado nestas lacunas a ferramenta PpcProject (Figura 21) foi desenvolvida, sendo uma ferramenta gratuita e de código aberto focada no ensino e pesquisa de GP.

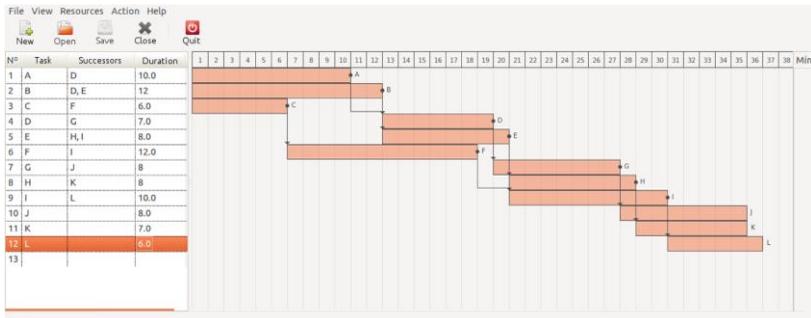


Figura 21. Ferramenta PpcProject

Analisando a Figura 21 é percebido o suporte a definição e sequenciamento de atividades, estimativa de duração, e gráfico de Gantt. A ferramenta é organizada em três principais módulos: CPM, PERT, e alocação de recursos, sendo estas as principais técnicas de GP que a ferramenta se propõe a apoiar o ensino.

Após o desenvolvimento do PpcProject foi realizada uma avaliação comparativa entre o PpcProject e o MS-Project para atender os objetivos da UI. Nesta avaliação foram utilizados dois grupos de alunos, compostos cada qual por 27 integrantes. Em uma aula um grupo realizou um conjunto de atividades utilizando o MS-Project, enquanto o outro utilizou o PpcProject. Na aula seguinte os grupos realizaram o mesmo conjunto de atividades só que utilizando a outra ferramenta, de forma que ambos os grupos utilizaram tanto o MS-project quanto o PpcProject. Ao final destas duas aulas os alunos responderam um questionário para comparar a aprendizagem do conteúdo com o MS-project e o PpcProject. Cada estudante respondeu 24 perguntas (12 para cada ferramenta). As respostas foram analisadas pelo teste estatístico não paramétrico de Wilcoxon. Nesta análise a ferramenta PpcProject se mostrou mais favorável do que o MS-Project em todos os itens, com exceção da alocação de recursos às atividades. Assim, foi concluído que o PpcProject é significativamente mais didático do que no MS-Project para os assuntos que são tipicamente ensinados em disciplinas de GP.

3.1.3.6. Project management simulation with PTB - Project Team Builder

O objetivo deste trabalho (SHTUB, 2010) é apresentar uma ferramenta que pode ser utilizada em uma UI de ensino de GP clássico

para facilitar a aprendizagem por meio de estudos de caso. A ferramenta apresentada- Project Team Builder (PTB) (Figura 22) - aborda o ensino de três grupos de processos: planejamento, execução, e monitoramento e controle; com foco nas áreas de conhecimento de escopo, tempo, RH, e custo. A estratégia instrucional da UI propõe o uso do PTB para realização do plano de um projeto utilizando funcionalidades para definição dos pacotes de trabalho, das atividades e seus sequenciamentos, e das estimativas de esforço, duração, e recursos. Com o plano do projeto definido, é utilizada a principal funcionalidade educacional da ferramenta de GP, que abrange o grupo de processo de execução pela simulação da execução do plano, que atualiza automaticamente o progresso das atividades, e apresenta relatórios de desempenho do projeto para o monitoramento e controle. Neste momento o aluno utiliza a ferramenta de GP para gerenciar os recursos do projeto, a fim de atender suas restrições de custo e tempo. A atividade segue até o projeto atingir seu término, sendo que esta UI tem carga horária de apenas 1 hora de duração.

Figura 22. Ferramenta PTB

O objetivo de desempenho desta UI é que após as aulas os alunos saibam utilizar uma ferramenta de GP para atualizar os recursos planejados para em projeto com base em relatórios de desempenho, a fim de atender as restrições do projeto.

3.1.3.7. RESCON: educational project scheduling software

Este trabalho (DEBLAERE, DEMEULEMEESTER, & HERROELEN, 2009) apresenta uma UI que tem o objetivo de ensinar o desenvolvimento de cronograma considerando as restrições de recursos com apoio da ferramenta de GP educacional – RESCON. O conteúdo abordado pela UI inclui os processos de planejamento de tempo. A estratégia instrucional envolve que os alunos utilizem a ferramenta de GP para definir as atividades do projeto, suas relações de dependência, e a quantidade de recursos e duração estimada. Com base nestas informações a ferramenta executa diversos algoritmos de desenvolvimento de cronograma, que considerando as atividades e as restrições dos recursos disponíveis apresentam o cronograma mais otimizado em relação ao tempo e custo. Exemplos de algoritmos suportados pela ferramenta são: *Simple list scheduling*, *Exact branch-and-bound*, *Tabu search*, etc. Após a execução destes algoritmos a ferramenta apresenta um mapa comparativo entre os cronogramas obtidos. Os cronogramas desenvolvidos pelos algoritmos podem ser visualizados utilizando o gráfico de Gantt, e gráficos de *resource profile* que apresentam a alocação de um determinado recurso nas atividades do projeto (Figura 23).

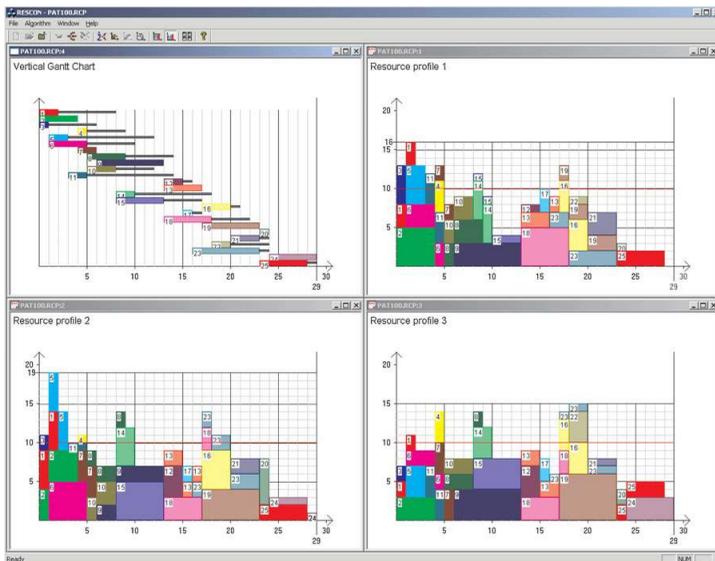


Figura 23. Ferramenta RESCON

Um dos aspectos educacionais da ferramenta envolve o suporte a projeções *what-if*, possibilitando os alunos avaliarem o impacto da inclusão de um determinado recurso em uma atividade do projeto. Outra funcionalidade suportada pela ferramenta de GP são simulações de Monte-Carlo para calcular a probabilidade de um projeto terminar em um determinado prazo.

O objetivo de desempenho desta UI é que os alunos compreendam o método CPM e estratégias de desenvolvimento de cronograma para resolver as restrições de recursos. A qualidade desta UI foi avaliada pela observação dos professores e pelo *feedback* verbal dos alunos, durante um semestre envolvendo 121 alunos, que consideraram a UI eficaz para atender seus objetivos.

3.1.3.8. The project scheduling game (PSG)

Este trabalho (VANHOUCKE, VEREECKE, & GEMMEL, 2005) apresenta uma UI que utiliza uma ferramenta de GP para auxiliar o aluno na compreensão do ciclo de um projeto. A ferramenta apresenta um projeto com a fase de iniciação já realizada e com as atividades do cronograma já definidas e sequenciadas, e o aluno deve completar as estimativas de esforço, duração e recursos para as atividades. A partir deste momento a ferramenta de GP (Figura 24) simula a execução das atividades e fornece relatórios para o monitoramento e controle. Durante a simulação da execução os alunos devem observar os relatórios de monitoramento e controle, e gerenciar os recursos do projeto a fim de atender ao prazo estabelecido e as restrições orçamentárias. A execução é simulada até que o encerramento do projeto.

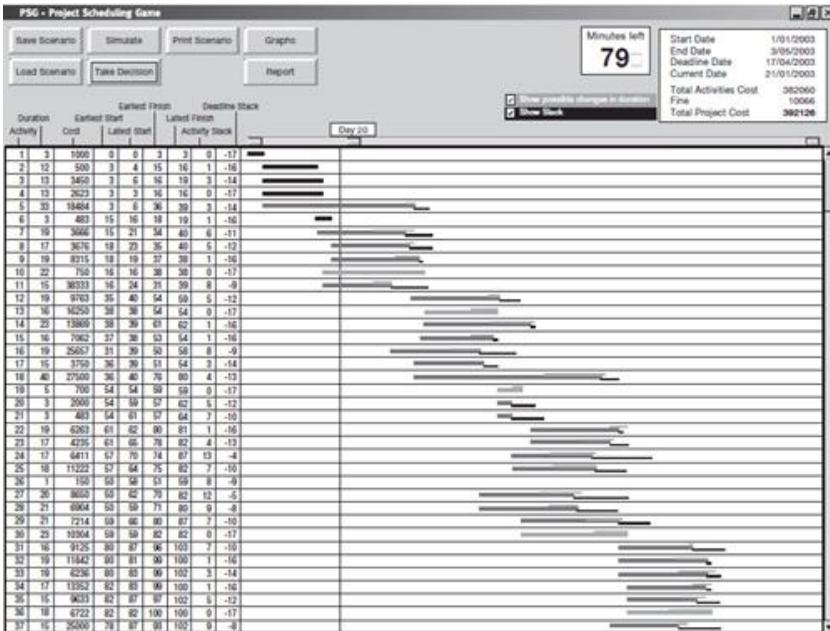


Figura 24. Ferramenta PSG

A UI é dividida em três etapas. A primeira apresenta a teoria sobre o método CPM, e também as características gerais do projeto utilizado na ferramenta. Na segunda etapa os alunos são organizados em grupos, e têm 80 minutos para realizar a atividade com uso da ferramenta. Já a última etapa proporciona uma discussão geral entre os alunos sobre as estratégias para gerenciar o projeto. A avaliação dos alunos é realizada pela pontuação obtida com o uso da ferramenta, que é calculada com base no custo total ao final do projeto.

A avaliação da UI foi realizada pelo *feedback* verbal dos alunos que consideraram a UI muito útil, pois por meio da abordagem de tentativa e erro foi possível entender a técnica CPM, possibilitando a identificação das atividades com maior prioridade, para alocar os recursos do projeto e evitar atrasos.

3.1.4. Extração de dados

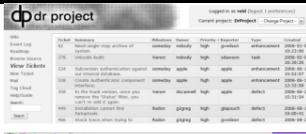
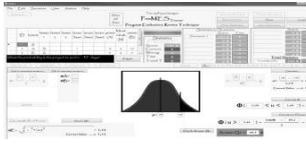
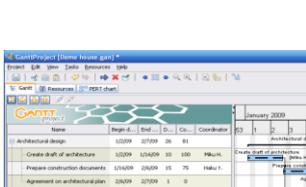
Após a seleção dos trabalhos, seus dados foram extraídos de forma estruturada, a fim de obter informações para responder as

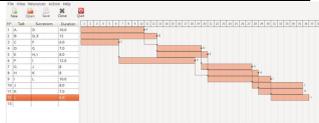
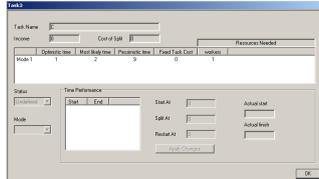
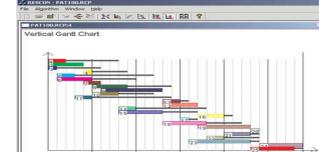
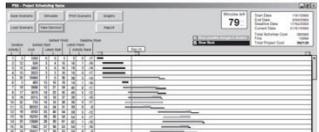
questões de pesquisa. Os dados extraídos para cada questão de pesquisa são apresentados a seguir:

- **QP1:** nome da ferramenta, classificação (disponibilidade (*open-source* ou proprietária), plataforma (*web-based* ou *desktop*), propósito (uso geral ou educacional)), principais funcionalidades, características educacionais, e *screenshot*.
- **QP2:** grupos de processos e áreas de conhecimento abordadas, objetivos educacionais, funcionalidades ensinadas, estratégia instrucional, atividades realizadas, método de avaliação dos alunos, carga horária da UI.
- **QP3:** objetivos da avaliação, instrumento para coleta de dados, tamanho da amostra, método de avaliação e nível da avaliação.

Primeiramente são apresentadas as características gerais das ferramentas utilizadas (Tabela 27).

Tabela 27. Características Gerais das Ferramentas de GP

ID	Nome da ferramenta	Classificações	Principais funcionalidades	Características educacionais	Screenshot
S1	DrProject	<i>Open-source</i> , web-based e educacional.	Criação de tickets (análogo à criação de atividades do projeto e alocação de recursos humanos), <i>mailing lists</i> para comunicação do projeto, e <i>wiki</i> para organizar a documentação do projeto.	- <i>Mailing lists</i> para facilitar a comunicação do projeto entre os membros da equipe e o professor. -Os formulários contêm apenas os campos estritamente necessários para o contexto da UI.	
S2	MS-Project	Proprietária, desktop, e uso geral.	Desenvolvimento do cronograma, definição da equipe do projeto, configuração do valor hora para os recursos humanos, atualização do progresso do projeto, e monitoramento e controle de <i>baselines</i> .	Não se aplica.	
S3	ProMES	<i>Open-source</i> , desktop, e educacional.	Suporte a aplicação das técnicas de CPM, PERT, e matriz RACI.	-Proporciona cenários e níveis de dificuldade para aplicar as técnicas CPM, PERT, e matriz RACI. -Configuração de níveis de experiência: <i>trainee</i> (a ferramenta auxilia o aluno) e <i>professional</i> (nenhum auxílio é fornecido). -Vídeo tutorial que demonstra como utilizar as funcionalidades da ferramenta.	
S4	Gantt project	<i>Open-source</i> , desktop, e uso geral.	Desenvolvimento do cronograma, atualização do progresso e monitoramento do projeto.	Não se aplica.	

ID	Nome da ferramenta	Classificações	Principais funcionalidades	Características educacionais	Screenshot
S5	PpcProject and MS-Project.	PpcProject: <i>Open-source</i> , desktop e educacional. MS-Project: proprietária, desktop e de uso geral.	Desenvolvimento do cronograma, suporte as técnicas de CPM, PERT, e nivelamento de recursos.	O histórico de todos os cálculos são apresentados na tela para o aluno acompanhar o procedimento .	
S6	Project Team Builder - PTB	Proprietária, desktop, e educacional.	Definição dos pacotes de trabalho, desenvolvimento do cronograma, registo de estimativas de esforço, recursos, duração, e custos.	Proporciona cenários para simular a execução do plano do projeto, demandando que os alunos tomem decisões com base em relatórios de monitoramento e controle para atender as restrições do projeto.	
S7	RESCON	<i>Open-source</i> , desktop, e educacional.	Desenvolvimento do cronograma, CPM, alocação de RH.	- Projeções <i>what-if</i> para os alunos analisarem os efeitos da inclusão de HR nas restrições do projeto. - Simulação da execução de diferentes algoritmos de desenvolvimento de cronogramas.	
S8	Project Scheduling Game - PSG	Proprietária, desktop, e educacional.	Desenvolvimento do cronograma, CPM, alocação de RH, e estimativa de custos.	Simulação da execução do plano do projeto, demandando que os alunos tomem decisões sobre a alocação dos RH para atender as restrições de tempo e custos do projeto.	

Informações relacionadas às estratégias instrucionais para ensinar o uso das ferramentas de GP (QP2) são apresentadas na Tabela 28. Como alguns trabalhos não apresentam determinadas informações explicitamente, algumas conclusões foram inferidas com base nos relatos apresentados nos trabalhos.

Tabela 28. Informações relacionadas às estratégias instrucionais (RQ2)

ID	Grupos de processos	Áreas de conhecimento	Objetivos educacionais	Funcionalidades ensinadas	Estratégias instrucionais e atividades	Método de avaliação alunos	de dos	Carga horária
S1	Iniciação, planejamento, execução, monitoramento e controle, e encerramento.	Tempo, RH, e comunicação.	Após as aulas sobre o uso de ferramentas de GP os alunos devem utilizar uma ferramenta de GP para iniciar um projeto, criar seu plano, e manter seu progresso atualizado durante sua execução.	Desenvolvimento do cronograma, <i>upload</i> e organização da documentação do projeto, comunicação pela ferramenta de GP.	Classificação: Aprendizagem Experiencial Atividades: -Elaboração do plano do projeto utilizando uma ferramenta de GP. -Execução do projeto planejado e atualização do progresso utilizando a ferramenta de GP.	Não informado.		Não informado *A UI teve 7 semanas de duração.
S2	Iniciação, planejamento, execução, monitoramento e controle, e encerramento.	Tempo, RH, e comunicação.	Após as aulas sobre o uso de ferramentas de GP os alunos devem utilizar uma ferramenta de GP para iniciar um projeto, criar seu plano, e manter seu progresso atualizado durante sua execução.	Desenvolvimento do cronograma e monitoramento.	Classificação: Aprendizagem Experiencial Atividades: - Elaboração do plano do projeto utilizando uma ferramenta de GP. -Execução do projeto planejado em grupos de alunos. -Produção de artefatos do projeto durante seu ciclo de vida.	-Entrega de exercícios realizados utilizando a ferramenta de GP. -Prova teórica com questões objetivas. -Apresentação sobre os o projeto para os outros estudantes.		Não informado *A UI teve 7 semanas de duração.
S3	Planejamento	Tempo e RH.	Após as aulas sobre o uso de ferramentas de GP os alunos devem utilizar uma ferramenta de GP para aplicar as técnicas CPM, PERT, e matriz RACI.	Técnicas PERT, CPM e matriz RACI.	Classificação: Aprendizagem Experiencial Atividades: -Resolução de problemas utilizando as técnicas PERT, CPM, e matriz RACI. - Para cada técnica são executados exercícios com níveis ascendentes de dificuldade.	Entrega da solução dos problemas.		Não informado
S4	Iniciação,	Escopo, tempo,	Após as aulas sobre o uso	Desenvolvimento do	Classificação:	- Apresentação do		40 horas

ID	Grupos de processos	Áreas de conhecimento	Objetivos educacionais	Funcionalidades ensinadas	Estratégias instrucionais e atividades	Método de avaliação alunos	de dos	Carga horária
	planejamento, execução, monitoramento e controle, e encerramento.	e HR.	de ferramentas de GP os alunos devem utilizar uma ferramenta de GP para iniciar um projeto, criar seu plano, e manter seu progresso atualizado durante sua execução.	cronograma.	Aprendizagem Experiencial Atividades: -Elaboração do plano do projeto utilizando uma ferramenta de GP. -Execução do projeto planejado em grupos de alunos.	projeto em 10 minutos para os outros estudantes. - Prova teórica com questões objetivas.		*20 encontros de 2 horas de duração.
S5	Planejamento	Tempo e RH.	Após as aulas sobre o uso de ferramentas de GP os alunos devem utilizar uma ferramenta de GP para aplicar as técnicas CPM, PERT, e nivelamento de recursos.	Técnicas PERT, CPM, e nivelamento de recursos.	Classificação: Aprendizagem Experiencial Atividades: Resolução de problemas em níveis ascendentes de dificuldade, envolvendo o uso das técnicas CPM, PERT, e nivelamento de recursos.	Entrega da solução dos problemas.		4 horas *2 encontros de 2 horas de duração.
S6	Planejamento, execução, monitoramento e controle.	Escopo, Tempo, RH, Custos.	Após as aulas sobre o uso de ferramentas de GP os alunos devem saber utilizar funcionalidades para desenvolver o cronograma, alocar RH, e consultar relatórios de monitoramento e controle do projeto.	Desenvolvimento do cronograma, alocação e nivelamento de RH.	Classificação: Aprendizagem Experiencial Atividades: -Elaboração do plano do projeto utilizando uma ferramenta de GP. - Gerenciar os recursos do projeto durante a simulação da execução do plano do projeto.	Não informado.		1 hora
S7	Planejamento	Tempo, RH.	Após as aulas sobre o uso de ferramentas de GP os alunos devem saber utilizar uma ferramenta de GP para desenvolver o cronograma de um projeto utilizando técnicas para	Desenvolvimento do cronograma, e alocação de RH.	Classificação: Aprendizagem Experiencial Atividades: - Definição das atividades, e das estimativas de esforço e recursos para as atividades do projeto.	Não informado.		Não informado. * A UI ocorreu durante um semestre inteiro.

ID	Grupos de processos	de	Áreas de conhecimento	de	Objetivos educacionais	Funcionalidades ensinadas	Estratégias instrucionais e atividades	Método de avaliação dos alunos	de	Carga horária
					resolver problemas de restrições de recursos.		- Execução de diferentes algoritmos de desenvolvimento do cronograma utilizando a ferramenta de GP, e comparação dos resultados.			
S8	Planejamento, execução, monitoramento e controle.		Tempo, Custos.	RH,	Após as aulas sobre o uso de ferramentas de GP os alunos devem saber utilizar funcionalidades para desenvolver o cronograma, alocar RH, e consultar relatórios de monitoramento e controle do projeto.	Desenvolvimento do cronograma, CPM, e alocação de RH.	Classificação: Aprendizagem Experiencial Atividades: -Elaboração do plano do projeto utilizando uma ferramenta de GP. - Gerenciar os recursos do projeto durante a simulação da execução do plano do projeto.	Pontuação obtida pelos alunos ao realizarem as atividades utilizando a ferramenta de GP. Esta pontuação é calculada com base no custo total do projeto no seu encerramento.		2 horas

Os dados relacionados à avaliação da efetividade da estratégia instrucional (QP3) são apresentados na Tabela 29.

Tabela 29. Informações relacionadas à avaliação da estratégia instrucional (QP3)

ID	Objetivo da avaliação	Instrumento para coleta de dados	Tamanho da amostra	Método de avaliação	Nível da avaliação
S1	Avaliar se os estudantes são capazes de gerenciar e executar projetos sistematicamente utilizando uma ferramenta de GP.	Observação e dados da base de dados da ferramenta de GP.	Não informado. *Superior a 25 estudantes	Observação subjetiva de forma <i>ad-hoc</i> .	Reação
S2	Avaliar se os estudantes conseguem gerenciar e executar projetos de acordo um processo pré-definido e utilizando uma ferramenta de GP.	Observação e apresentação oral dos estudantes.	130	Observação subjetiva de forma <i>ad-hoc</i> .	Reação
S3	Avaliar a aprendizagem dos estudantes nas técnicas CPM, PERT, e matriz RACI pelo uso de uma ferramenta de GP educacional.	Observação e <i>feedback</i> verbal dos estudantes.	20	Observação subjetiva de forma <i>ad-hoc</i> .	Reação
S4	Avaliar se os estudantes são capazes de elaborar e apresentar um plano de projeto com suporte de uma ferramenta de GP.	Teste escrito e questionário.	47	Avaliação das notas dos estudantes na disciplina, e respostas do questionário.	Aprendizagem
S5	Avaliar entre as ferramentas de GP PpcProject e MS-Project, qual é mais apropriada para propósitos educacionais.	Questionário.	54	Os estudantes responderam a um questionário duas vezes. Uma sobre sua experiência ao realizar atividades de GP utilizando o PpcProject, e outra após fazer o mesmo no MS-Project.	Reação
S6	Avaliar se os estudantes são capazes de gerenciar os recursos de um projeto respeitando suas restrições com apoio de uma ferramenta de GP.	Observação e <i>feedback</i> verbal dos estudantes.	Não informado.	Observação subjetiva de forma <i>ad-hoc</i> .	Reação
S7	Avaliar se os estudantes compreenderam o método CPM e	Observação e <i>feedback</i> verbal dos estudantes.	121	Observação subjetiva de forma <i>ad-hoc</i> .	Reação

técnicas para o desenvolvimento de cronograma em situações de restrições de recursos, com apoio de uma ferramenta de GP educacional.

S8	Avaliar se os estudantes são capazes de gerenciar os recursos de um projeto respeitando suas restrições com apoio de uma ferramenta de GP.	Observação e <i>feedback</i> verbal dos estudantes.	Não informado.	Observação subjetiva de forma <i>ad-hoc</i> .	Reação
----	--	---	----------------	---	--------

3.1.5. Análise e discussão

A discussão busca responder às questões de pesquisa com base nos dados extraídos dos trabalhos selecionados pela RSL.

Em relação às ferramentas de GP ensinadas (**RQ1**) foi observado que ferramentas profissionais são tipicamente adotadas para o ensino. Entretanto muitos estudos (REID & WILSON, 2007; GREGORIOU, KIRYTOPOULOS, & KIRIKLIDIS, 2010; SALAS-MORERA, ARAUZO-AZOFRA, & GARCÍA-HERNÁNDEZ, 2013) destacam carências no suporte deste tipo de ferramenta para determinados processos de GP, assim como, a ausência de aspectos educacionais. Buscando cobrir estas lacunas foram desenvolvidas ferramentas de GP educacionais, tais como: DrProject, ProMES, e PpcProject. Aspectos educacionais destas ferramentas incluem a configuração de níveis de dificuldade, definição do perfil do aluno para explicação passo a passo nos perfis menos experientes, e vídeos tutoriais para o uso das principais funcionalidades. Além disso, a ferramenta PpcProject foi comparada ao MS-Project, e os resultados demonstraram que esta se mostrou tão completa quanto em relação às funcionalidades suportadas, mas superior em aspectos educacionais.

Quando analisada as estratégias instrucionais para ensinar o uso de ferramentas de GP (**RQ2**), foi observado que em todos os casos esta foi classificada como aprendizagem experimental, porque envolviam o uso da ferramenta de GP em aulas práticas em laboratórios de informática. Apenas alguns estudos relataram que os alunos tiveram alguma instrução sobre o uso da ferramenta de GP antes de iniciarem seu uso. Nos outros casos, os estudantes precisaram aprender a utilizar a ferramenta de GP pela análise exploratória de suas funcionalidades. Também foi observado que a área de conhecimento de gerenciamento de tempo foi a mais abordada. O gerenciamento de recursos humanos foi a segunda área de conhecimento mais abordada, principalmente por causa do processo de alocar recursos humanos. Foram identificados três tipos principais de estratégias instrucionais: A primeira é relacionada à execução de projetos práticos (os alunos organizados em grupos desenvolvem um software e utilizam uma ferramenta de GP para planejar e monitorar o projeto); e o segundo tipo foca na aplicação de técnicas específicas, como CPM e PERT. Neste caso o professor apresenta problemas e os estudantes trabalham para encontrar as soluções utilizando a ferramenta de GP. O terceiro tipo de estratégia foca no gerenciamento dos recursos do projeto durante simulações da execução do plano do projeto, exigindo do aluno a tomada de decisões

com base em relatórios de monitoramento e controle do projeto. O primeiro tipo de estratégia cobre, ao menos minimamente, todos os grupos de processos, enquanto a segunda aborda apenas o grupo de processo de planejamento, e a terceira o grupo de processo de planejamento, execução, e monitoramento e controle. Quanto à carga horária da UI, a primeira estratégia requer mais horas do que a segunda, pois ela inclui a execução do projeto pelos alunos, enquanto a segunda e terceira envolvem apenas a aplicação de técnicas específicas com o uso da ferramenta de GP.

Sobre a avaliação da efetividade das estratégias instrucionais (RQ3), todos os estudos reportados realizaram ao menos uma avaliação subjetiva, normalmente de maneira *ad-hoc*, baseada na opinião dos autores e em alguns casos no *feedback* dos alunos. As avaliações concluíram que as estratégias instrucionais apresentadas auxiliaram os alunos a aprenderem os conceitos de GP e prepara-los para carreira profissional. Alguns trabalhos realizaram a avaliação de forma mais sistemática, como o trabalho de Bhattacharya (2013) que avaliou a qualidade da estratégia instrucional baseada na nota dos alunos na UI, e de Salas-Morera, Arauzo-Azofra e García-Hernández (2013) que aplicaram um questionário aos estudantes para identificar sua aprendizagem com a estratégia instrucional utilizada. Ainda, na maioria dos casos a avaliação foi classificada no nível de reação, pois a avaliação foi realizada pela perspectiva dos alunos, identificada pelo uso de questionários e/ou *feedback* verbal.

Ao analisar as questões de pesquisa da RSL ficou evidente que o ensino das ferramentas de GP auxilia os alunos na compreensão dos conceitos de GP, e provem oportunidades para os alunos adquirirem experiência prática através da aplicação dos conceitos em ferramentas de GP. Entretanto, foi identificado que as estratégias instrucionais são muito focadas nas áreas de conhecimento de gerenciamento de tempo e RHs, e minimamente abordam outras áreas de conhecimento do GP. Nenhum trabalho abordou o gerenciamento de riscos, gerenciamento da qualidade, gerenciamento de custos, entre outras. Desta forma, também foi evidenciado que as UI desenvolvidas para o ensino do uso de ferramentas de GP não contém estratégias instrucionais para cobrir todo o processo de GP, assim foram identificadas lacunas ainda existentes nesta área, tão importante para o sucesso de projetos.

3.1.6. Ameaças à validade

As ameaças à RSL são apresentadas seguindo a estrutura de Unterkalmsteiner et al. (2012), abrangendo o viés de publicações científicas, o processo de busca, e a seleção dos artigos.

Uma ameaça comum a toda RSL é o próprio viés inerente às publicações científicas, em que a maioria dos resultados refere-se ao sucesso nas experiências e não ao fracasso. Esta ameaça pode ter afastado a identificação de formas de avaliar a eficácia de determinada estratégia instrucional. Tal ameaça foi mitigada pela inclusão de uma questão de pesquisa voltada para avaliação das estratégias instrucionais.

Na etapa de busca a principal ameaça é que artigos relevantes não sejam encontrados. A mitigação desta ameaça envolveu o uso de sinônimos para todos os termos de busca. Em contra partida foi retornada uma grande quantidade de resultados (mais de 2000 artigos), em geral irrelevantes. Por exemplo, os termos de busca para o conceito de ferramenta, trouxe artigos voltados para o ensino à distância, jogos, ou simuladores. Outras formas de mitigar esta ameaça foram a utilização de diversas fontes de dados, cobrindo a maioria das publicações científicas na área, e a inclusão manual de artigos baseado na seção do estado da arte dos artigos relevantes encontrados.

Na etapa de seleção dos artigos relevantes uma ameaça constante é a influencia das opiniões pessoais do pesquisador. A mitigação desta ameaça envolveu o registro do critério de exclusão para cada artigo considerado irrelevante, assim exigindo uma evidencia clara do motivo da decisão.

3.1.7. Conclusões

A RSL buscou identificar as estratégias instrucionais que estão sendo adotadas para ensinar o uso de ferramentas de GP em cursos superiores de computação. Para atingir este objetivo a RSL identificou os estudos mais relevantes na área. Estes resultados demonstraram que tipicamente o ensino do uso de ferramentas de GP ocorre em aulas práticas, geralmente em laboratórios de informática, e com estratégias instrucionais que variam de resolver problemas específicos ou planejar e executar um projeto de software. Os objetivos educacionais normalmente são focados no gerenciamento de tempo e RHs, minimamente ou não abordando outras áreas de conhecimento. Isto em parte aparenta estar relacionado à falta de suporte das ferramentas de GP a estas outras áreas de conhecimento não abordadas. Por exemplo, o

gerenciamento de riscos, aquisições, e qualidade não foi abordado por nenhum estudo. Deste modo, apesar dos esforços, é evidente que o ensino do uso de ferramentas de GP ainda não cobre todo o processo de GP, que é essencial para um gerenciamento mais eficaz e eficiente e para o sucesso dos projetos.

3.2. FEEDBACK INSTRUCIONAL NO ENSINO DE FERRAMENTAS DE GP

Apesar das UIs existentes para o ensino de ferramentas de GP, ainda existem algumas lacunas para o ensino desta competência, como a limitação do conteúdo abordado, e falta de motivação dos alunos (SALAS-MORERA, ARAUZO-AZOFRA, & GARCÍA-HERNÁNDEZ, 2013). Neste contexto, uma abordagem que pode auxiliar na melhoria da aprendizagem dos alunos é o *feedback* instrucional, que provê uma resposta as ações dos alunos, indicando como eles podem melhorá-las, direcionando-os ao atendimento dos objetivos de desempenho da UI (KLEIJ, EGGEN, TIMMERS, & VELDKAMP, 2012).

Para poder incluir uma técnica de *feedback* instrucional na UI proposta por esta tese, necessita-se conhecer como este tipo de técnica vem sendo aplicada no ensino de ferramentas de GP. Por este motivo foi realizada uma RSL (KITCHENHAM, 2004), identificando as UIs existentes e analisando e discutindo suas variações e benefícios (GONÇALVES & WANGENHEIM, 2016b). Apesar desta RSL buscar um subconjunto dos resultados da primeira, sua execução ocorreu aproximadamente 2 anos após, o que justificou uma nova busca de resultados. Os resultados desta RSL podem ser úteis para professores que podem adotar estas UIs em suas aulas, e também para *designers* instrucionais que podem adotar alguma das estratégias de *feedback* instrucional no desenvolvimento de novas UIs.

3.2.1. Definição da RSL

Buscando identificar os estudos que já empregaram alguma estratégia de *feedback* instrucional para ensinar sobre ferramentas de GP, foi decidido utilizar o método de pesquisa de RSL.

Questões de pesquisa

- **QP1.** Quais são as UIs existentes para o ensino de ferramentas de GP que empregam o uso de alguma estratégia de *feedback* instrucional?
- **QP2.** Quais são as características do *feedback* instrucional empregado?
- **QP3.** Quais as ferramentas de software adotadas para auxiliar na entrega do *feedback* instrucional?
- **QP4.** Como a efetividade do *feedback* instrucional foi avaliada?

Para seleção de estudos que possibilitem responder as questões de pesquisa, foram definidas fontes de dados, sendo estas: IEEEExplore (ieeexplore.ieee.org), ACM Digital Library (dl.acm.org), ScienceDirect (sciencedirect.com), Wiley online library (onlinelibrary.wiley.com), SpringerLink (springerlink.com), e Scopus (scopus.com). Estas fontes de dados foram escolhidas por sua relevância na área de ES e por sua disponibilidade no portal CAPES. Para realizar consultas nestas fontes de dados foram definidas palavras-chave com base nos principais conceitos presentes no objetivo da pesquisa (Tabela 30). As palavras-chaves e seus respectivos sinônimos foram escritos em inglês, pois este foi o idioma escolhido para seleção dos estudos.

Tabela 30. Palavras-chave

Conceito	Palavra-chave e sinônimos
<i>Feedback</i>	<i>Feedback, formative evaluation, formative assessment.</i>
<i>Education</i>	<i>Education, teaching, learning,</i>
<i>Project Management</i>	<i>Project management, PMBOK.</i>
<i>Tool</i>	<i>Tool, system, software.</i>

Buscando selecionar apenas os estudos significativos para auxiliar a responder as questões de pesquisa, foram definidos critérios de inclusão e de exclusão. Neste sentido, foram selecionados apenas os estudos publicados entre janeiro de 2006 e janeiro de 2016, formando um período de 10 anos. Esta limitação teve o objetivo de limitar a quantidade de resultados a serem analisados. Também foram selecionados apenas os estudos escritos em inglês, publicados em periódicos e eventos científicos, devido ao processo de revisão aos pares, tipicamente empregados na revisão destes estudos. Como critérios de exclusão, foram excluídos estudos não relacionados ao ensino de

ferramentas de GP, assim como estudos focados em métodos ágeis, tais como XP ou SCRUM, ou ainda exclusivamente focados na teórica de GP (e.g. simuladores de testes de certificação). Por fim, foram excluídos estudos não relacionados à área da Computação.

3.2.2. Condução da RSL

A RSL definida foi executada em janeiro de 2016, e quantidade de resultados retornados de cada fonte de dados é apresentada na Tabela 31.

Tabela 31. Resultados retornados por fonte de dados

Fonte de dados	Resultados da busca
ACM Digital Library	18
IEEEExplore	39
ScienceDirect	3
Scopus	26
SpringerLink	178
Wiley online library	15
Total	279

Os resultados retornados foram primeiramente analisados por seu título e pelo trecho do texto do artigo apresentado junto aos resultados da busca. Quando não enquadrado em nenhum critério de exclusão, o resumo do estudo também foi analisado. O texto completo do artigo foi analisado apenas quando o resumo não apresentou nenhuma evidência de critério de exclusão. A maioria dos estudos foi excluída por não abordar o ensino de ferramentas de GP, e sim outros assuntos irrelevantes para esta pesquisa, tais como programação, métodos ágeis, entre outros. Muitos estudos também foram excluídos porque o termo *feedback* refletia a opinião dos alunos ou especialistas sobre alguma estratégia de ensino específica, e não relacionado ao emprego de uma estratégia de feedback instrucional por uma UI. Alguns estudos também foram excluídos por abordarem o emprego de técnicas de *feedback* por gerentes de projetos ao falarem com membros de equipe. Outra quantidade significativa de estudos foi excluída por não estar relacionada à área da Computação. Os critérios de exclusão dos estudos foram revisados por dois pesquisadores para minimizar as chances de excluir estudos relevantes. Após analisar todos os estudos, aqueles selecionados são apresentados na Tabela 32.

Tabela 32. Estudos selecionados

ID	Referência
S1	D. Rodriguez et al. E-Learning in Project Management Using Simulation Models: A

	Case Study Based on the Replication of an Experiment. IEEE Transactions on Education, vol. 49, n. 4, pp. 451-463, 2006.
S2	Y. Tachikawa et al. A method for evaluating project management competency acquired from role-play training. In: Proc. of IEEE Global Engineering Education Conference, Berlin, 2013.
S3	R. Vivian et al. The Development of a Dashboard Tool for Visualising Online Teamwork Discussions. In: Proc. of 37th IEEE International Conference on Software Engineering (ICSE), Florence, 2015.
S4	L. Xiao et al. Promoting Reflective Thinking in Collaborative Learning Activities. In: Proc. of 8th Int. Conf. on Advanced Learning Technologies, Cantabria, 2008.
S5	A. Chua, and R. Balkunje. An Exploratory Study of Game-based M-learning for Software Project Management Journal of Universal Computer Science, vol. 18, n. 14, pp. 1933-1949, 2012.
S6	G. Dixon. Service learning and integrated, collaborative project management. Project Management Journal, vol. 42, n. 1, pp. 42-58, 2011.
S7	G. Gregoriou, K. Kirytopoulos, and C. Kiriklidis. Project Management Educational Software (ProMES). Computer Applications in Engineering Education, vol. 21, n. 1, pp. 46-59, 2010.
S8	U. Ojiako et al. The criticality of transferable skills development and virtual learning environments used in the teaching of project management. Project Management Journal, vol. 42, n. 4, pp. 76-86, 2011.

3.2.3. Extração de dados

Nesta seção são apresentados os dados extraídos para responder a cada questão de pesquisa. O primeiro conjunto de dados extraídos tem o objetivo de caracterizar as UIs que adotam alguma estratégia de *feedback* instrucional para melhorar a aprendizagem dos alunos (Tabela 33). Para cada UI foi identificado seus objetivos de desempenho e suas atividades instrucionais.

Tabela 33. Caracterização das Unidades Instrucionais

ID	Após das aulas da UI os alunos devem:	Atividades Instrucionais
S1	Compreender o impacto das restrições de tempo, escopo, e custo, e seus efeitos durante o gerenciamento do projeto.	Os alunos utilizam um simulador de ferramenta de GP para inserir informações relacionadas a um plano de projeto. Depois, são executadas diversas rodadas de simulação sobre o plano do projeto definido, e os alunos visualizam o impacto do plano definido no desempenho do projeto.
S2	Interpretar os indicadores de performance do projeto, e tomar decisões adequadas com base nestes dados.	Os alunos utilizam um simulador de ferramenta de GP que apresenta informações relacionadas à Análise do Valor Agregado (AVA). Este simulador inclui um <i>chat bot</i> que assume o papel de diferentes <i>stakeholders</i> , como membros de equipe, cliente, e patrocinador, que pedem informações sobre o projeto, que o aluno deve responder com base nas informações da AVA.
S3	Compreender como utilizar uma ferramenta de GP para	Os alunos organizados em grupos devem desenvolver um projeto de software e utilizar uma

ID	Após das aulas da UI os alunos devem:	Atividades Instrucionais
	registrar os documentos relacionados ao projeto, e os canais de comunicação com os <i>stakeholders</i> .	ferramenta e GP para registrar sua documentação. As interações de entre os membros da equipe (liderança, busca por <i>feedback</i> , fornecimento de <i>feedback</i>) são automaticamente analisadas, resultando em um <i>feedback</i> imediato sobre a comunicação entre os membros da equipe, e apresentadas em um gráfico de <i>dashboard</i> .
S4	Compreender como utilizar uma ferramenta de GP para documentar o raciocínio que levou as decisões sobre o gerenciamento do projeto, quais são necessárias durante o planejamento e a execução do projeto.	Os alunos organizados em grupos devem desenvolver um projeto de software, realizando seu planejamento em uma ferramenta de GP colaborativa. Durante seu planejamento e execução, todas as decisões relacionadas ao GP deve ter seu raciocínio documentado na ferramenta. As explicações documentadas por um aluno podem ser melhoradas por outros, gerando assim um <i>feedback</i> colaborativo entre os alunos.
S5	Compreender como utilizar uma ferramenta da GP para avaliar o CPM, o nivelamento de recursos, e preparar um gráfico de Gantt.	Os alunos utilizam um simulador de uma ferramenta de GP para executar diversas rodadas de simulação. A cada rodada, os alunos devem tomar decisões com base no CPM, no gráfico de Gantt, utilizando técnicas como o nivelamento de recursos.
S6	Compreender o processo de GP e como aplicar seus conceitos em um projeto prático.	Os alunos devem gerenciar projetos de software reais, derivados de um convênio da universidade com empresas. Os alunos organizados em grupos devem planejar e conduzir a execução do projeto, recebendo constantemente o <i>feedback</i> de seus professores.
S7	Compreender como aplicar as técnicas de CPM, PERT, e matriz RACI utilizando uma ferramenta de GP.	Os alunos devem realizar exercícios relacionados às técnicas CPM, PERT, e matriz RACI utilizando uma ferramenta de GP. A ferramenta automaticamente avalia as interações do aluno com suas funcionalidades e provê <i>feedback</i> automático.
S8	Compreender como utilizar uma ferramenta de GP para definir o escopo do projeto, desenvolver seu cronograma, e realizar a alocação de RHs.	Os alunos utilizam um simulador de ferramenta de GP para resolver problemas em 5 cenários distintos, cada um relacionado a um problema de escopo, tempo, e RHs. Após as simulações, a UI também inclui exercícios para serem realizados diretamente utilizando a ferramenta MS-Project.

Uma vez identificadas as UIs, as estratégias de *feedback* instrucionais adotadas foram caracterizadas (Tabela 34). As informações que foram extraídas incluem a abordagem de *feedback*, o momento de entrega, os canais de entrega, e sua caracterização quanto ao objetivo.

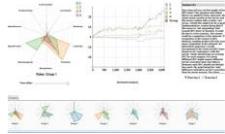
Tabela 34. Caracterização das estratégias de *feedback* instrucional (QP2)

ID	Abordagem	Momento de entrega	Avaliação da correitude	Objetivo	Canal de entrega
S1	Elaboração	Imediato	Construtivo	Formativo	Computer-based

S2	Elaboração	Imediato e postergado	Construtivo	Formativo	Computer-based e escrito pelo professor
S3	Elaboração	Imediato	Positivo e negativo	Somativo	Computer-based
S4	Verificação	Postergado	Construtivo	Formativo	Computer-based e por outros alunos
S5	Elaboração	Imediato e postergado	Construtivo	Formativo e Somativo	Computer-based
S6	Elaboração	Postergado	Construtivo	Formativo e Somativo	Presencialmente pelo professor (escrito e verbal)
S7	Verificação	Imediato	Negativo	Formativo	Computer-based
S8	Verificação	Imediato	Positivo e negativo	Somativo	Computer-based

A maioria das UIs identificadas adotam alguma ferramenta de software para auxiliar na entrega do *feedback* instrucional. Deste modo, foram extraídas as características mais relevantes destas ferramentas (Tabela 35).

Tabela 35. Caracterização das ferramentas educacionais adotadas para auxiliar na entrega do *feedback* instrucional (QP3).

ID	Ferramenta educacional	Principais funcionalidades para o GP	Características didáticas	Disponibilidade	Screenshot
S1	Project simulador	Planejamento do tamanho do escopo, e alocação de RHs.	Executa simulações com base no plano do projeto, e os alunos podem analisar os resultados da simulação e assim re-planejar o projeto a fim de concluí-lo dentro das restrições estipuladas.	Não disponível	
S2	ProMASTER	Monitoramento do projeto com base na AVA.	Apresenta diferentes comportamentos dos stakeholders com base em um <i>chatbot</i> . Apresenta dicas de como realiza o cálculo de indicadores da AVA.	Não disponível	Não apresentado
S3	PIAZZA	Repositório de documentos (wiki) e fóruns.	Esta não é uma ferramenta educacional, mas tem sido utilizada com propósitos educacionais. Os dados desta ferramenta são extraídos e analisados, para então entregar o feedback aos alunos.	Proprietária	
S4	Workspace	Registro das comunicações do projeto.	Provê um quadro de anotações compartilhado para documentar o raciocínio que levou as decisões relacionadas ao gerenciamento dos projetos. Assim auxiliando os alunos a articularem suas ideias, e promovendo discussões sobre o conteúdo da UI.	Não disponível	

ID	Ferramenta educacional	Principais funcionalidades para o GP	Características didáticas	Disponibilidade	Screenshot
S5	MAPLE	CPM, gráfico de Gantt, PERT, e nivelamento de recursos.	<p>Apresenta o desempenho dos alunos com base no tempo e orçamento remanescentes para o projeto.</p> <p>Periodicamente (a cada quarto) entrega feedback aos alunos.</p> <p>Apresenta um glossário com o vocabulário relacionado às atividades instrucionais.</p>	Não disponível	
S6	Estudo não adota	nenhuma ferramenta de software para apoiar na entrega do feedback	de software para apoiar na entrega do feedback	instrucional.	
S7	ProMES	CPM, PERT, e matriz RACI.	<p>Provê diversos cenários (exercícios) para aplicação de técnicas relacionadas ao GP.</p> <p>O feedback é entregue de forma automática aos alunos conforme as interações do mesmo com a ferramenta.</p>	Open-source	
S8	HBSP	Planejamento do tamanho do escopo, cronograma, e alocação de RHs.	<p>Executa simulações com base no plano do projeto, e o desempenho do projeto é apresentado em um dashboard. Os alunos podem analisar o dashboard, e assim re-planejar o projeto a fim de concluí-lo dentro das restrições estipuladas.</p>	Proprietária	

Também foi identificado como as estratégias de *feedback instrucional* propostas pelas UIs foram avaliadas, e quais foram os resultados encontrados. Estes dados são apresentados na Tabela 36, que indica qual o método de avaliação empregado, como os dados foram coletados, e quais foram os resultados da avaliação. Entre os métodos de avaliação estão: *ad-hoc* (informalmente analisando a reação dos alunos); estudos de caso (explicitamente definindo a avaliação e coletando dados sem grupo de controle); e experimento (explicitamente definindo a avaliação, e coletando dados com grupo de controle utilizando outra UI) (TOFAN, 2011). Além disto, foram extraídas as dimensões avaliadas (i.e. o que foi avaliado), incluindo a aprendizagem dos alunos, sua motivação, e sua percepção quanto à eficácia da estratégia instrucional empregada.

Tabela 36. Dados relacionados à avaliação das estratégias de *feedback* instrucional

ID	Objetivo de avaliação	Método da avaliação	Amostragem	Instrumento de coleta de dados	Dimensões avaliadas	Resultados da avaliação
S1	Avaliar a aprendizagem do grupo de estudantes que teve apoio da ferramenta de <i>e-learning</i> , com suporte a simulação do GP, e <i>feedback</i> imediato.	Experimento	11	Pré-teste e post-teste.	<ul style="list-style-type: none"> • Aprendizagem • Motivação 	Os alunos utilizando uma ferramenta de <i>e-learning</i> que incorpora um modelo de simulação de GP proporciona uma melhor aprendizagem do que os alunos que receberam apenas aulas teóricas.
S2	Avaliar a aprendizagem dos alunos proporcionada pela UI sobre interpretação de papéis utilizando a ferramenta de simulação com <i>chatbot</i> .	Estudo de caso	27	As mensagens enviadas pelo aluno ao <i>chatbot</i> .	<ul style="list-style-type: none"> • Aprendizagem • Estratégia • Materiais 	A aprendizagem dos alunos foi avaliada de acordo com uma rubrica de avaliação. E o <i>feedback</i> entregue aos alunos durante a UI foi percebida como de grande contribuição para esta aprendizagem.
S3	Avaliar a comunicação dos alunos em um projeto de software por meio da documentação compartilhada em uma ferramenta de GP.	Estudo de caso	26	As mensagens transmitidas entre os alunos por meio dos canais de comunicação oferecidos pela ferramenta.	<ul style="list-style-type: none"> • Aprendizagem • Motivação 	O <i>feedback</i> imediato entregue por meio do <i>dashboard</i> , possibilitou os alunos despenderem menos tempo analisando o desempenho da comunicação do projeto e mais tempo dedicado na realização do trabalho em equipe.
S4	Avaliar a capacidade dos alunos de documentarem os raciocínios que embasaram as todas de decisão de GP utilizando os canais de comunicação de uma ferramenta de GP.	<i>Ad-hoc</i>	30	Questionário utilizando itens na escala Likert.	<ul style="list-style-type: none"> • Aprendizagem • Estratégia • Motivação 	Os resultados demonstraram que os alunos consideraram o processo de documentar e compartilhar os raciocínios que levaram a tomada de decisões auxiliou os membros da equipe na compreensão dos conceitos básicos de GP.
S5	Avaliar a aprendizagem e a motivação dos alunos ao utilizarem a ferramenta	Estudo de caso	55	Questionário com questões fechadas e abertas	<ul style="list-style-type: none"> • Aprendizagem • Estratégia • Motivação 	O <i>feedback</i> entregue pela ferramenta MAPPLE contribuiu para aprendizagem dos alunos, e seus

ID	Objetivo de avaliação	Método da avaliação	Amostragem	Instrumento de coleta de dados	Dimensões avaliadas	Resultados da avaliação
	educacional MAPPLE.					
S6	Avaliar o impacto da participação dos alunos em projetos de software reais, no seu aprendizado sobre GP.	Estudo de caso	-	Questionário utilizando itens na escala <i>Likert</i> .	<ul style="list-style-type: none"> • Aprendizagem • Estratégia 	aspectos de gamificação auxiliaram no aumento da motivação dos alunos. Os alunos destacaram que o feedback os auxiliou a ficarem constantemente engajados durante todo o processo de GP sobre o projeto o qual eles estavam envolvidos.
S7	Avaliar se os alunos aprenderam sobre a aplicação das técnicas CPM, PERT, e Matriz RACI utilizando uma ferramenta da GP.	<i>Ad-hoc</i>	20	Observação e depoimento dos alunos	<ul style="list-style-type: none"> • Aprendizagem • Estratégia • Motivação 	Os alunos consideraram que o <i>feedback</i> facilitou sua aprendizagem. Destacaram que o fato do <i>feedback</i> apontar os problemas na resposta ao invés de revelar sua solução, proporcionou oportunidades para corrigir os problemas e chegar ao resultado esperado.
S8	Avaliar a percepção dos alunos quanto a sua aprendizagem, quando realizam exercícios de simulação em uma ferramenta de GP.	Estudo de caso	113	Questionário utilizando itens na escala <i>Likert</i> .	<ul style="list-style-type: none"> • Aprendizagem • Motivação 	Os alunos consideraram a simulação um modo de baixo risco para obter experiência com GP. O <i>feedback</i> formativo possibilitou os alunos a oportunidade de melhorar sua aprendizagem.

3.2.4. Análise e discussão

Nesta seção é analisada cada questão de pesquisa, para então avaliar o objetivo de pesquisa definido para esta RSL.

QP1. Quais são as UIs existentes para o ensino de ferramentas de GP que empregam o uso de alguma estratégia de *feedback* instrucional?

As UIs identificadas, em geral, têm seus objetivos de desempenho relacionados ao ensino de técnicas de GP das áreas de conhecimento de escopo, tempo, RHs, e comunicação (S1, S5, S7, S8), por exemplo, CPM, PERT, EVA, etc. Ainda é importante destacar que algumas UIs (S2, S3, S4) são centradas na área de conhecimento de comunicação, proporcionando canais de comunicação entre os alunos, que podem assumir diferentes papéis de *stakeholders* de um projeto de software. Todos os estudos identificados adotaram a aprendizagem experiencial como estratégia instrucional, de forma que os alunos precisaram utilizar uma ferramenta de GP, seja para desenvolver um projeto de software (S3, S4, S6), ou para execução de simulações (S1, S2, S5, S7, S8). A principal diferença entre estes tipos de UIs identificadas, é que aquelas que incluem o desenvolvimento do projeto de software demandam competências de programação pelos alunos, além de maior carga-horária. Já as UIs que utilizam ferramentas de simulação, podem ser realizadas em menor carga-horária, e pode ser aplicada quando o público-alvo não possui competências de programação. Porém, uma das vantagens os alunos precisarem executar o projeto, é que podem compreender melhor as dificuldades do GP devido à imersão dos alunos nos projetos. Por outro lado, as ferramentas de simulação podem induzir os alunos a situações em que os mesmos precisem lidar com problemas de GP, que podem não ocorrer durante o projeto prático sendo executado dentro da UI.

QP2. Quais são as características do *feedback* instrucional empregado?

Ao analisar como o *feedback* foi empregado pelas UIs identificadas, foi observado que ambas as abordagens por elaboração e verificação são empregadas. Embora seja evidente que a abordagem por elaboração seja mais adotada, contra apenas alguns estudos que empregam a abordagem por verificação, que normalmente destacam os erros presentes nas respostas entregues pelos alunos (S4, S7, S8). Em relação à avaliação da corretude, o *feedback* construtivo se mostrou o mais adotado, tendo apenas alguns estudos utilizando o *feedback*

negativo, onde os erros presentes na respostas dos alunos são destacados, sem fornecer orientações de como melhorar as respostas (S3, S7). Em relação ao momento de entrega, a maioria dos estudos adota o *feedback* imediato, entregue diretamente pela ferramenta de software adotada. Apenas alguns estudos encontrados adotaram o *feedback* postergado, que são entregues pelo instrutor após a realização de alguma atividade (S2, S6), ou pela ferramenta de software em determinados marcos alcançados pelos alunos (S4, S5). Deste modo, é possível observar, que abordagem formativa é a mais adotada, apresentando explicações sobre o conteúdo, e apontando erros nas respostas dos alunos, antes da entrega final das atividades. Por outro lado, a abordagem somativa foi adotada por alguns estudos com intuito de medir o desempenho dos alunos ao final das atividades, mas normalmente sem realizar a atribuição de notas diretamente (S3, S5, S8), utilizando indicadores como orçamento, tempo, e escopo remanescentes.

QP3. Quais as ferramentas de software adotadas para auxiliar na entrega do *feedback* instrucional?

A maioria da UIs identificadas adotou alguma ferramenta de software para auxiliar na entrega do *feedback*. Estas ferramentas tipicamente apresentam as mensagens de *feedback* em caixas de texto (para explicações) ou por painéis gráficos (para acompanhamento do desempenho). De maneira geral as ferramentas podem ser agrupadas de duas formas:

- a) **Simuladores de ferramentas de GP** (S1, S5, S7, S8): os alunos devem planejar o projeto e simular sua execução, tendo a oportunidade de atualizar o planejamento após analisar os resultados de cada rodada da execução.
- b) **Ferramentas de GP colaborativas** (S2, S3, S4): os alunos organizados em grupos devem documentar suas decisões e resultados derivados, e um aluno pode entregar *feedback* ao outro, assim contribuindo o conhecimento de forma colaborativa.

Apenas o estudo S7 não apresentou a adoção de nenhuma ferramenta de software para entrega de *feedback*, sendo este entregue diretamente pelo instrutor. A principal particularidade deste estudo é que os alunos tinham a oportunidade de gerenciar projetos de software reais, devido a uma parceria entre a instituição de ensino e a indústria de

software local. A oportunidade de aplicação prática do conhecimento pode ter reduzido a necessidade deste estudo em adotar uma ferramenta de GP educacional.

QP4. Como a efetividade do *feedback* instrucional foi avaliada?

Em geral a maioria dos estudos buscou avaliar a efetividade do *feedback* instrucional em relação a sua contribuição para a aprendizagem dos alunos. Entretanto, alguns estudos também buscaram avaliar os efeitos do *feedback* instrucional na motivação dos alunos. Em relação ao método de avaliação, a maioria dos estudos realizou estudos de caso, onde após os alunos participarem da UI, eles foram convidados para responder a um questionário de avaliação, normalmente baseado em itens na escala *Likert* (S4, S6, S8). O único estudo que realizou a avaliação por meio de um experimento foi o S1, definindo um grupo experimental que utilizou uma ferramenta de *e-learning* proposta, e um grupo de controle que utiliza o modelo clássico COCOMO (BOEHM, 1981). A aprendizagem e a motivação dos alunos foram avaliadas com base em pré-testes e pós-testes. Os resultados demonstraram que os alunos do grupo experimental obtiveram uma melhor aprendizagem do que o grupo de controle, e ficaram mais motivados quanto aos assuntos abordados pela UI.

Ao responder as questões, inicia-se a análise do desta RSL. Primeiramente é possível constatar que apesar de terem sido encontrados alguns estudos que abordam uso de *feedback* instrucional para o ensino de ferramentas de GP, ainda considera-se que são poucas iniciativas neste sentido, existindo uma lacuna a ser preenchida por um suporte mais abrangente do *feedback* instrucional a outros conteúdos relacionados as ferramentas de GP, como o suporte as áreas de conhecimento de GP não abordadas por nenhum dos estudos analisados.

E considerando os resultados obtidos pelas avaliações realizadas pelos estudos, conclui-se que o *feedback* instrucional tem uma boa recepção pelos alunos, e que este pode efetivamente melhorar sua aprendizagem. Porém, especificamente para o ensino de ferramentas GP, o *feedback* se faz uma técnica relevante, pois apenas utilizando a ferramenta o aluno pode não ter compressão se as técnicas de GP estão sendo corretamente executadas. Isto porque as ferramentas de GP tipicamente aceitam todas as informações inseridas pelo usuário, não criticando se o plano do projeto está consistente ou se existem restrições do projeto não atendidas. Deste modo, o *feedback* instrucional é um instrumento que pode ser explorado a fim de tornar o processo de

aprendizagem mais efetivo. Também se observou que quanto o *feedback* instrucional é automatizado como parte de uma ferramenta educacional, o esforço despendido pelo instrutor é reduzido, e sua entrega pode ocorrer de forma imediata aos alunos. Por fim, apesar de todos os avanços já realizados sobre este assunto, ainda existem diversas oportunidades de melhoria a serem exploradas, em especial sobre a cobertura do conteúdo, porque a maioria das ferramentas educacionais de GP ainda não inclui suporte a todo o processo de GP, abordando todas as áreas de conhecimento e grupos de processos.

3.2.5. Ameaças à validade

Uma ameaça comum a qualquer RSL é o viés inerente às publicações científicas, em que a maioria dos estudos busca divulgar seu sucesso e não suas falhas. Esta ameaça foi minimizada ao incluir uma questão de pesquisa específica para análise da avaliação da efetividade do *feedback* instrucional. Durante a busca por estudos a principal ameaça foi de não encontrar estudos relevantes. Isto foi minimizado ao incluir diversas fontes de dados e o uso de sinônimos para todas as palavras-chave definidas. E com respeito à seleção dos estudos, a principal ameaça é a influência da opinião pessoal dos pesquisadores nesta seleção. Isto foi minimizado ao explicitamente definir critérios de inclusão e exclusão destes estudos, e por realiza-lo por mais de um pesquisador, de forma a minimizar as chances de interpretações incorretas. Esta mesma ameaça pode influenciar na etapa de extração de dados, uma vez que nem todas as informações estão explícitas nos estudos, e em certos casos precisam ser inferidas pelos pesquisadores.

3.2.6. Conclusões

Após analisar mais de 250 estudos, foram identificadas 8 estudos que efetivamente abordarem o uso de estratégias de *feedback* instrucional em UIs para o ensino de ferramentas de GP. Identificou-se que em geral o *feedback* é entregue de forma imediata e seguindo a abordagem formativa, pelo provimento de explicações conceituais ou dicas que auxiliam na compressão da teoria de GP ou na sua correlação com as atividades práticas. Alguns estudos fizeram uso da abordagem somativa, sendo este *feedback* entregue por meio de recursos gráficos ao término das atividades.

Apesar dos estudos terem demonstrado que a combinação do *feedback* formativo e somativo ser uma técnica eficaz para promoção da

aprendizagem, muitas vezes o *feedback* formativo se torna inviável. Isto porque em turmas com grande quantidade de alunos, é bastante oneroso para o instrutor analisar as atividades que estão sendo desenvolvidas por cada aluno, e ainda prover o *feedback* formativo dentro do período da aula.

Para facilitar a entrega do *feedback* formativo a maioria dos estudos adotou alguma ferramenta de software. A utilização de ferramentas para realização das atividades instrucionais possibilita que todas as informações a respeito dos resultados produzidos pelos alunos fiquem registradas. Deste modo, é possível que a própria ferramenta processe estas informações e forneça a entrega do *feedback* de forma imediata para os alunos, sem a necessidade de intervenção do instrutor.

As conclusões destes estudos, indicam que o *feedback* instrucional é uma técnica importante para a aprendizagem dos alunos, e também pode significativamente contribuir para sua motivação nas atividades das UIs. Apesar disto, ainda existem poucas pesquisas apontando seu uso no ensino de ferramentas de GP.

3.3. ENSINO DE FERRAMENTAS DE GP NO BRASIL

Segundo as recomendações de currículo da Sociedade Brasileira de Computação (SBC) para os cursos de Ciência da Computação (SBC, 2005), muitos cursos superiores de computação não abordam de forma suficiente/adequada o ensino do uso de ferramentas de GP. Entretanto, em uma pesquisa realizada com egressos dos cursos de computação, os conhecimentos em GP têm se mostrado entre os mais importantes após seu ingresso no mercado de trabalho (WANGENHEIM & SILVA, 2009).

Pesquisas anteriores relatam experiências sobre como o ensino do uso de ferramentas de GP pode ser realizado em cursos superiores de computação (CAR, BELANI, & PRIPUŽIĆ, 2007; FABAC, RADOŠEVIC, & PIHIR, 2010). Porém, especificamente no contexto de instituições de ensino brasileiras, tais pesquisas não são encontradas. De forma mais ampla, algumas pesquisas já foram realizadas para caracterizar o ensino de Engenharia de Software (ES) no cenário brasileiro (SANTOS, WERNER, & TRAVASSOS, 2008; SCHOTS, SANTOS, & WERNER, 2009). Estas pesquisas foram realizadas sob o ponto de vista de professores, buscaram identificar problemas, soluções e desafios existentes na educação de ES no Brasil. Porém, não foram relatadas práticas sobre o ensino de ferramentas de GP.

Uma alternativa para identificar como o ensino de ferramentas de GP está sendo realizado nas instituições de ensino brasileiras é pela realização de um *survey* (YIN, 2014; KASUNIC, 2005). Esta é uma abordagem para extração de amostragens, que aliada a técnicas de coleta de dados, possibilita a identificação de UIs, das ferramentas de GP e estratégias instrucionais utilizadas, assim como dos métodos de avaliação destas UIs. O *survey* possibilita expor um número grande de indivíduos a um mesmo conjunto de questões. Outras vantagens deste método são a uniformidade das respostas, o anonimato dos participantes, além de não precisar ser realizado presencialmente (MCMILLAN & SCHUMACHER, 2009). Por fim, é possível identificar os avanços e lacunas ainda existentes no ensino de ferramentas de GP nos cursos superiores de computação das instituições de ensino brasileiras.

3.3.1. Metodologia

Para realização deste *survey* seguiu-se um processo sistemático (Figura 25) com base no método definido por Kasunic (KASUNIC, 2005) e apoiado na abordagem GQM (*Goal Question Metric*) (BASILI, CALDIERA, & ROMBACH, 1994), que auxilia na definição do objetivo da pesquisa, na derivação deste em questões de análise e métricas, e na análise e interpretação dos resultados.

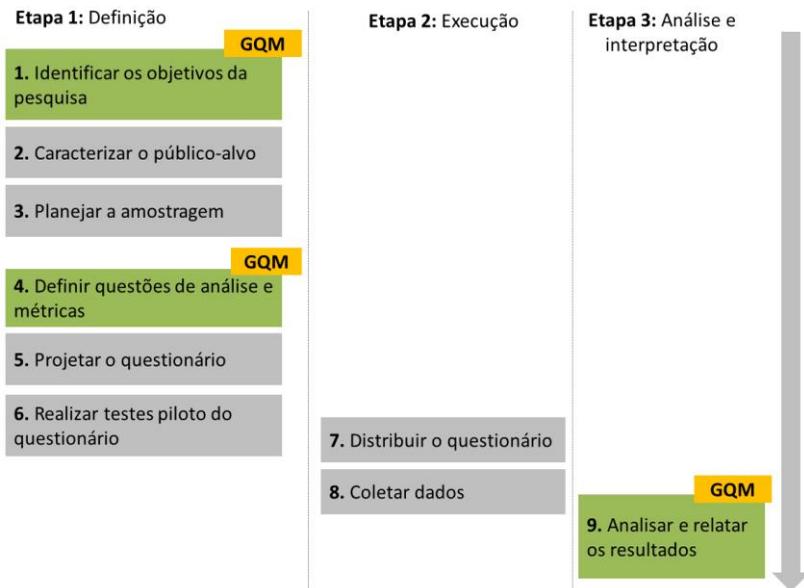


Figura 25. Processo para realização do *survey*.

Na etapa 1 (definição) é identificado o objetivo da pesquisa seguindo a abordagem GQM. Em seguida o público-alvo é caracterizado e a amostragem planejada. A seleção dos indivíduos segue uma amostra não probabilística, pois é necessário julgar sobre a participação de cada indivíduo (TOFAN, 2011; KASUNIC, 2005). Em seguida a abordagem GQM é utilizada para derivação das questões de análise e métricas (BASILI, CALDIERA, & ROMBACH, 1994). A coleta dos dados é operacionalizada pelo desenvolvimento de um questionário, representando cada métrica por um ou mais itens do questionário. A versão inicial do questionário foi testada em um pequeno piloto. O questionário foi disponibilizado *online* usando a ferramenta LimeSurvey (<https://www.limesurvey.org>), e os testes piloto avaliaram suas funcionalidades para *backup* e análise de dados.

Na etapa 2 (análise e interpretação) os dados são analisados. A síntese dos dados é realizada por análise estatística, utilizando as técnicas de agrupamento de classes e frequência acumulada, assim como medidas de percentual, mediana e moda. Todas as informações sobre as ferramentas de GP e UIs são extraídas exclusivamente das respostas coletadas. Em determinadas situações estas são reescritas a fim de

coesão e de generalização de opiniões similares sobre um mesmo aspecto.

Na etapa 3 (análise dos dados) é guiada pela decomposição do GQM, respondendo as questões de análise com base nos dados coletados referente às métricas definidas.

3.3.2. Definição do survey

O objetivo do *survey* é: “analisar o ensino de ferramentas de GP com propósito de caracterizar o “estado da prática” com respeito às ferramentas de GP, estratégias instrucionais, e métodos de avaliação sob o ponto de vista de professores de GP e ES no contexto de cursos superiores de computação em instituições de ensino brasileiras”.

O público-alvo do *survey* são professores de disciplinas de GP e ES em cursos superiores de computação. No contexto desta pesquisa, entende-se curso superior de computação como qualquer curso de graduação ou pós-graduação, incluindo Ciência da Computação, Engenharia de Computação, Sistemas de Informação, Análise de Sistemas, entre outros. A seleção dos indivíduos é realizada por buscas em páginas *web* de comitês de programa dos principais eventos de ES brasileiros (SBES, FEES, SBQS, etc.), página *web* de instituições de ensino, comitês de *chapters* brasileiros do *Project Management Institute* (PMI), e pela base de currículos LATTES. Aqueles que se enquadraram no público-alvo tiveram seu *e-mail* registrado.

O plano GQM (Tabela 37) apresenta as questões de análise (QA), as métricas, e os itens do questionário com suas escalas de resposta, utilizados para instrumentalização da coleta de dados.

Tabela 37. Plano GQM.

Objetivo: Analisar o ensino de ferramentas de GP com propósito de caracterizar o “estado da prática” com respeito às ferramentas de GP, estratégias instrucionais, e métodos de avaliação sob o ponto de vista de professores de GP e ES no contexto de cursos superiores de computação em instituições de ensino brasileiras.

Métrica	Item do questionário	Escala
QA1: Quais ferramentas de GP são ensinadas em cursos superiores de computação?		
QA1.M1. Frequência acumulada que ferramentas de GP utilizadas no ensino.	Você ensina qual(quais) ferramenta(s) de GP nesta disciplina? Por que motivo(s) você ensina esta(s) ferramenta(s)?	Gantt Project; MS-Project (stand-alone/desktop); MS-Project Server; Open-proj; DotProject; Oracle Primavera; Outra(s). Já está instalada nos laboratórios da universidade; Facilidade de instalação; Pelas funcionalidades suportadas; Outro(s).
Questões subjettivas	Quais os pontos fortes que você percebe utilizando esta ferramenta para ensinar ferramentas de GP? Quais os pontos fracos que você percebe utilizando esta ferramenta para ensinar ferramentas de GP?	Questão aberta. Questão aberta.
QA2: Quais estratégias instrucionais são utilizadas para ensinar ferramentas de GP em cursos superiores de computação?		
QA2.M1. Frequência acumulada dos objetivos de desempenho das UIs.	Quais os objetivos de desempenho da UI? Indique as áreas de conhecimento (conteúdo) que são abordadas no ensino da ferramenta de GP ensinada em cada grupo de processo. Qual(quais) níveis de aprendizagem a(s) ferramenta(s) de GP são ensinados referentes ao domínio cognitivo (conhecimento) seguindo a taxonomia do Bloom? Qual(quais) níveis de aprendizagem a(s) ferramenta(s) de GP são ensinados referentes ao domínio psicomotor (habilidades) seguindo a taxonomia do Bloom? Qual(quais) níveis de aprendizagem a(s) ferramenta(s) de GP são ensinados referentes ao domínio afetivo (atitudes)	Questão aberta. Áreas de conhecimento x grupos de processo (matriz contendo todas as opções de intersecção). Conhecimento; Compreensão; Aplicação; Análise; Síntese; Avaliação (BLOOM, 1956). Naturalização; Articulação; Precisão; Manipulação; Imitação (BLOOM, 1956). Internalização de valores; Organização; Valorização; Resposta; Recepção (BLOOM, 1956).

QA2.M2. Frequência acumulada em que as estratégias instrucionais são utilizadas.	<p>segundo a taxonomia do Bloom?</p> <p>Descreva brevemente como você ensina a ferramenta de GP?</p> <p>Qual(Quais) método (s) instrucional(instrucionais) você usa para ensinar a ferramenta de GP?</p> <p>Qual a carga horária dedicada ao ensino de ferramentas de GP dentro da disciplina?</p> <p>Quais são os pré-requisitos necessários para aprender a ferramenta de GP?</p> <p>Qual(quais) material(materiais) de suporte você utiliza para ensinar a ferramenta de GP?</p> <p>Em que momento da disciplina você ensina a ferramenta de GP?</p> <p>Você define algum tema para os projetos realizados com a ferramenta de GP?</p> <p>Como você avalia os alunos quanto à aprendizagem sobre a ferramenta de GP?</p> <p>Foi você que desenvolveu sua UI, ou segue alguma pré-definida?</p>	<p>Questão aberta.</p> <p>Instrução direta; Instrução indireta; Instrução Interativa; Estudo Independente; Aprendizagem Experiencial.</p> <p>0 a 2 horas/aula; 2 a 4 horas/aula; 5 a 10 horas/aula; 10 a 15 horas/aula; 15 a 20 horas/aula; Mais de 20 horas/aula; Não é definida a carga horária para o ensino de ferramentas de GP.</p> <p>Não há pré-requisitos; Ter cursado a disciplina de ES; Ter assistido às aulas teóricas sobre GP alinhado ao PMBOK; Outro(s).</p> <p>Plano de aula; Apostila; Listas de exercícios; Slides; Livros; Vídeo aula; Jogos; Outro(s).</p> <p>Logo no início da disciplina; Após aula(s) teórica(s) sobre GP; Intercalando entre aulas teóricas de GP e a ferramenta de GP; Outro.</p> <p>Tema livre; Sistema computacional; Próximas férias; Festa de aniversário; Não é realizado nenhum projeto com a ferramenta de GP.</p> <p>Provas de múltipla escolha; Provas dissertativas; Trabalhos práticos utilizando a ferramenta de GP; Trabalhos de pesquisa sobre um tema referente às ferramentas de GP; Não avalio a aprendizagem dos alunos sobre a ferramenta de GP.</p> <p>Sim, eu que desenvolvi minha própria UI; Não, sigo uma UI já existente; Não, sigo uma UI já existente, mas adaptei para disciplina que leciono.</p>
QA3: Como a qualidade das UIs é avaliada?		
QA3.M1. Frequência acumulada dos objetivos de avaliação das UIs.	Quais foram os objetivos da avaliação da UI?	Avaliar o grau da aprendizagem do aluno; Avaliar a motivação estimulada pela UI; Avaliar a experiência do usuário percebida durante a UI; Não defini objetivos de avaliação para UI (SAVI, WANGENHEIM, & BORGATTO, 2011).
QA3.M2. Frequência	Em algum momento você já avaliou a qualidade da UI que você ensina? Neste caso como foi avaliado?	Nunca avaliei a UI; <i>ad-hoc</i> (observando informalmente a reação dos alunos); Estudo de caso (definindo explicitamente a avaliação

acumulada dos métodos utilizados para avaliar as UIs.	Em quantas turmas você aplicou esta UI para o ensino de ferramenta de GP? Quais foram os instrumentos de coleta de dados da avaliação?	e coletando dados de turmas sem grupo de controle); Experimento (definindo explicitamente a avaliação e coletando dados de turmas com grupo de controle usando outro tipo de UI). De 1 a 5 turmas; De 6 a 10 turmas; De 11 a 20 turmas; De 21 e 40 turmas; Mais de 41 turmas. Observação; Questionário; Entrevista; Prova escrita; Não colete dados para avaliação da UI.
Questões subjetivas	Quais os pontos fortes que você percebe utilizando esta UI para ensinar ferramentas de GP? Quais os pontos fracos que você percebe utilizando esta UI para ensinar ferramentas de GP?	Questão aberta. Questão aberta.

O questionário também inclui questões para coletar informações demográficas, como dados da instituição de ensino, curso, e disciplina.

3.3.3. Execução do survey

Na etapa de execução o convite foi distribuído a todos os indivíduos selecionados via *e-mail*, entre os meses de dezembro de 2014 a março de 2015. Ao todo foram convidados 590 professores, dos quais 92 responderam ao questionário, obtendo uma taxa de participação de aproximadamente 15%.

O *survey* envolveu instituições de ensino de diversas regiões do país, incluindo o setor público (24 respostas) e privado (15 respostas). O maior número de respostas é referente às UIs ensinadas em cursos de graduação (32 respostas), seguidas por cursos de pós-graduação (7 respostas). Em relação às disciplinas, observa-se uma maior concentração em disciplinas específicas de GP (29 respostas) do que em disciplinas de ES (10 respostas).

O que se destaca é que das 92 respostas recebidas, 53 indicaram não ensinar o uso de ferramentas de GP, embora, alguns casos informaram lecionar disciplinas onde o uso destas ferramentas é exigido dos alunos.

3.3.4. Análise dos dados

Nesta seção as questões de análise são respondidas com base nos dados coletados.

3.3.4.1. QA1: Quais ferramentas de GP são ensinadas em cursos superiores de computação?

As principais ferramentas utilizadas no ensino de GP identificadas pelo *survey* são MS-Project, GanttProject, Open-proj e dotProject (Figura 26). Além disto, outras ferramentas foram citadas somente uma única vez (somadas na categoria “outras”), sendo estas: GP3 (gp3.com.br), Artia (artia.com), Planner (wiki.gnome.org/Planner), Gantter (gantter.com), WebProject (webproject.org), Redmine (redmine.org), e ProjectLibre (projectlibre.org).

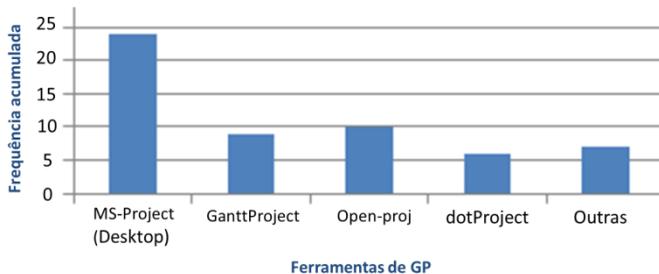
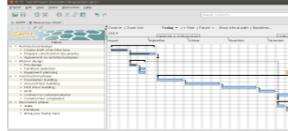


Figura 26. Uso das ferramentas de GP nas UIs.

Para ter uma melhor compreensão destas ferramentas de GP, foram coletados dados sobre sua utilização no ensino. Entre estas informações está a classificação das ferramentas em termos de disponibilidade, plataforma, e propósito, assim como os pontos fortes e fracos que motivaram sua adoção. Estas informações são apresentadas na Tabela 38, com exceção das ferramentas de GP agrupadas na classe "Outras" devido à falta de informações fornecidas.

Tabela 38. Principais ferramentas de GP utilizadas nas UIs (QA1).

Ferramenta	Classificações	Motivos da adoção da ferramenta	Pontos fortes para o ensino	Pontos fracos para o ensino	Screenshot
MS-Project (desktop)	Proprietária, desktop, uso geral.	Facilidade de instalação, facilidade de uso, disponibilidade nos laboratórios da instituição de ensino, e funcionalidades suportadas.	-Acompanhamento do cronograma e atividades do projeto. -Facilita o entendimento dos alunos em relação a diagramas de rede e gráficos de Gantt. -Uso intensivo no mercado. -Familiaridade dos alunos com o ambiente MS-Office.	-Inflexibilidade de personalização na visualização do andamento das atividades. -Fracá integração da área de gerenciamento de tempo com as áreas de gerenciamento de riscos e de RH. -Ser <i>stand-alone</i> . -Carência de funcionalidades -Falta de cobertura ao PMBOK.	
GanttProject	Open-source, desktop, uso geral.	Facilidade de instalação, disponibilidade nos laboratórios da instituição de ensino, e ser <i>open-source</i> .	-Facilidade de uso. -Estabelecida no mercado.	-Poucas funcionalidades em comparação as ferramentas proprietárias. -Bugs existentes.	
Open-proj	Open-source, desktop, uso geral.	Funcionalidades suportadas, facilidade de instalação, e ser <i>open-source</i> .	-Acompanhamento do cronograma e atividades do projeto. -Cadastro de RH e visualização da distribuição dos RH nas atividades. -Suporte similar ao de ferramentas proprietárias. -Possibilidade de evolução das funcionalidades da ferramenta.	-Inflexibilidade de personalização na visualização do andamento das atividades. -Falta suporte ao gerenciamento de custos, e a simulação de custos e tempo.	
dotProject	Open-source, web-based, uso geral.	Funcionalidades suportadas e ser <i>open-source</i> .	-Ser <i>web-based</i> . -Cobertura ao PMBOK. -Ampla visibilidade das informações do projeto. -Relatórios gerenciais e de fácil acompanhamento. -Possibilidade de evolução. -Estabelecida no mercado.	-Problemas de usabilidade. -Falta de integração com outras ferramentas.	

A ferramenta MS-Project se mostrou a mais utilizada no ensino (adotada por 24 docentes). Dentre os principais motivos para sua adoção está sua grande popularidade e intenso uso no mercado de trabalho. Outros fatores são sua facilidade de instalação ou porque frequentemente está instalada nos laboratórios da instituição de ensino. Os professores também destacaram que a familiaridade dos alunos com o ambiente MS-Office facilita a aceitação da ferramenta. Mas, mesmo com estas motivações, muitos professores apontaram pontos fracos no ensino da ferramenta. Entre eles a carência de funcionalidades para diversas áreas de conhecimento do GP, e quando se refere à plataforma *stand-alone*, dificulta o compartilhamento das informações e o trabalho em equipe.

As ferramentas GanttProject e OpenProj também se mostraram muito utilizadas (adotadas por 18 docentes), principalmente por serem *open-source* e de fácil instalação. Entre seus pontos fracos está o conjunto de funcionalidades limitadas que reduz a cobertura do ensino das áreas de conhecimento de GP. Isto ainda é agravado por *bugs* presentes em algumas funcionalidades. A realização de trabalhos em equipe é dificultada pelas restrições da plataforma *stand-alone*.

Outra ferramenta utilizada é o dotProject, sendo adotada principalmente pelas suas funcionalidades que oferecem suporte à diversas áreas de conhecimento do GP. Além disto, o dotProject é *open-source* e *web-based*, o que facilita a realização de trabalhos em equipe, aproximando os alunos do cenário propício de ambientes corporativos. O ponto fraco desta ferramenta são seus problemas de usabilidade.

Algo evidenciado pelo *survey* é que a ferramenta Oracle Primavera apesar de ser considerada uma das mais utilizadas no mercado (FABAC, RADOŠEVIC, & PIHIR, 2010), não foi citada por nenhum participante da pesquisa.

3.3.4.2. QA2: Quais estratégias instrucionais são utilizadas para ensinar ferramentas de GP em cursos superiores de computação?

Diversas estratégias instrucionais foram reportadas. Ao analisá-las, observaram-se três principais variações, apesar de existirem particularidades em cada estratégia. Na Tabela 39 são apresentados estes tipos de estratégias, e as características comuns às estratégias aderentes a cada tipo. As colunas relacionadas ao nível de aprendizagem da taxonomia de Bloom e carga horária foram sintetizadas pela mediana dos dados.

Tabela 39. Estratégias instrucionais típicas no ensino de ferramentas de GP (QA2).

Tipo	Atividades instrucionais	Objetivo de aprendizagem	Grupos de processos GP abordados	Áreas de conhecimento de GP abordadas	Nível de aprendizagem nos domínios de taxonomia Bloom [20]	Método de avaliação dos alunos	Carga horária (horas/aula)	Quantidade de UIs reportadas no survey
E1	Desenvolver um produto de software utilizando uma ferramenta de GP para apoiar a execução de todos os grupos de processo do GP. Nesta atividade utiliza-se a ferramenta de GP e uma ferramenta de programação.	Após as aulas sobre o uso de uma ferramenta de GP os alunos devem conhecer os processos de GP para planejar e monitorar um projeto, e utilizar uma ferramenta de GP para executar estes processos.	Iniciação, planejamento, execução, monitoramento & controle, encerramento.	Escopo, integração, custos, tempo, RH.	Cognitivo: Análise. Psicomotor: Articulação. Afetivo: Valorização.	Trabalho prático	10 a 20	8
E2	Os alunos utilizam uma ferramenta de GP para criar e planejar um projeto, de maneira geral com tema livre. Nesta atividade utiliza-se apenas uma ferramenta de GP.	Após as aulas sobre o uso de uma ferramenta de GP os alunos devem conhecer as diversas opções de ferramentas de GP, e utilizar suas funcionalidades para criar e planejar um projeto.	Iniciação, planejamento	Escopo, tempo, RH, custos.	Cognitivo: Análise. Psicomotor: Articulação. Afetivo: Valorização.	Trabalho prático	5 a 10	13
E3	Inserir na ferramenta de GP as informações de um projeto de exemplo disponibilizado pelo professor, assim executando as funcionalidades da ferramenta de GP.	Após as aulas sobre o uso de uma ferramenta de GP os alunos devem correlacionar os conceitos teóricos de GP com as funcionalidades suportadas por uma ferramenta de GP.	Planejamento, monitoramento & controle.	Tempo, RH, custos.	Cognitivo: Avaliação. Psicomotor: Articulação. Afetivo: Organização.	Prova discursiva	2 a 4	16

Em relação ao conteúdo, a estratégia que envolve o desenvolvimento de um produto de software (E1) abrange todos os grupos de processo. Ela aborda as áreas de conhecimento de integração, escopo, tempo, RH e custos. Entretanto, foram observadas diversas variações entre as UIs que seguem esta estratégia, as quais abordam áreas de conhecimento específicas, como, comunicação (3 UIs), riscos (2 UIs), *stakeholders* (5 UIs) e aquisições (2 UIs). Já a estratégia que envolve o desenvolvimento de um plano de projeto (E2) é focada nos grupos de processos de iniciação e planejamento. E a estratégia em que os alunos reproduzem as funcionalidades demonstradas pelo professor (E3) aborda os grupos de processos de planejamento e monitoramento & controle. Ambas (E2 e E3) são direcionadas para o ensino das áreas de conhecimento de escopo, tempo, RHs e custos.

Os níveis de aprendizagem de acordo com a taxonomia de Bloom foram coletados para identificar a profundidade em que o ensino está sendo realizado nos domínios cognitivos, psicomotor, e afetivo. Os dados para estas questões foram sintetizados pela mediana, e os valores obtidos foram bastante homogêneos entre as estratégias identificadas. No domínio cognitivo o nível de análise foi predominante. Para o domínio psicomotor todas as estratégias reportaram o nível de articulação. E no domínio afetivo a maioria das estratégias reportou o nível de valorização.

Todas as UIs reportaram utilizar o método instrucional de aprendizagem experiencial, ao envolver o uso de ferramentas de GP pelos alunos. Alguns casos também utilizaram o método de instrução direta, pela demonstração das funcionalidades das ferramentas pelo professor.

Em relação à carga-horária em geral se dedica entre 2 a 20 horas/aula para o ensino de ferramentas de GP. As estratégias com menor carga horária normalmente apenas expõem as funcionalidades das ferramentas de GP aos alunos (E3). Já as com maior carga horária demandam que os alunos desenvolvam um projeto de software com apoio de uma ferramenta de GP (E1).

Os materiais instrucionais mais utilizados são na respectiva ordem: slides, planos de aula, lista de exercícios, livros, e apostilas. Apenas casos isolados informaram utilizar materiais instrucionais como jogos educacionais ou vídeo aulas.

Quanto ao momento na disciplina em que as ferramentas de GP são ensinadas, observou-se que na maioria dos casos isto ocorre intercalando entre aulas teóricas sobre GP e aulas práticas para aplicação

do conteúdo em ferramentas de GP. Outros informaram que realizam primeiramente todas as aulas teóricas, para apenas depois iniciar o ensino das ferramentas de GP.

Os métodos de avaliação dos alunos são na maioria trabalhos práticos utilizando uma ferramenta de GP. Em algumas UIs, a avaliação é complementada por provas discursivas. Nas estratégias que os alunos observam a demonstração das funcionalidades pelo professor, a avaliação é realizada por provas de questões discursivas e de múltipla escolha.

Ao analisar o desenvolvimento das UIs pelos professores, observou-se que a maioria dos professores desenvolvem suas próprias UIs. Aproximadamente um quarto indica utilizar UIs já desenvolvidas, mas que adaptaram para suas necessidades. Poucos registros indicaram o uso de UIs prontas, sem necessidade de ajustes. Pode-se observar também, que em geral faltam materiais instrucionais prontos para serem compartilhados, e assim viabilizar utilização de UIs já desenvolvidas.

3.3.4.3. QA3: Como a qualidade das UIs é avaliada?

Para responder esta questão de análise é preciso compreender quais aspectos das UIs foram avaliados (objetivos da avaliação), e como foram avaliados (métodos de avaliação). Para auxiliar nesta análise a Tabela 40 apresenta a síntese das avaliações reportadas, agrupadas pelo método de avaliação. As colunas do objetivo e instrumento de coleta de dados apresentam apenas o comum a todas as UIs do grupo. O tamanho da amostra apresenta a mediana dos dados coletados, e o nível da avaliação foi derivado dos objetivos reportados.

Tabela 40. Resumo dos métodos da avaliação das UIs (QA3).

ID	Método de avaliação	Objetivo da avaliação	Instrumento para coleta de dados	Quantidade de turmas em que aplicou a UI	Nível da avaliação	Quantidade de UIs avaliadas pelo método
1	Nunca avaliou	Não foram definidos objetivos de avaliação para unidade instrucional.	Não são coletados dados para avaliação da unidade instrucional	De 1 a 5 turmas	-	14
2	<i>Ad-hoc</i> (observando informalmente a reação dos alunos)	Avaliar o grau da aprendizagem do aluno quanto aos objetivos de desempenho definidos para o ensino de ferramentas de GP.	Observação	De 6 a 10 turmas	Reação	13
3	Estudo de caso (Definindo explicitamente a avaliação e coletando dados de turmas sem grupo de controle)	Avaliar o grau da aprendizagem do aluno quanto aos objetivos de desempenho definidos para o ensino de ferramentas de GP.	Questionário Entrevista	De 11 a 20 turmas	Reação	2
4	Experimento (Definindo explicitamente a avaliação e coletando dados de turmas com grupo de controle usando outro tipo de unidade instrucional)	Avaliar o grau da aprendizagem do aluno quanto aos objetivos de desempenho definidos para o ensino de ferramentas de GP.	Observação Questionário	De 11 a 20 turmas	Reação	4

Grande parte das UIs nunca foi avaliada. Considerando as UIs que tiveram avaliação, observa-se que o objetivo da avaliação em todos os casos foi avaliar o grau de aprendizagem do aluno em relação aos objetivos de desempenho definidos para o ensino de ferramentas de GP. Apenas 8 UIs buscaram avaliar a experiência do usuário percebida durante a UI ou a motivação estimulada pela UI.

O método de avaliação na maior parte dos casos ocorreu de forma *ad-hoc*, observando informalmente a reação dos alunos. Foram poucos os casos (6 UIs) em que foram realizados métodos mais rigorosos, como estudos de caso ou experimentos.

A quantidade de turmas em que as UIs foram aplicadas, variam entre 1 e 20 turmas. Apenas uma UI em particular foi aplicada mais vezes. E os instrumentos para coleta de dados foram principalmente observação e questionários. Também foram utilizadas ferramentas de avaliação da própria instituição de ensino durante o período de avaliação institucional.

3.3.4.4. Pontos fortes e fracos das UIs

Para completar as informações do *survey* foram coletados dados referentes aos pontos fortes e fracos das UIs. Entre os pontos fortes foi ressaltado que o ensino das ferramentas de GP auxilia a aprendizagem e a motivação dos alunos na disciplina de GP. Isto devido à associação dos conceitos teóricos com seu uso prático. Outro consenso entre os professores é que estas UIs melhoram a preparação dos alunos para o mercado de trabalho.

Já os pontos fracos apontados incluem a carência de um monitor, pessoa responsável por auxiliar o professor nas aulas práticas. Este se faz necessário devido à dificuldade de atender todos os alunos no período curto de cada encontro. Outro ponto fraco é a falta de orçamento para aquisição de ferramentas de GP proprietárias.

3.3.5. Discussão

Com base nos dados analisados é possível proceder com as respostas de cada uma das questões de análise.

QA1: Quais ferramentas de GP são ensinadas em cursos superiores de computação?

Com base nos resultados do *survey* é possível constatar que a ferramenta MS-Project atualmente é a mais utilizada para o ensino.

Entretanto, observa-se que no geral a utilização de ferramentas *open-source* está presente na maioria das UIs. Apesar de três ferramentas *open-source* terem se destacado, evidencia-se o uso de uma grande variedade de ferramentas, o que demonstra a ausência de consenso quanto à ferramenta de GP mais adequada para o ensino.

O uso de ferramentas *stand alone* é predominante, o que é considerado um ponto fraco para o ensino. Isto porque no ambiente corporativo é recomendado o uso de ferramentas *web-based*, que facilitam o trabalho cooperativo e compartilhamento de informações (MISHRA & MISHRA, 2013). Também foi observado que todas as ferramentas de GP reportadas são de uso geral. Nenhuma UI reportou a utilização de ferramentas de GP com propósito educacional.

Assim, a principal lacuna identificada é a falta de utilização de aspectos didáticos nas ferramentas de GP, que poderiam facilitar a cobertura do conteúdo e a aprendizagem do uso das funcionalidades. Ainda, se faz necessário ensinar funcionalidades particulares da plataforma *web-based*, necessárias para muitas atividades profissionais. A identificação destas lacunas pode ser uma oportunidade para melhorar o ensino das ferramentas de GP nas instituições de ensino brasileiras.

QA2: Quais estratégias instrucionais são utilizadas para ensinar ferramentas de GP em cursos superiores de computação?

Apesar da variedade de estratégias identificadas, todas apresentaram o mesmo objetivo de desempenho: após as aulas os alunos devem conhecer os processos de GP para iniciar, planejar e monitorar & controlar um projeto, e utilizar uma ferramenta de GP para executar estes processos.

O ensino deste objetivo tem sido realizado por meio de diferentes estratégias instrucionais. Algumas com maior carga horária e demandando o uso mais intenso da ferramenta, e outras com menor carga horária e uso mais superficial.

Em muitas das estratégias o professor em um ou mais encontros, demonstra as funcionalidades da ferramenta por aula expositiva. Algumas destas estratégias os alunos observam passivamente a demonstração, enquanto em outras o método de aprendizagem experiencial é aplicado, pela reprodução das funcionalidades demonstradas em um projeto exemplo ou em um projeto definido pelos próprios alunos. Existem estratégias em que os alunos têm liberdade de escolher a ferramenta de GP a ser utilizada, e nestes casos, não há aulas expositivas, e os alunos aprendem sozinhos, pela análise exploratória

das funcionalidades. Já para abordar as funcionalidades relacionadas ao monitoramento & controle, algumas estratégias fazem simulações manuais dos valores de execução do projeto (tipicamente relacionados a tempo e custo), enquanto nas estratégias em que os alunos desenvolvem seus próprios projetos, a ferramenta é atualizada periodicamente com os dados do progresso realizado.

QA3: Como a qualidade das UIs é avaliada?

Uma grande parte das UIs não relatou nenhum tipo de avaliação, sendo este um indício da falta de reflexão quanto à qualidade destas UIs nas instituições de ensino brasileiras. Considerando as UIs que foram avaliadas, todas buscaram analisar a aprendizagem dos alunos em relação aos objetivos de desempenho. Foram poucos os casos cujas avaliações objetivaram avaliar a experiência do usuário ou a motivação proporcionada pela UI. A maioria das avaliações ocorreu de forma *ad-hoc*, por observação informal realizada pelo próprio professor. Poucas UIs foram avaliadas de maneira mais rigorosa, com a utilização de experimentos ou estudos de caso. Ainda, muitas destas avaliações ocorreram apenas quando exigidas pela instituição de ensino, e nestes casos foi realizada de forma mais ampla no contexto da disciplina, e não focada apenas na UI.

Esta situação claramente indica a necessidade de avaliações metodologicamente mais rigorosas para sistematicamente avaliar o impacto das UIs na aprendizagem dos alunos, e também em outros fatores como a sua motivação, experiência de uso, etc. Estas avaliações poderiam ser a base para sistematicamente começar a melhorar as UIs com o objetivo de maximizar a aprendizagem dos alunos.

3.3.6. Ameaças à validade

Como toda pesquisa, esta também está sujeita a ameaças à validade (ARCURI & FRASER, 2012; WOHLIN, RUNESON, & HÖST, 2012).

Ameaças à validade de conclusão podem ocorrer devido à inconsistência de dados coletados. Neste *survey*, alguns indivíduos podem carecer de conhecimentos sobre ensino e aprendizagem ou até mesmo sobre GP. Isto pode levar a falhas de interpretação das questões e por consequência levar a respostas inconsistentes. Um exemplo são as questões que abordam o nível da taxonomia de Bloom ensinado pelos professores, pois apesar das explicações fornecidas, os instrutores que

desconhecem esta taxonomia podem responder que ensinam nos níveis mais elevados a fim de valorizar suas práticas educacionais. Para reduzir esta ameaça, o questionário foi projetado analisando cuidadosamente a terminologia e a inclusão de explicações de termos conceituais utilizados. Além disto, foi possibilitado aos indivíduos não responderem as questões quais não compreendem.

Ameaças à validade de construção estão relacionadas ao instrumento de coleta de dados que pode não conter o conjunto de questões necessário para atender seu objetivo. Com o objetivo de minimizar este risco foi utilizada a abordagem GQM para auxiliar na construção do questionário, de modo que sistematicamente os objetivos da pesquisa foram desdobrados em questões de análise e métricas, que depois foram representados por itens do questionário. O questionário ainda pode conter algum viés para os resultados esperados pelos pesquisadores. Por isto, a maioria das questões possibilitou também o indivíduo indicar sua própria resposta, não limitando às alternativas pré-estabelecidas pelos pesquisadores.

Ameaças à validade externa podem ocorrer por não obter uma amostra significativa, devido às particularidades do público-alvo. Isto foi mitigado pela busca de professores em diferentes fontes, tais como: membros de comitês de eventos de ES, *chapters* do PMI brasileiro, e base de currículos LATTES. Assim, obteve-se a participação de indivíduos de todas as regiões do Brasil, e de instituições de ensino bastante variadas. Mas, é necessário ter cautela ao generalizar os resultados, pois a amostragem foi não probabilística, por escolha racional (TOFAN, 2011). Também é possível que existam ferramentas de GP e estratégias instrucionais não identificadas pelo *survey*. Mesmo assim, levando também em consideração a taxa de resposta de aproximadamente 15%, é aceitável utilizar os dados coletados para descrever o estado atual do ensino de ferramentas de GP em instituições de ensino superior no Brasil. Entretanto, para generalização dos resultados, seria necessário realizar novas pesquisas, incluído a coleta de dados sobre as práticas de ensino de ferramentas de GP em instituições de ensino de outros países.

3.3.6. Conclusões do Survey

Observou-se que a ferramenta de GP mais utilizada é o MS-Project, mas que há uma grande tendência pelo uso de ferramentas *open-source*. De maneira geral não são ensinadas ferramentas de GP com propósito educacional e/ou ferramentas *web-based*, que são

características importantes para a aprendizagem e o preparo profissional. Em relação às estratégias instrucionais foram observadas três principais variações, mas com objetivo de desempenho comum, demandando que após as aulas da UI os alunos saibam utilizar uma ferramenta de GP para suportar todo o processo de GP. Estas estratégias utilizam métodos como aulas expositivas, com a demonstração das funcionalidades pelo professor, e/ou aprendizagem experiencial, com o uso das ferramentas pelos alunos. Observa-se também que muitas UIs não são avaliadas, e nas situações em que isto ocorre, tipicamente são utilizados métodos informais e com amostras restritas.

Assim, levando em consideração a importância da competência do uso de uma ferramenta de GP na atualidade, é importante sistematizar seu ensino. Neste sentido, trabalhos futuros podem sugerir o desenvolvimento de UIs que ensinem de forma mais eficaz e eficiente o uso de uma ferramenta de GP, por meio de propostas de estratégias instrucionais mais adequadas, e o uso de *add-ons* de ferramentas de GP para oferecer aos alunos não apenas as funcionalidades de GP, mas também funcionalidades educacionais facilitando/suportando a sua aprendizagem.

3.4. CONCLUSÃO DO ESTADO DA ARTE E PRÁTICA

A análise do estado da arte realizada pelas RSLs, identificou diversas UIs que utilizam ferramentas de GP com fins educacionais, como DrProject, PpcProject, e ProMES (SALAS-MORERA, ARAUZO-AZOFRA, & GARCÍA-HERNÁNDEZ, 2013; REID & WILSON, 2007). Estas UIs têm objetivos de desempenho bastante focados em técnicas específicas do GP, como: CPM, PERT, RACI *matrix*, nivelamento de recursos, etc. Entretanto, apesar destas UIs ensinarem estas técnicas de forma bastante aprofundada, abordam apenas uma pequena parte do processo de GP. Outras UIs que adotam ferramentas voltadas para o ensino incluem aquelas focadas no monitoramento e controle de projetos (VANHOUCKE, VEREECKE, & GEMMEL, 2005; CHUA & BALKUNJE, 2012). Estas utilizam técnicas de simulação para propiciar a execução do plano de um projeto, possibilitando que alunos trabalhem a interpretação dos indicadores pela análise do valor agregado (*Earned Value Analysis* - EVA), e quando desvios forem identificados, também realizarem a aplicação de ações corretivas e a avaliação de suas consequências. Ainda, algumas destas UIs fazem uso de técnicas de *feedback* instrucional a fim de melhorar o ensino. Um exemplo é ferramenta ProMES (GREGORIOU,

KIRYTOPOULOS, & KIRIKLIDIS, 2010), que após a submissão da resposta de uma aluno aponta os erros identificados, possibilitando o mesmo que realize uma nova tentativa, e a ferramenta. Outros exemplos são os trabalhos baseados em simulação (CHUA & BALKUNJE, 2012), que após a execução de uma simulação apresenta ao aluno sugestões sobre como proceder com a realização das ações corretivas, a fim de tornar o desempenho do projeto dentro das restrições impostas.

A análise do estado da prática, realizada pelo *survey*, identificou que no contexto das instituições de ensino brasileiras, são normalmente ensinadas ferramentas de GP de uso geral (e.g. MS-Project e Gantt Project). Nestas UIs os objetivos de desempenho estão voltados ao entendimento das funcionalidades mais básicas das ferramentas de GP, como definição e sequenciamento de atividades, registro de estimativas de esforço e duração e, alocação de RH. Em geral, estas UIs abordam as áreas de conhecimento de escopo, tempo, RH, e custo, entretanto de forma superficial, e não abordam uma grande parte do processo de GP, como, as áreas de conhecimento de riscos, comunicações, *stakeholders*, aquisições, qualidade e integração.

Pode-se concluir que a principal lacuna das UIs existentes, conforme identificado pela análise do estado da arte e da prática, é que os objetivos de desempenho são delimitados abordando uma ou poucas áreas de conhecimento de GP. Esta delimitação normalmente é restrita pelo conjunto de funcionalidades oferecidas pelas ferramentas de GP utilizadas. Porém, o ensino de GP deve abordar todo o processo de GP, abrangido todas as áreas de conhecimento e grupos de processos. Por isto, evidencia-se que é importante que sejam adotadas ferramentas de GP com suporte ao processo de GP de forma completa, e que as funcionalidades oferecidas sejam adequadas para aplicação em sala de aula.

Outra lacuna identificada é que apesar da análise do estado da arte ter encontrado ferramentas de GP educacionais, a análise do estado da prática demonstrou que estas ferramentas ainda não são adotadas na prática. Todos os instrutores relataram apenas a adoção de ferramentas de uso geral, pois os alunos podem continuar utilizando este tipo de ferramenta após as aulas, durante suas atividades profissionais. Isto indica que uma oportunidade de pesquisa é a inclusão de funcionalidades educacionais nas ferramentas de GP de uso geral, assim incluindo aspectos didáticos, como técnicas de *feedback* instrucional, facilitando a aprendizagem da ferramenta pelos alunos em viabilizando a melhoria do ensino de ferramentas de GP mesmo considerando as restrições impostas no seu contexto, como os conhecimentos prévios dos

alunos, a carga horária disponível, além dos os recursos físicos e tecnológicos disponíveis.

Considerando os objetivos desta pesquisa, o levantamento do estado da arte e prática indica o atendimento ao terceiro objetivo específico (OE3). Desta forma, com base no levantamento realizado das UIs existentes nos trabalhos correlatos e as UIs aplicadas na prática por docentes nas instituições de ensino brasileiras, o próximo capítulo apresenta a UI proposta nesta tese. A UI proposta utiliza como base as experiências relatadas nas avaliações realizadas, fazendo uso das boas práticas e propondo formas de cobrir lacunas identificadas no ensino de ferramentas de GP nos cursos superiores de computação.

4. UNIDADE INSTRUCIONAL - PIMENTO

Na análise do estado da arte e prática foi identificado que o ensino de ferramentas de GP ainda não é realizado de forma completa nos cursos superiores de Computação. Nas UIs identificadas, tipicamente são abordadas uma ou poucas áreas de conhecimento do GP, e não são utilizadas técnicas instrucionais integradas às ferramentas de GP profissionais. Identificadas estas oportunidades de pesquisa, este trabalho apresenta o desenvolvimento de uma UI para o ensino de uma ferramenta de GP em cursos superiores de computação. O nome atribuído a esta UI é o acrônimo PiMENTO (*Project ManageMENT Tools*). O desenvolvimento desta UI segue a abordagem ADDIE, cujas motivações para escolha desta abordagem foi apresentada na seção 2.2.1. O capítulo está organizado em 5 seções, uma para cada fase do processo de *design* instrucional definido pelo ADDIE.

4.1. ANÁLISE

4.1.1. Análise de contexto

Para analisar o contexto de aprendizagem foi realizado um *survey* com professores de disciplinas de GP e ES de cursos superiores de computação em instituições de ensino brasileiras (seção 3.3). Além disto, para identificação das características do público-alvo e do ambiente de aprendizagem, foi realizada uma série de aplicações piloto da UI.

Em relação à caracterização do público-alvo, observou-se que os alunos têm a faixa etária entre 20 e 30 anos, e são predominantemente do sexo masculino. Além disto, a maioria destes alunos não possui experiência prévia com a utilização de ferramentas de GP, embora de maneira geral já possuam conhecimentos básicos sobre ES.

Em relação à caracterização do instrutor, responsável por conduzir a UI, este pode ter diversos perfis. No contexto de uma instituição de ensino de superior, o próprio professor da disciplina pode assumir o papel de instrutor, ou ainda delega-lo a um estagiário de docência. Em outros contextos, a UI também pode ser aplicada por profissionais da área de GP, como pessoas com experiência na área e/ou com certificações profissionais, tais como o PMP.

Quanto à carga horária, foi identificado que tipicamente as UIs que ensinam sobre a utilização de ferramentas de GP têm carga-horária entre 10 e 20 horas. Neste contexto a UI PiMENTO foi projetada para

ser realizada em 13 encontros de 1:40h (2h/aula) de duração, totalizando uma carga horária aproximada de 21 horas, mas já incluindo o ensino teórico do processo de GP.

Já para caracterização do ambiente de aprendizagem, este deve incluir tanto salas de aula tradicionais para as aulas teóricas, e também laboratórios de informática com acesso à Internet para utilização da ferramenta de GP. Estes ambientes devem comportar entre 15 e 40 alunos, sendo esta a quantidade de indivíduos que compõe as turmas deste tipo IU nas instituições de ensino brasileiras. Características técnicas do laboratório de informática são definidas tomando como base os laboratórios do Departamento de Informática e Estatística (INE) da UFSC. Estes laboratórios contém aproximadamente 16 computadores, com sistema operacional Windows 7, e acesso à Internet com largura de banda de 40Mbps. Os monitores dos computadores têm 19 polegadas e a resolução padrão é 1400 x 900 *pixels*. Os laboratórios contém um *datashow* com cabo de interface HDMI para conexão com computador do instrutor.

Para exemplificar a UI é inserida em uma disciplina de GP, foi tomada como referência a disciplina INE5427 – Gerenciamento de Projetos de Software do curso de CCO da UFSC, que possui carga horária de 72 horas-aula e 36 encontros. Esta disciplina aborda assuntos como conceitos de GP, o guia PMBOK, o papel do gerente de projetos, técnicas de resolução de conflitos interpessoais, técnicas de estimativas, etc. A Figura 27 apresenta como a UI é inserida no contexto desta disciplina.

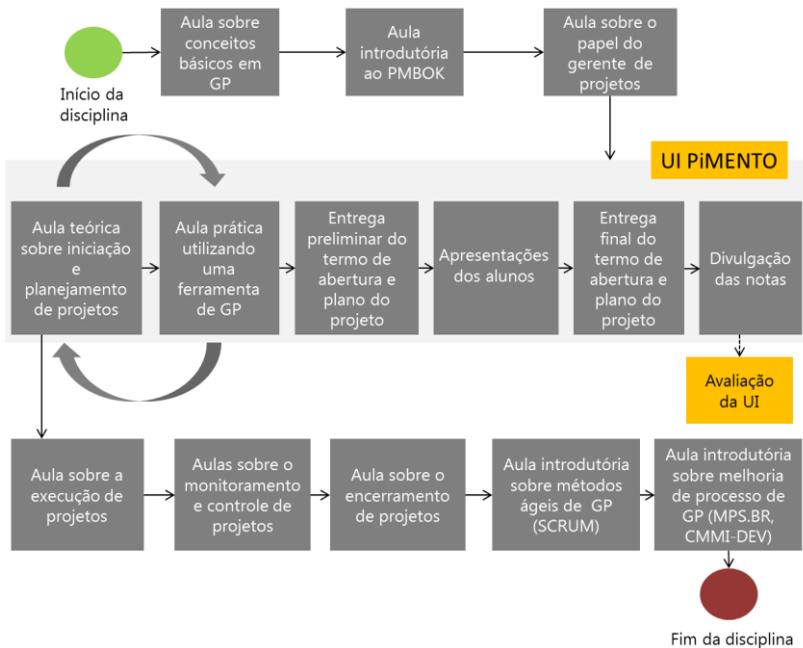


Figura 27. Aplicação da UI no contexto de uma disciplina de GP de software

4.1.2. Objetivos de desempenho

A definição dos objetivos de desempenho é derivada de uma necessidade de aprendizagem. A utilização ferramentas de GP é uma competência necessária para o gerente de projetos e membros da equipe do projeto (PMI, 2013), além de necessária para os profissionais de ES (IEEE CS, 2014). A necessidade do ensino desta competência é também apontada pelo currículo de referência para CCO da ACM/IEEE (ACM & IEEE CS, 2013). Buscando atender parte desta necessidade, a UI PiMENTO define os seguintes objetivos de desempenho:

1. Após as aulas da UI, os alunos devem ser capazes de expressar a teoria sobre iniciação e planejamento de projetos.
2. Após as aulas da UI, os alunos devem ser capazes de:

2.1. Utilizar uma ferramenta de GP para elaborar o termo de abertura de um projeto de software de acordo com o PMBOK.

2.2. Utilizar uma ferramenta de GP para elaborar o plano de um projeto de software, abordando as 10 áreas de conhecimento do PMBOK.

Observa-se que apesar do foco na UI ser o ensino de uma ferramenta de GP, para realizar seu ensino é necessário que o aluno conheça o processo de GP cuja ferramenta busca suportar. Deste modo, entre os objetivos de desempenho da UI, além de constar a utilização de uma ferramenta de GP, está prevista a compressão do processo de GP para iniciação e planejamento.

4.2. PROJETO

A etapa de projeto da UI define o sequenciamento e o agrupamento de conteúdo, a forma de agrupamento dos alunos, os métodos instrucionais e componentes de aprendizagem, e também os instrumentos de avaliação dos alunos.

Quanto ao conteúdo a ser abordado pela UI, esta é projetada para atender tópicos relacionados à utilização das funcionalidades de uma ferramenta de GP para suportar a iniciação e planejamento de projetos. Fora do escopo do projeto da UI está o conteúdo teórico sobre esta parte do processo de GP, que já é definido pelo próprio guia PMBOK (PMI, 2013). A teoria de GP, embora não seja diretamente abordada no projeto da UI, é um pré-requisito para os alunos conheçam o processo de GP, e assim possam compreender como este pode ser suportado por uma ferramenta de GP. O conteúdo a ser ensinado na UI, seu sequenciamento e agrupamento são apresentados na Tabela 41.

Tabela 41. Definição e sequenciamento do conteúdo da UI

Aula	Conteúdo	Detalhamento das funcionalidades de uma ferramenta de GP a serem ensinadas.
1	Instruções gerais de acesso à ferramenta e cadastros básicos.	Acessar a ferramenta (<i>login</i>). Cadastrar organização. Cadastrar projeto. Cadastrar membros da equipe.
2	Iniciação do projeto	Registrar o termo de abertura. Registrar os <i>stakeholders</i> identificados. Exportar o termo de abertura.
3	Planejamento do escopo	Registrar a declaração do escopo. Registrar a EAP e o dicionário da EAP.
4	Planejamento de tempo	Registrar as atividades definidas pela técnica de derivação. Sequenciar as atividades pelo método do diagrama de precedência.

		Registrar os papéis e o organograma. Registrar as estimativas de recursos humanos Registrar as estimativas de esforço e duração das atividades. Gerar o cronograma do projeto.
5	Planejamento de custos	Registrar as estimativas de custos com os recursos humanos e não humanos. Registrar a <i>baseline</i> de custos. Definir o orçamento do projeto.
6	Planejamento de recursos humanos	Registrar a disponibilidade e competências dos membros da equipe. Registrar a alocação dos recursos nas atividades do projeto.
7	Planejamento de riscos	Registrar o plano de gerenciamento de riscos. Registrar os riscos identificados. Realizar a análise qualitativa dos riscos. Registrar o plano de respostas aos riscos.
8	Planejamento da comunicação	Registrar os canais e frequências da comunicação. Registrar as comunicações planejadas.
9	Planejamento da qualidade	Registrar o plano da qualidade: normas/políticas/diretrizes/, abordagens para o controle e garantia da qualidade.
10	Planejamento de aquisições	Registrar as aquisições planejadas para o projeto.
11	Exportar o plano do projeto	Exportar o plano de projeto desenvolvido na ferramenta em um arquivo PDF.

Quanto ao método instrucional para o ensino deste conteúdo, é utilizada instrução direta para apresentação das funcionalidades da ferramenta de GP aos alunos. Isto porque este tipo de método é adequado para o ensino de métodos e procedimentos (SPS, 2009), sendo neste caso, os processos das 10 áreas de conhecimento do GP para os grupos de processos de iniciação e planejamento.

Também é utilizado o método instrucional de aprendizagem experiencial, já que este método é adequado para o desenvolvimento de competências que demandem a aplicação prática do conteúdo (DANTAS, BARROS, & WERNER, 2004; SAVI, WANGENHEIM, & BORGATTO, 2011). Este método instrucional é empregado pela utilização da ferramenta de GP pelos próprios alunos durante aulas práticas. Nestas aulas os alunos devem realizar um trabalho que envolve a elaboração de um termo de abertura e de um plano de projeto. O tema do projeto para realizar esta atividade é um TCC, podendo, por exemplo, seguir o assunto do TCC já definido pelo aluno, ou ainda um tema típico de TCC. O detalhamento deste trabalho está disponível no **ANEXO A – Descrição do trabalho da UI**.

Para aplicação dos métodos instrucionais acima descritos, a UI utilizará os seguintes materiais instrucionais:

Instrução Direta:

- **Guia de uso da ferramenta de GP:** Slides contendo a explicação de todo o conteúdo da UI. O instrutor apresenta o material instrucional no início de cada encontro, antes dos alunos iniciarem as atividades práticas envolvendo o uso da ferramenta de GP. O material é apresentado em partes, abordando os processos que os alunos devem executar em cada encontro.

Aprendizagem Experiencial:

- **Ferramenta de GP** com suporte a todos os processos de GP previstos no conteúdo da UI.
- **Processo sistemático de GP:** processo que guia o sequenciamento em que os processos de GP devem ser executados na ferramenta.
- **Guia de uso da ferramenta de GP:** O mesmo material apresentado pelo professor por instrução direta é disponibilizado para consulta dos alunos durante as atividades de aprendizagem experiencial.

Em relação ao agrupamento de alunos, eles podem trabalhar em grupos de até 4 estudantes ou individualmente. Entretanto, os alunos são motivados para realização do trabalho em grupo, pois nesta situação podem discutir sobre o uso das funcionalidades da ferramenta, eventualmente esclarecendo dúvidas que possam ter ficado da aula expositiva. Além disto, os alunos podem discutir sobre itens do plano do projeto, como, por exemplo, os riscos identificados e as estimativas de esforço (PALUDO & RAABE, 2010; BHATTACHARYA, 2013). Outra motivação para o trabalho em grupo é a quantidade limitada de computadores no laboratório de informática.

Sobre a avaliação dos alunos, a UI desenvolvida utilizara dois instrumentos de avaliação. Os alunos individualmente ou em grupo devem desenvolver o termo de abertura do projeto e elaborar o plano do projeto, que devem ser desenvolvidos utilizando a ferramenta de GP, e entregar ao professor para avaliação. Já o segundo instrumento de avaliação é uma apresentação do aluno ou grupo para o restante da turma, expondo os principais pontos do termo de abertura e do plano do projeto.

A consolidação do projeto da UI é apresentada no plano de ensino da (Tabela 42). Este plano apresenta o conjunto de aulas previstas para UI, já demonstrando o seu sequenciamento, que intercala aulas teóricas com aulas práticas utilizando uma ferramenta de GP.

Tabela 42. Plano de ensino da UI

Aula	Conteúdo	Estratégia Instrucional	Recursos	Avaliação dos alunos
1T	<ul style="list-style-type: none"> Iniciação do projeto. 	<p>Aula expositiva.</p> <p>Exercício: Para o projeto de exemplo da disciplina:</p> <ul style="list-style-type: none"> Identificar os <i>stakeholders</i> e suas responsabilidades. Realizar um termo de abertura simplificado. 	<ul style="list-style-type: none"> Projeter (<i>Data show</i>) Notebook Slides sobre a iniciação do projeto. 	Perguntas na prova
1P	<ul style="list-style-type: none"> Usando o dotProject+ para iniciação do projeto. 	<p>Aula expositiva: explicação passo-a-passo com o guia de uso.</p> <p>Aprendizagem experiencial: fazendo o termo de abertura utilizando a ferramenta dotProject+ pelos alunos.</p>	<ul style="list-style-type: none"> Computadores com acesso à internet. Projeter (<i>Data show</i>) Ferramenta de GP – dotProject+. Guia de uso da ferramenta dotProject+ (slides - 1 ao 32). Exemplo de termo de abertura. 	Rubrica referente à avaliação do termo de abertura.
2T	<ul style="list-style-type: none"> Planejamento do escopo. 	<p>Aula expositiva.</p> <p>Exercícios: Para o projeto de exemplo da disciplina:</p> <ul style="list-style-type: none"> Identificar os requisitos solicitados por cada <i>stakeholder</i>, e prioriza-los. Elaborar a EAP simplificada. 	<ul style="list-style-type: none"> Projeter (<i>Data show</i>) Notebook Slides sobre o planejamento de escopo. 	Perguntas na prova
2P	<ul style="list-style-type: none"> Usando o dotProject+ para o planejamento de escopo. 	<p>Aula expositiva: explicação passo-a-passo com o guia de uso.</p> <p>Aprendizagem experiencial: uso da ferramenta dotProject+ pelos alunos.</p>	<ul style="list-style-type: none"> Computadores com acesso à internet. Projeter (<i>Data show</i>) Ferramenta de GP – dotProject+. Guia de uso da ferramenta 	Rubrica referente à avaliação do plano do projeto

Aula	Conteúdo	Estratégia Instrucional	Recursos	Avaliação dos alunos
3T	<ul style="list-style-type: none"> Planejamento de tempo. 	<p>Aula expositiva.</p> <p>Exercícios:</p> <ul style="list-style-type: none"> Para o projeto de exemplo da disciplina: estimar o tamanho dos pacotes de trabalho com a técnica <i>planning poker</i>. Cálculo do esforço estimado pela técnica PERT. Encontrar duração do projeto pelo método do caminho crítico. 	<p>dotProject+ (slides - 33 ao 40).</p> <ul style="list-style-type: none"> Exemplo do plano de projeto. Projeter (<i>Data show</i>) Notebook Slides sobre o planejamento de tempo. 	Perguntas na prova
3P	<ul style="list-style-type: none"> Usando o dotProject+ para o planejamento de tempo. 	<p>Aula expositiva: explicação passo-a-passo com o guia de uso.</p> <p>Aprendizagem experiencial: uso da ferramenta dotProject+ pelos alunos.</p>	<ul style="list-style-type: none"> Computadores com acesso à internet. Projeter (<i>Data show</i>) Ferramenta de GP – dotProject+. Guia de uso da ferramenta dotProject+ (slides - 40 ao 59). Exemplo do plano de projeto. 	Rubrica referente à avaliação do plano do projeto
4T	<ul style="list-style-type: none"> Planejamento de custos. 	<p>Aula expositiva.</p> <p>Exercícios: Para o projeto de exemplo da disciplina:</p> <ul style="list-style-type: none"> Estimar os recursos necessários para o projeto, e seus custos unitários e totais. Estimar o orçamento do projeto, com base na baseline de custos, reserva de contingência, e reserva gerencial. 	<ul style="list-style-type: none"> Projeter (<i>Data show</i>) Notebook Slides sobre a aula teórica. 	Perguntas na prova

Aula	Conteúdo	Estratégia Instrucional	Recursos	Avaliação dos alunos
4P	<ul style="list-style-type: none"> • Usando o dotProject+ para o planejamento de custos. 	<p>Aula expositiva: explicação passo-a-passo com o guia de uso.</p> <p>Aprendizagem experiencial: uso da ferramenta dotProject+ pelos alunos.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Computadores com acesso à internet. • Projetor (<i>Data show</i>) • Ferramenta de GP – dotProject+. • Guia de uso da ferramenta dotProject+ (slides - 59 ao 69). • Exemplo do plano de projeto. 	Rubrica referente à avaliação do plano do projeto
5T	<ul style="list-style-type: none"> • Planejamento de recursos humanos. • Planejamento da comunicação. • Planejamento da qualidade. • Planejamento de aquisições. 	<p>Aula expositiva.</p> <p>Exercícios: Para o projeto de exemplo da disciplina:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Elaborar o plano de aquisições. • Elaborar o plano da qualidade. • Elaborar o plano de comunicação. • Elaborar o plano dos RHs. 	<ul style="list-style-type: none"> • Projetor (<i>Data show</i>) • Notebook • Slides sobre a aula teórica. 	Perguntas na prova
5P	<ul style="list-style-type: none"> • Usando o dotProject+ para o planejamento de recursos humanos, planejamento da comunicação, planejamento da qualidade, planejamento de aquisições. 	<p>Aula expositiva: explicação passo-a-passo com o guia de uso.</p> <p>Aprendizagem experiencial: uso da ferramenta dotProject+ pelos alunos.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Computadores com acesso à internet. • Projetor (<i>Data show</i>) • Ferramenta de GP – dotProject+. • Guia de uso da ferramenta dotProject+ (slides - 69 ao 78). • Exemplo do plano de projeto. 	Rubrica referente à avaliação do plano do projeto.
6T	<ul style="list-style-type: none"> • Planejamento 	<p>Aula expositiva.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Projetor (<i>Data show</i>) 	Perguntas na prova

Aula	Conteúdo	Estratégia Instrucional	Recursos	Avaliação dos alunos
	<p>de riscos.</p> <ul style="list-style-type: none"> Planejamento de stakeholders. 	<p>Exercícios: Para o projeto de exemplo da disciplina:</p> <ul style="list-style-type: none"> Identificar os potenciais riscos para o projeto. Priorizar os riscos identificados por meio de sua análise de probabilidade e impacto. Determinar ações de prevenção e contingência. Planejar a gerência dos stakeholders. 	<ul style="list-style-type: none"> Notebook Slides sobre a aula teórica. 	
6P	<ul style="list-style-type: none"> Usando o dotProject+ para o planejamento de riscos, e planejamento de stakeholders. Usando o dotProject+ para exportação do plano do projeto. 	<p>Aula expositiva: explicação passo-a-passo com o guia de uso.</p> <p>Aprendizagem experiencial: uso da ferramenta dotProject+ pelos alunos.</p>	<ul style="list-style-type: none"> Computadores com acesso à internet. Projeter (<i>Data show</i>) Ferramenta de GP – dotProject+. Guia de uso da ferramenta dotProject+ (slides - 78 ao 103). Exemplo do plano de projeto. 	<p>Rubrica referente à avaliação do plano do projeto.</p>
7	<ul style="list-style-type: none"> Termo de abertura. Plano de projeto. 	<p>Apresentação: os alunos apresentam seus trabalhos para os outros membros da turma.</p> <p>Recebimento de <i>feedback</i> da turma e do instrutor.</p>	<ul style="list-style-type: none"> Projeter (<i>Data show</i>) Notebook Apresentações dos alunos (PDFs, dotProject+) 	<p>Apresentação do plano do projeto para o restante da turma.</p>

Aula	Conteúdo	Estratégia Instrucional	Recursos	Avaliação dos alunos
Atividade <i>online</i> (não há encontro presencial)		Entrega do trabalho, melhorado com base no <i>feedback</i> recebido na apresentação.	<ul style="list-style-type: none"> • Ferramenta online para envio dos trabalhos (e.g. moodle). 	<ul style="list-style-type: none"> • Rubrica referente à avaliação do termo de abertura. • Rubrica referente à avaliação do plano do projeto.
Atividade <i>online</i> (não há encontro presencial).		Coleta de dados do questionário de avaliação da Unidade Instrucional.	<ul style="list-style-type: none"> • Questionário de avaliação da Unidade Instrucional. 	

Bibliografia

- ACM & IEEE CS. (2013). ComputerScience: Curricula 2013: Curriculum Guidelines for Undergraduate Degree Programs in Computer Science. Association for Computing Machinery & IEEE Computer Society. ACM Education Council.
- PMI. (2013). A Guide to the Project Management Body of Knowledge 5th editon. Newtown Square.
- JORDAN L. (2008). Gerenciamento de Projetos com DotProject: Guia de Instalação, Configuração, Customização e Administração do DotProject. PEARSON.

No plano de aula, as aulas terminadas com a letra “T” (e.g. 1T, 2T, etc.), referem-se às aulas teóricas. As aulas terminadas com a letra P (e.g. 1P, 2P, etc.) referem-se às aulas práticas. A intercalação entre as aulas teóricas e práticas, conforme definido no sequenciamento das aulas, é considerada uma importante parte da estratégia instrucional, uma vez que possibilita a aplicação prática do conteúdo logo após a apresentação de sua teoria.

Conforme apresentado no plano de aula, a avaliação dos alunos ocorre de duas maneiras: uma por meio de um trabalho escrito (composto pelo termo de abertura e pelo plano do projeto elaborados por meio da ferramenta de GP), e outra relacionada a uma apresentação que precisam realizar sobre o projeto para o restante da turma. O objetivo do trabalho escrito é avaliar se os alunos conseguiram elaborar o termo de abertura e o plano do projeto cobrindo as 10 áreas de conhecimento do GP. Já o objetivo da apresentação é analisar a capacidade do aluno em explicar os aspectos mais relevantes do projeto, sendo capaz de apresentá-lo no tempo estipulado para esta atividade. A rubrica de avaliação para atribuição de notas para estas atividades, explicitando todos os critérios para uma avaliação objetiva, está disponível no **ANEXO B**.

4.3. DESENVOLVIMENTO

A fase de desenvolvimento da UI inclui o desenvolvimento das atividades e dos materiais instrucionais. Inicialmente são apresentadas as **atividades instrucionais** realizadas na UI (Tabela 43).

Tabela 43. Atividades instrucionais da UI.

Atividade	A1. Elaboração do termo de abertura
Descrição	Os alunos individualmente ou em grupo devem escolher um projeto para elaborar o termo de abertura utilizando a ferramenta de GP. O tema do projeto é incentivado que seja um projeto de Trabalho de Conclusão de Curso (TCC), pois este é um projeto que todos os alunos devem executar para concluir o curso superior de computação.
Papel do aluno	Após acessar a ferramenta de GP pela primeira vez, os alunos precisam criar uma organização para vincular o projeto que será iniciado. Feitas as configurações iniciais, os alunos devem criar o termo de abertura na ferramenta, que envolve a especificação dos objetivos do projeto, justificativa para sua realização, critérios de aceite, previsão de início e término, orçamento estimado, a identificação dos <i>stakeholders</i> , etc.
Papel do instrutor	Este é o primeiro contato que os alunos têm com a ferramenta de GP, por isto o instrutor deve instruí-los sobre como acessar a ferramenta, distribuindo as credenciais de acesso, apresentando as noções básicas de navegação na ferramenta, além de apresentar como registrar o termo de abertura para um projeto.

Avaliação do aluno	Após registrar o termo de abertura do projeto na ferramenta, os alunos devem exportá-lo para o formato PDF, que deve ser entregue para avaliação.
Atividade	A2. Elaboração do plano do projeto
Descrição	Esta é a maior atividade que os alunos realizam durante a UI. Após a elaboração do termo de abertura, assume-se sua aprovação pelos patrocinadores do projeto, e o projeto ingressa na fase de planejamento. Nesta atividade os alunos, ainda nos mesmos grupos que realizaram a primeira atividade, devem elaborar o plano do projeto. A elaboração do plano engloba todas as áreas de conhecimento de GP, e a produção de diversos artefatos que compõe o plano do projeto, como a EAP, cronograma, linha de base dos custos, plano de riscos, plano de comunicação, etc.
Papel do aluno	Devido à complexidade de produzir todos os artefatos, os alunos devem prestar atenção no processo sistemático de GP. Devem utilizar a ferramenta de GP de forma metódica, utilizando as funcionalidades disponíveis no sequenciamento apresentado, assim executando todos os processos para o planejamento do projeto, e desenvolvendo todos os artefatos que são pré-requisitos para os processos seguintes.
Papel do instrutor	Apresentar em aulas expositivas as funcionalidades da ferramenta, com apoio do seu guia de uso. Com apoio de <i>screenshots</i> é explicado como executar cada um dos processos na ferramenta, destacando como acessar as telas, o significado dos campos dos formulários, e apresentando as ações disponíveis.
Avaliação do aluno	Os alunos devem exportar o plano do projeto para um documento PDF, que de forma estruturada apresenta todo seu conteúdo, e entrega-lo para avaliação.
Atividade	A3. Apresentação
Descrição	A apresentação com 10 minutos de duração, para que os alunos trabalhem a síntese do plano do projeto, e também devido a restrições da carga horária da UI.
Papel do aluno	Os alunos devem preparar uma apresentação para o restante da turma, apresentando os principais aspectos do projeto que foi planejado.
Papel do instrutor	O instrutor deve conduzir as apresentações, controlando a ordem e o tempo de apresentação dos grupos.
Avaliação do aluno	Os alunos são avaliados pelo conteúdo apresentado, e pela forma em que os mesmos são expostos, de acordo com a rubrica de avaliação.

Os **materiais instrucionais** desenvolvidos para UI são apresentados na Tabela 44, que apresenta um resumo sobre cada material, além de prover uma referência para obtenção do material.

Tabela 44. Materiais desenvolvidos para UI

Material	Exemplo
<p>Ferramenta dotProject+: Composto por um conjunto de módulos <i>add-on</i> para a ferramenta dotProject, busca prover suporte a todas as áreas de conhecimento do PMBOK para os grupos de processo de iniciação e planejamento.</p> <p>URL: http://www.gqs.ufsc.br/evolution-of-dotproject/</p>	

pelos instrutores durante as aulas expositivas, e pelos alunos, como material de apoio durante as atividades práticas. O processo de GP que orienta o guia é desenhado na notação BPMN (WESKE, 2012), cobrindo todas as áreas de conhecimento para os grupos de processo de iniciação e planejamento (Figura 28).

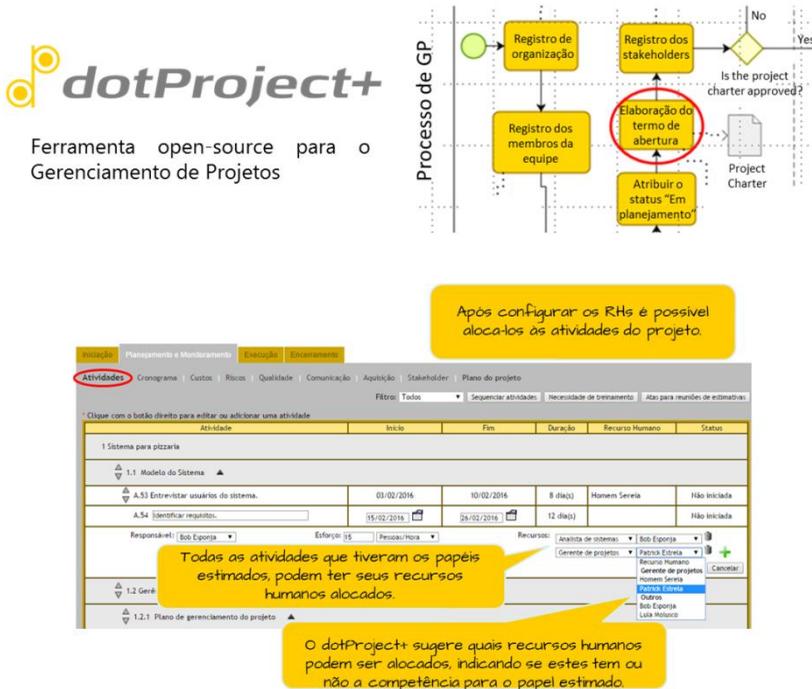


Figura 28. Guia de uso do dotProject+

Por meio da sequência de slides, o guia conduz passo-a-passo o aluno na elaboração do termo de abertura e do plano de projeto. Já que na UI a ferramenta de GP adotada é o dotProject+, para cada etapa do processo de GP são apresentados *screenshots* das telas desta ferramenta. Para cada tela são incluídas descrições de como operar suas funcionalidades, além de exemplos que auxiliam o aluno no entendimento sobre o objetivo destas funcionalidades. Se a UI adotasse outra ferramenta de GP, o guia de uso necessitaria atualizar as explicações sobre as funcionalidades desta ferramenta, mas o processo de GP apresentado poderia se manter inalterado.

Entre os benefícios do guia de uso, está seu apoio na compreensão do processo de GP para iniciação e planejamento, e no entendimento de como uma ferramenta de GP pode apoiar este processo.

4.3.2. Customizações do processo de GP para o contexto de MPEs

Os processos de GP por muitas vezes podem ser executados utilizando diferentes técnicas. Quando uma ferramenta de GP busca apoiar a execução de determinado processo, é necessário definir qual técnica de GP será adotada. No contexto da evolução do dotProject+, foi optado por escolher dentre as técnicas, àquelas que são viáveis de serem aplicadas por MPEs de software. Esta decisão foi motivada pelo fato de que mais de 90% das organizações de software brasileiras são consideradas MPEs (IBGE, 2013; SEBRAE, 2014; KALINOWSKI, WEBER, SANTOS, & TRAVASSOS, 2015). Assim, este é o cenário que muitos alunos atuam ou vão atuar após concluírem sua formação.

Entre as principais características de MPEs, podem-se destacar (ESCOBAR-SARMIENTO & LINARES-VÁSQUEZ, 2012; ARAÚJO, RODRIGUES, & VICENZI, 2015): são geridas pelos próprios proprietários, que muitas vezes despendem a maior parte de seus esforços em tarefas rotineiras da empresa, ao invés de efetivamente atuarem no gerenciamento de projetos; têm suas atividades priorizadas pela demanda de prazo, ao invés das atividades que trarão maior retorno; constantemente buscam minimizar os custos, reduzindo a duração das fases do projeto; não possuem processos ou organogramas bem definidos, e as decisões muitas vezes são tomadas individualmente e de modo imediato; possuem grande flexibilidade quanto ao seu modo de trabalhar; dependem mais das pessoas do que dos processos; tem dificuldades em reter bons profissionais; entre outras.

Devido a estas características, as MPEs enfrentam uma série de limitações que impactam no desenvolvimento de seus projetos, tais como (ESCOBAR-SARMIENTO & LINARES-VÁSQUEZ, 2012; SCHWENING & THIRY, 2010): possuem infraestrutura física inadequada; falta de gerentes de projetos com formação adequada; falta de recursos humanos qualificados; limitações competitivas devido à falta de acesso a tecnologias disponíveis em mercados externos, etc.

Uma vez caracterizado o cenário onde as MPEs atuam, podem-se então caracterizar os projetos de software desenvolvidos por estas MPEs. Estes projetos buscam desenvolver novos sistemas ou realizar manutenções em sistemas existentes, e possuem duração típica de 1 a 3 meses, sendo compostos por equipes de 2 a 9 membros, incluindo o

proprietário da organização que muitas vezes, além de suas atribuições administrativas, ainda atua como gerente do projeto (SAMPAIO, MARINHO, & MOURA, 2014; TAVARES, LIMA, & SILVEIRA, 2005). Em relação à alocação de papéis, é comum em uma MPE, que uma mesma pessoa atue em diferentes papéis. Por exemplo, um analista de requisitos também pode atuar como testador, ou um programador pode realizar atividades de *web-designer* e também arquiteto de software (ARAÚJO, RODRIGUES, & VICENZI, 2015; PEREIRA & VIEIRA, 2006). Outra característica relevante é a alta taxa de mortalidade das MPEs de software nos seus 5 primeiros anos (SEBRAE, 2014). Por este motivo, muitas organizações não possuem amplo histórico de projetos realizados, assim desconhecendo o desempenho equipe, histórico da ocorrência de riscos, entre outras informações relevantes sobre projetos.

Já em relação à adoção do processo de GP pelas MPEs, a pesquisa de Sampaio et al. (2014) buscou identificar como as MPEs gerenciam seus projetos. Estes resultados são apresentados na Tabela 45, que indica para cada parte do processo de GP, o quanto este é executado pelas MPEs. Os valores apresentados são referentes às observações realizadas em 5 MPEs, durante um período de mais de dois anos.

Tabela 45. Aplicação dos processos de GP por MPEs (SAMPAIO, MARINHO, & MOURA, 2014) - adaptado.

Área de Conhecimento	Aplicação do processo de GP em MPEs (Mediana entre as 5 MPEs observadas)			
	Iniciação	Planejamento	Execução	Monitoramento & Controle
Integração	1	1	1	0
Escopo	1	1	1	1
Tempo	1	1	1	1
Custos	0	1	0	0
Qualidade	0	0	0	0
RHs	0	0	1	1
Comunicação	1	1	1	1
Riscos	1	1	0	0
Aquisições	0	0	0	0
<i>Stakeholders</i>	1	1	0	1

0 – Não executa
1 - Executada de forma básica
2 – Executa de forma abrangente

Conforme observado na Tabela 45, existem áreas de conhecimento como qualidade e aquisição, que não costumam ser abordadas pelas MPEs. Ainda, outras áreas de conhecimento, embora abordadas, são executadas de forma superficial, não produzindo a

totalidade dos resultados esperados. Pode-se atribuir este nível de execução do processo de GP pelas MPEs a diversos fatores, como: falta de tempo para dedicação às atividades gerenciais; falta de formação dos membros da equipe e do gerente do projeto; a falta de suporte ferramental adequado; entre outros.

Apresentadas as características das MPEs, e as práticas de GP exercidas pelas mesmas, foram selecionadas técnicas para execução dos processos de GP que tenham viabilidade de aplicação por MPEs. Os processos cuja escolha da técnica de suporte teve alguma influência devido às características das MPEs são apresentados na Tabela 46.

Tabela 46. Adaptações do dotProject+ para as MPEs

Processo	Técnica aplicada	Justificativa
Definir a EAP	A criação da EAP é realizada pela técnica de derivação, onde um item é derivado a partir de outro.	Muitas MPEs não possuem <i>templates</i> de EAP por tipo de projeto.
Definir as atividades	A definição de novas atividades é realizada pela técnica de decomposição, quando uma atividade é criada a partir de um pacote de trabalho.	Muitas MPEs não possuem <i>templates</i> de atividades por tipo de projeto.
Realizar a estimativa de custos	A <i>baseline</i> de custos é elaborada na escala mensal.	A maioria dos recursos contratados por MPEs tem pagamento mensal.
Desenvolver o cronograma	O gráfico de Gantt é apresentado e impresso uma única página. Este pode ser apresentado desta maneira para projetos de até 18 meses, tempo suficiente para acomodar a duração da maioria dos projetos desenvolvidos por MPEs.	Tipicamente projetos desenvolvidos por MPEs têm curta duração.
Estimar a duração das atividades	A granularidade das estimativas é pré-definida em: pessoa minuto/hora/dia. É suportado o registro da técnica de estimativa empregada, independente de qual seja.	Muitas MPEs não contém um histórico que viabilize a realização de estimativas paramétricas.
Estimar os custos	A configuração de custos dos RHs é baseada no seu custo/hora em um determinado período de tempo.	A maioria dos RHs é remunerada mensalmente, com base na quantidade de horas que são contratados.
Alocar os RHs	O gerente de projeto faz a alocação de RHs analisando o nome dos membros da equipe.	Em MPEs existem poucos recursos disponíveis, de forma que o gerente de projetos

Processo	Técnica aplicada	Justificativa
Planejar o gerenciamento de riscos	É fornecido um <i>template</i> já preenchido com valores padrão (<i>RBS</i> , critérios de classificação de probabilidade e impacto, etc.), que podem ser adaptados para o projeto.	conhece a todos pelo nome, e conhece suas competências. A maioria das MPEs não desenvolve seu próprio plano de gerenciamento de riscos.
Analisar quantitativamente os riscos	O suporte ferramental está focado na análise qualitativa, não suportando a análise quantitativa.	A maioria de MPEs não contém o volume de dados históricos necessários para aplicar as técnicas de análise quantitativa, como a técnica de simulação de Monte-Carlo.

Todas as técnicas apresentadas na Tabela 46 são integradas na ferramenta de GP adotada pela UI. Deste modo, a aprendizagem proporcionada durante a UI busca se aproximar daquela necessária durante a atuação profissional dos alunos.

4.3.3. DotProject+

Para ensinar sobre a utilização de ferramentas de GP para suportar o processo de GP, é necessária a escolha de uma ferramenta que ofereça funcionalidades que suportem este processo. Ao analisar as ferramentas de GP existentes, é evidenciado que dentre as alternativas *open-source* ou gratuitas, uma das ferramentas mais populares é o dotProject (SOURCEFORGE, 2013; COSTA, AMARAL, & ROZENFELD, 2009), sendo uma das ferramentas com maior suporte ao processo de GP (PEREIRA, GONÇALVES, & WANGENHEIM, 2013). Entretanto, mesmo esta ferramenta ainda não oferece um suporte completo ao processo de GP alinhado ao PMBOK (DIPPELREITER, GRÜN, & PÖTTLER, 2010). Por outro lado, ao analisar as alternativas proprietárias, como Oracle Primavera, algumas indicam suportar de forma completa o processo de GP. Entretanto, estas alternativas proprietárias, além de demandarem investimentos financeiros, não foram projetadas para inclusão de aspectos didáticos, voltados para a aprendizagem dos alunos. Neste sentido, a ferramenta dotProject foi escolhida para integrar os materiais instrucionais da UI. Os critérios que motivaram a adoção desta ferramenta são apresentados de forma estruturada na Tabela 47.

Tabela 47. Critérios para seleção do dotProject na UI

Critério	Justificativa
Disponibilidade	É uma ferramenta <i>open-source</i> e gratuita.
Popularidade	A ferramenta já está entre as mais adotadas para o ensino nas instituições de ensino brasileiras (GONÇALVES & WANGENHEIM, 2016a).
Alinhamento ao PMBOK	Suporte inicial é o mais alinhado ao PMBOK entre as ferramentas <i>open-source</i> (PEREIRA, GONÇALVES, & WANGENHEIM, 2013).
Extensibilidade	A ferramenta possuiu um <i>framework</i> de desenvolvimento que possibilita a extensão de suas funcionalidades (DIPPELREITER, GRÜN, & PÖTTLER, 2010). Isso possibilita ampliar o suporte ao processo de GP ao processo necessário na UI, além de incluir funcionalidades didáticas.
Estabilidade	Projeto existente desde 2000, com média de um release por ano.

Deste modo, considerando que o dotProject é uma ferramenta *open-source*, e que suas funcionalidades podem ser estendidas pelo desenvolvimento de módulos *add-on*, foi decidido evoluir suas funcionalidades para atender as necessidades da UI. Neste contexto, o dotProject+ (GONÇALVES & WANGENHEIM, 2014) é uma versão evoluída do dotProject, por meio da instalação de um conjunto de módulos *add-on* (Figura 29), e assim oferecendo suporte a uma expressiva parte do processo de GP.

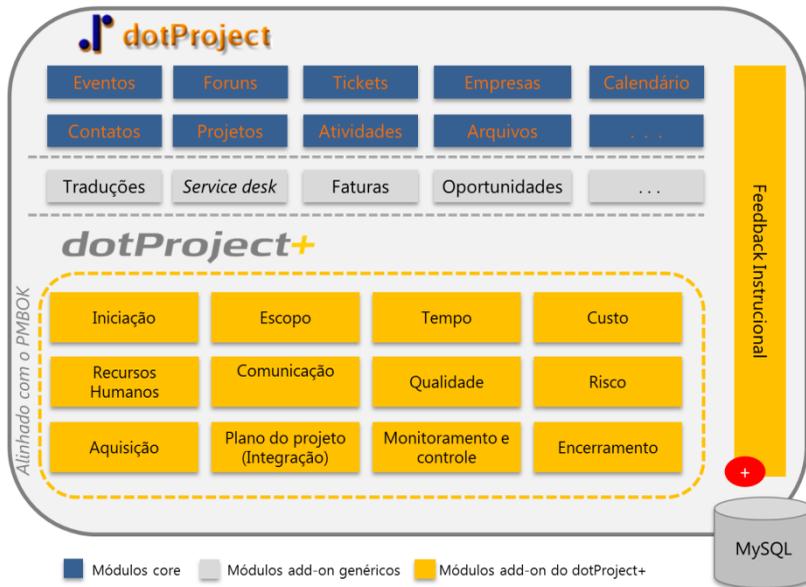


Figura 29. Arquitetura do dotProject+

As principais funcionalidades dotProject+ foram incluídas por um conjunto de módulos *add-on*, quais foram inicialmente desenvolvidos no contexto por TCCs ou dissertações de mestrado no GQS. Entre estas funcionalidades estão:

- Criação do termo de abertura, e identificação dos *stakeholders* (ABREU, 2011).
- Criação da Estrutura Analítica do Projeto (EAP), definição e sequenciamento das atividades, e apoio ao registro das estimativas de esforço, duração e recursos (GONÇALVES, 2012);
- Estimativa de custos para os recursos humanos e não humanos, e criação da *baseline* de custos (REITER, 2012);
- Definição dos papéis e do organograma, e alocação de recursos humanos (WRASSE, 2012);
- Identificação dos riscos, análise qualitativa dos riscos, planejamento de respostas aos riscos (KUHLEKAMP, 2012);
- Planejamento da comunicação (WILPERT, 2012);
- Planejamento de aquisições e da qualidade;
- Monitoramento e controle do projeto (PEREIRA A. , 2012); e

- Encerramento do projeto (PESCADOR, 2012).

Todas as melhorias no dotProject foram realizadas exclusivamente por meio de módulos *add-on*, sem realizar alterações nos módulos *core*, assim aumentando o potencial de reutilização entre os docentes que já utilizam o dotProject para o ensino, mas fora do contexto da UI. Outra premissa adotada durante o desenvolvimento foi de sempre utilizar as tabelas de dados dos módulos *core* para manipular informações já existentes no dotProject, como atividades do projeto, e membros da equipe. E apenas criando novas tabelas quando necessário manipular informações inexistentes no dotProject, como o plano de aquisições, plano da qualidade, o plano de comunicações, etc. Uma relação das funcionalidades suportadas pelo dotProject+ para cada área de conhecimento são apresentadas na Tabela 46.

Tabela 46. dotProject+: suporte ao processo de GP

Área de conhecimento	Suporte do dotProject+
Integração	Elaboração do termo de abertura e controle do seu <i>workflow</i> de aprovação pelo patrocinador do projeto. Também suporta a elaboração do plano do projeto, cobrindo todas as áreas de conhecimento.
Escopo	Definição da Estrutura Analítica do Projeto (EAP) e do dicionário da EAP. A EAP é criada pela decomposição do trabalho do projeto em uma lista hierárquica, sendo as folhas (níveis mais baixos) destacadas para os alunos compreenderem o conceito de pacote de trabalho.
Tempo	Definição das atividades do projeto pela derivação os pacotes de trabalho da EAP. Sequenciamento das atividades utilizando o método do diagrama de precedência, assim como suporte ao registro das estimativas de esforço, recursos, e duração, resultando o desenvolvimento do cronograma do projeto, que é representado na forma de gráfico de Gantt.
Custo	Estimativa dos custos do projeto com os RHs e nos não humanos. Os RHs são estimados com base no seu custo/hora e a quantidade de horas alocadas. Já os recursos não humanos são estimados com base no valor unitário e na quantidade estimada. Além disto, é suportada a definição da <i>baseline</i> de custos, estabelecendo os custos do projeto para cada mês de sua execução.
Qualidade	Definição do plano da qualidade, estabelecendo as políticas, padrões, e normas da qualidade as quais o projeto deve estar alinhado. Define a abordagem de garantia da qualidade ao estabelecer itens de auditoria, e informações sobre como, quando, e por quem os itens devem ser auditados. Também suporta a definição do plano de controle da qualidade incluindo os itens que precisam ser controlados e como podem ser mensurados.
Recursos Humanos	Definição dos membros da equipe do projeto, suas competências (papéis que podem atuar), sua disponibilidade de tempo, e seu custo/hora. Os RHs também podem ser alocados as atividades do projeto levando em consideração as competências do recurso com a estimativa de recursos (papéis) para cada atividade.
Comunicação	Definição do plano de comunicação que inclui todas as comunicações que

Área de conhecimento	Suporte do dotProject+
Riscos	precisam ser realizadas durante o projeto. Para cada comunicação é indicado o que precisa ser comunicado, por quem, para quem, com qual frequência, e utilização quais canais de comunicação. Elaboração do plano de gerenciamento de riscos, registrando os riscos identificados, sua análise qualitativa, e o plano de respostas aos riscos.
Aquisições	Registro dos itens a serem adquiridos, definição do tipo de contrato para cada aquisição, os critérios para seleção dos fornecedores, e a definição do processo para gerenciamento do fornecedor.
Stakeholder	Registro dos <i>stakeholders</i> identificados, suas responsabilidades, o nível de interesse e poder de cada <i>stakeholder</i> , e também a definição da estratégia para gerenciar as expectativas de cada <i>stakeholder</i> .

O conjunto de funcionalidades apresentadas possibilita que os alunos produzam um plano do projeto completo, cobrindo todas as áreas de conhecimento. Este plano do projeto é automaticamente gerado pelo dotProject+, que exporta todas as informações do plano do projeto, em um documento PDF estruturado, contendo uma seção relativa a cada área de conhecimento. No contexto da UI, este PDF do plano do projeto, assim como o termo de abertura que também pode ser exportado para um arquivo PDF, devem ser entregues ao instrutor para a avaliação, representando os dois principais resultados derivados da utilização da ferramenta de GP pelos alunos.

Além do suporte a estas funcionalidades, o dotProject+ contém algumas características didáticas, como a disposição de suas funcionalidades. As funcionalidades são hierarquicamente organizadas, sendo o primeiro nível os grupos de processos, e em seguida as áreas de conhecimento. Por exemplo, o grupo de processos de iniciação, aborda a elaboração do termo de abertura (área de conhecimento de integração) e a identificação dos stakeholders (área de conhecimento de stakeholders), que são as duas áreas de conhecimento que possuem intersecção com o grupo de processos de iniciação. Por outro lado, o grupo de processos de planejamento possui funcionalidades para todas as áreas de conhecimento (Figura 30).

The screenshot shows the dotProject+ interface. At the top, there is a navigation bar with 'Empresas', 'Projetos', 'Admin. de Usuários', and 'Admin. do Sistema'. Below this, the project details for 'Sistema de pizzaria do Tio Chico' are displayed in a table format:

Nome:	Sistema de pizzaria do Tio Chico	Data de Início:	01/02/2013	Data Final Prevista:
Empresa:	Grupo de Qualidade de Software	Status:	Em Planejamento	Prioridade:
Responsável:	Motusco, Lula	Horas planejadas:	1288	Orcamento Previsto(R\$):

Below the project details, there is a navigation menu with tabs for 'Iniciação', 'Planejamento e Monitoramento', 'Execução', and 'Encerramento'. A bracket groups these tabs under the label 'por área - por lista'. Below the tabs, there is a sub-menu with items: 'Atividades', 'Cronograma', 'Custos', 'Riscos', 'Qualidade', 'Comunicação', 'Aquisições', 'Stakeholder', and 'Plano do projeto'. A bracket groups these items under the label 'Áreas de conhecimento'. At the bottom of the menu, there is a 'Filtro: Todos' dropdown and buttons for 'Sequenciar atividades', 'Necessidade de treinamento', and 'Atas para r'.

Figura 30. Projeto de interface da ferramenta dotProject+

Conforme pode ser observado na Figura 30, alguns grupos de processos e áreas de conhecimento foram agrupados. Esta decisão foi motivada porque determinadas funcionalidades funcionam melhor em conjunto do que isoladas, assim auxiliando na melhoria da usabilidade da ferramenta (LACERDA, 2014). A disposição das funcionalidades, também proporciona aos alunos uma representação visual do processo de GP, assim auxiliando na correlação de cada funcionalidade com a respectiva área de conhecimento e grupo de processo que esta busca suportar.

Apresentada a ferramenta dotProject+, sua arquitetura e principais funcionalidades, é importante destacar como foi realizado o seu processo de desenvolvimento. Os primeiros módulos *add-on* do dotProject+ foram desenvolvidos por TCCs e dissertações de mestrado, coordenados dentro do Grupo de pesquisa em Qualidade de Software (GQS). Estes trabalhos são: iniciação (ABREU, 2011); tempo (GONÇALVES, 2012); RH (WRASSE, 2012); custos (REITER, 2012); riscos (KUHLEKAMP, 2012); comunicação (WILPERT, 2012); monitoramento & controle (PEREIRA A., 2012); encerramento (PESCADOR, 2012); e um trabalho dedicado à melhoria da usabilidade do dotProject+ (LACERDA, 2014). Por sua vez, a presente pesquisa, foi responsável pela realização de ajustes nos *add-ons* produzidos por cada um destes trabalhos, cuja necessidade foi diagnosticada durante uma série de aplicações da ferramenta em sala de aula. Além disto, esta pesquisa inclui o desenvolvimento de *add-ons* faltantes para completar o suporte a todas as áreas de conhecimento, como os módulos para aquisições e qualidade. Este trabalho ainda incluiu a integração entre todos os resultados anteriores, já que cada *add-on* inicialmente

funcionava como um módulo autônomo, não havendo integração entre os demais. Neste sentido, todos os *add-ons* foram melhorados, e também foi desenvolvida a exportação do plano do projeto, que integra cada plano individual, por área de conhecimento, em um único documento. Outra contribuição exclusiva deste trabalho foi a inclusão dos recursos didáticos, tais como interface unificada, com organização hierárquica das funcionalidades (por grupo de processo e área de conhecimento), e a inclusão do mecanismo de *feedback* instrucional (apresentado na seção 4.3.3).

Todos os módulos *add-on* que compõem o dotProject+ estão publicados sob a licença GPLv3, estando gratuitamente disponíveis para *download* no *dotmods* (sourceforge.net/projects/dotmods), o repositório oficial de módulos *add-on* do dotProject.

4.3.3.1. Módulo de gerência de turma

O módulo de gerência de turma é outro material instrucional da UI, integrado ao dotProject+, mas dedicado exclusivamente ao instrutor. Seu objetivo é auxiliar o instrutor na preparação do ambiente computacional a cada semestre, e também no acompanhamento dos trabalhos dos alunos.

Entre as funcionalidades oferecidas por este módulo, o instrutor pode registrar novas turmas, indicando a instituição de ensino, a disciplina, a quantidade de alunos, etc. Em cada turma registrada, o instrutor pode indicar a quantidade de grupos a serem criados, e o dotProject+ faz o registro destes grupos, criando as contas de usuários para os alunos, e já atribuindo os direitos de acesso, de modo que os alunos possam trabalhar apenas nos projetos criados pelos mesmos, mas sem poderem acessar os trabalhos dos demais alunos.

Outra funcionalidade deste módulo é possibilitar que os trabalhos de todos os grupos de uma determinada turma possam ser acompanhados de forma centralizada. Por meio de uma relação de todos os grupos da turma, o instrutor pode acessar o documento PDF do termo de abertura, o documento PDF do plano do projeto, e acessar o projeto *online* na ferramenta dotProject+.

Outra vantagem do módulo de gerência de turma (Figura 31) é manter todos os dados dos trabalhos dos alunos, mesmo de diferentes turmas e semestres, em uma mesma base de dados. Isto, além de possibilitar o registro histórico dos trabalhos realizados pelos alunos, possibilita que o instrutor possa selecionar bons trabalhos de semestres passados, a servirem de exemplo para alunos de novas turmas.

dotProject+ Admin Person

Empresas Projetos Admin. de Usuários Admin. do Sistema **Área do Instrutor**

Dados da turma

Instituição Educacional

Curso

Disciplina

Instrutor

Quantidade de alunos

Período letivo

Ano

Semestre

Adicionar novos usuários para esta turma

Quantidade de grupos

*É permitida a criação de até 50 grupos por requisição.

Visão geral dos grupos desta turma

Login	Password	Termo de Abertura do Projeto	Plano do projeto	Link
grupo_40	603283			Visualizar projeto do grupo
grupo_41	565737			Visualizar projeto do grupo
grupo_42	959185			Visualizar projeto do grupo

Figura 31. Módulo de gerência de turma

Como apresentado na Figura 31, o módulo apresenta para todos os grupos criados para uma determinada turma um meio de acesso aos documentos PDFs do termo de abertura e do plano do projeto. Além disto, o módulo indica quando um determinado grupo já elaborou estes documentos ou não, deixando o ícone desabilitado quanto tais documentos ainda não estão disponíveis. Também é disponibilizado um *link* de acesso aos trabalhos de cada grupo no dotProject+, evitando que o instrutor tenha que se autenticar de maneiras diferentes ou navegar por diversas telas até acessar o trabalho de um grupo específico. Nesta tela também são apresentadas as credenciais de acesso de cada grupo, criadas automaticamente por este módulo. Para auxiliar na distribuição destas para os alunos, é possível imprimir as credenciais para entrega-las aos grupos durante as aulas.

4.3.3.2. Guia de instalação

Considerando que a instalação da ferramenta dotProject+ demanda uma série de procedimentos, e que muitas vezes podem ser complexos para o instrutor que não domina as tecnologias envolvidas, o guia de instalação foi elaborado. Este guia apresenta passo-a-passo como instalar o dotProject+, incluindo diversos procedimentos, como:

download do código-fonte; transferência de arquivos para um servidor *web*; edição de arquivos de configuração; criação da base de dados; além da configuração dos próprios módulos *add-on* no dotProject.

O guia de uso apresenta duas formas de instalação:

- a) **Instalação pré-configurada:** onde o dotProject+ quanto instalado não demanda nenhuma configuração adicional, já estando com todas as configurações para o seu uso no contexto da UI. Esta instalação é recomendada para os instrutores que não desejam extrapolar o uso da ferramenta dotProject+ além do contexto da UI.

- b) **Instalação manual:** o dotProject+ é configurado a partir da instalação padrão do dotProject, instalando individualmente cada um dos módulos *add-on* que compõe o dotProject+. Esta instalação é mais trabalhosa, porém provê liberdade ao instrutor de habilitar outras funcionalidades do dotProject. Este tipo de instalação é útil para os instrutores que já utilizam o dotProject para o ensino, e desejam aplicar a UI proposta em suas disciplinas, mas sem impactar em outros recursos da ferramenta que já tenham sido configurados para propósitos específicos.

O guia de instalação está disponível para *download* no site do dotProject+ (<http://www.gqs.ufsc.br/evolution-of-dotproject>). A utilização deste guia é fundamental para os instrutores que estão aplicando a UI pela primeira vez e precisam preparar o ambiente computacional.

4.3.4. Feedback instrucional da UI

Buscando melhorar o ensino/aprendizagem de ferramentas de GP, uma nova técnica de *feedback* instrucional foi desenvolvida. Esta técnica se baseou em diretrizes gerais para o *feedback* instrucional (THURLINGS, VERMEULEN, BASTIAENS, & STIJNEN, 2013), experiências descritas nos trabalhos encontrados na análise do estado da arte, assim como experiências adquiridas durante as aplicações piloto da UI.

A técnica de *feedback* instrucional provê instruções aos alunos com base no termo de abertura e no plano do projeto que estão sendo desenvolvidos na ferramenta de GP. Nesta técnica as mensagens de *feedback* são apresentadas aos alunos de maneira imediata (SCHEELER, CONGDON, & STANSBERRY, 2010), logo após alguma interação do aluno com a ferramenta, indicando possíveis passos faltantes em relação ao processo de GP e/ou sugestões para completar o termo de abertura ou o plano do projeto. Porém, com intuito de tornar as interrupções menos intrusivas, as mensagens são entregues aos alunos de modo que possam ser lidas no momento de sua preferência, não causando interrupções inesperadas durante a execução de determinada tarefa. Além disto, considerando as preferências de aprendizagem dos alunos, esta técnica possibilita ser desativada, considerando os alunos mais experientes, que não desejam receber as mensagens durante a utilização da ferramenta.

Para projetar as mensagens de *feedback*, esta técnica segue a abordagem “elaborada”, utilizando a avaliação construtiva das ações realizadas pelos alunos (KLEIJ, EGGEN, TIMMERS, & VELDKAMP, 2012). Logo, o termo de abertura e o plano do projeto são avaliados, e erros típicos cometidos pelos alunos são diagnosticados, tais como: atividades dos projetos com estimativa de duração muito curta ou muito longa; *baseline* de custos sem a inclusão de reserva de contingência; plano de contingência e mitigação de determinado risco que está incompatível com a estratégia de resposta definida; etc.

Ainda, as mensagens de *feedback* são categorizadas de acordo com a área de conhecimento que esteja relacionada. Com base em tal informação os alunos têm uma orientação sobre qual parte do termo de abertura ou do plano do projeto que a sugestão pode ser aplicada. Além desta classificação, as mensagens de *feedback* são organizadas em dois formatos (THURLINGS, VERMEULEN, BASTIAENS, & STIJNEN, 2013; FUND, 2010): o primeiro formato é apresentado ao aluno assim que a mensagem de *feedback* se torna disponível, deixando-o ciente que da nova mensagem. Este primeiro nível é uma mensagem curta, normalmente no formato de um questionamento, que busca instigar a curiosidade do aluno, e é apresentando em um painel de notificações. Já o segundo formato apresenta os detalhes da mensagem de *feedback*, qual é exibido apenas com a solicitação do aluno.

O fluxo de funcionamento do *feedback* instrucional pode ser ilustrado pela Figura 32, iniciando com as interações do aluno com a ferramenta de GP, até a leitura completa de uma mensagem de *feedback*.

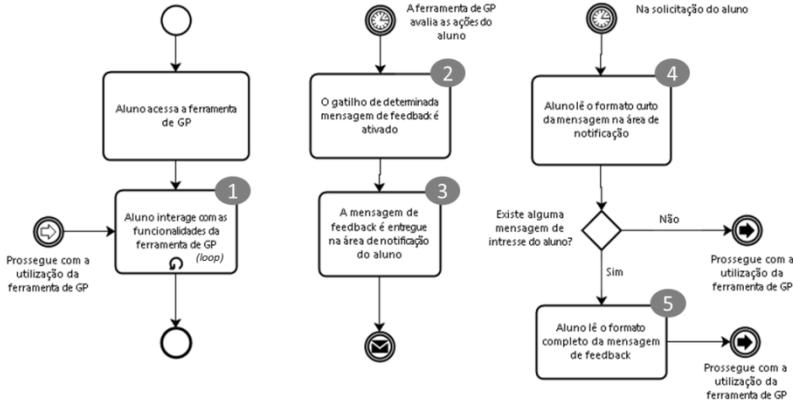


Figura 32. Workflow da técnica de *feedback*

Como parte da técnica de *feedback*, as mensagens são categorizadas em genéricas (focadas no processo de GP) e específicas (focadas no conteúdo que está sendo elaborado para o projeto específico, no caso da UI – projetos de TCC). As mensagens genéricas podem ser aplicadas a qualquer projeto de software, pois estão relacionadas ao processo de GP, avaliando sobre possíveis desvios entre a utilização da ferramenta de GP pelo aluno e os passos do processo de GP. As mensagens de *feedback* genéricas são apresentadas na Tabela 48, sendo organizadas por área de conhecimento, apresentando seu gatilho (situação que indica que a mensagem deve ser entregue), o formato curto da mensagem de feedback, assim como a mensagem completa.

Tabela 48. Mensagens de *feedback* genéricas

Gatilho (Trigger)	Mensagem de primeiro nível	Feedback instrucional
Integração		
Quando o aluno completa a elaboração do termo de abertura do projeto, mas este ainda não está aprovado ou autorizado.	Você já obteve a aprovação do termo de abertura do projeto?	Você já concluiu o termo de abertura. Mas, este ainda precisa ser aprovado pelo patrocinador do projeto para que os recursos necessários sejam autorizados. Você pode informar a aprovação do termo de abertura por meio das ações do workflow de aprovação, disponíveis na parte inferior do formulário do termo de abertura.

Escopo

Quando o aluno inicia as Você já estimou Observe que ainda existem pacotes de

Gatilho (<i>Trigger</i>)	Mensagem de primeiro nível	<i>Feedback</i> instrucional
estimativas das atividades (esforço, tempo, ou recursos), mas ainda não informou o tamanho/complexidade de todos os pacotes de trabalho.	o tamanho/complexidade para todos os pacotes de trabalho?	trabalho cujo tamanho/complexidade não foram estimados. Esta estimativa é necessária para embasar o planejamento de tempo e custos do projeto.
Tempo		
Quando identificado que o esforço de alguma atividade é superior a 80 pessoas/hora.	O esforço para realização das atividades está dentro dos limites considerados razoáveis para o gerenciamento?	Observe que atividades cujo esforço estimado é superior a 80 pessoas/hora são consideradas muito grandes. Você poderia dividir estas atividades em partes menores ou verificar se o esforço estimado para estas atividades não estão superestimados.
Custo		
Após a criação da baseline de custos, e quando já há riscos registrados no projeto, porém nenhum sendo contingenciado.	Você sabia que o impacto financeiro de riscos do projeto pode ser incluído na reserva de contingência da baseline de custos?	Durante o planejamento de custos é importante prever a reserva de contingência. Verifique entre os riscos identificados para o projeto, para quais precisam ser reservados uma reserva financeira. Para estes riscos, assinale a opção “Incluir na reserva de contingência”.
Qualidade		
Após o registro do plano da qualidade, existindo ao menos um item de auditoria tendo o “como” sendo “teste”.	Revise o método de auditar a qualidade.	Técnicas de testes tipicamente referem-se ao controle da qualidade, e não a sua auditoria. Isto porque o controle da qualidade foca nos resultados das atividades, enquanto a auditoria foca no processo adotado para realiza-las. Você pode atualizar o método de auditoria pela tela de planejamento da qualidade.
Recursos humanos		
Após a alocação de recurso humanos em ao menos 5 atividades do projeto, e existem RHs ainda não alocados.	Todos os membros da equipe já foram alocados?	Observe que todos os membros da equipe devem ser alocados em ao menos uma atividade do projeto.

Gatilho (<i>Trigger</i>)	Mensagem de primeiro nível	Feedback instrucional
Comunicação		
Após o aluno registrar 3 itens no plano de comunicação para o projeto, e nenhum destes incluir o termo “plano do projeto” em sua descrição.	Você está prevendo uma comunicação ao patrocinador quando o plano do projeto for concluído?	Assim como o termo de abertura, o plano do projeto deve ser enviado para aprovação. Utilize o módulo de planejamento de comunicação para registrar esta comunicação.
Riscos		
Quando foi registrado um plano de mitigação/prevenção para um risco “Aceito”.	Os riscos aceitos estão com o plano de respostas coerente?	Lembre-se que riscos que foram “aceitos” não devem ter planos de prevenção, sendo necessário apenas o plano de contingência.
Aquisição		
Quando houver ao menos 1 aquisição planejada e ao menos 1 registro de planejamento de despesas com recursos não humanos.	As aquisições necessárias para o projeto estão presentes no seu planejamento de custos?	Observe que os itens planejados para aquisição devem constar no plano de custos. Tais itens podem ser registrados no módulo de custos.
<i>Stakeholder</i>		
Após o registro de 3 ou mais <i>stakeholders</i> , existindo algum sem a especificação da análise de poder x importância.	Você ainda não realizou a análise de poder x importância para todos os <i>stakeholders</i> do projeto.	Observe que para gerenciar a expectativa dos <i>stakeholders</i> é necessário analisar seu interesse e importância. Por exemplo, um <i>stakeholder</i> como o patrocinador pode ter alto poder e importância, e um membro da equipe pode ter baixo poder, mas grande importância para o sucesso do projeto. Esta análise pode ser realizada dentro do próprio formulário de cadastro de <i>stakeholder</i> .

Já as mensagens de *feedback* específicas são fornecidas apenas para os projetos que seguem o tema definido por UI, um projeto de TCC. Estas mensagens estão tipicamente relacionadas ao conteúdo que está sendo elaborado, provendo sugestões e exemplos de conteúdo. As mensagens específicas são apresentadas na Tabela 49.

Tabela 49. Mensagens de *feedback* específicas

Gatilho (<i>Trigger</i>)	Mensagem de primeiro nível	Feedback instrucional
---------------------------------	-----------------------------------	------------------------------

Gatilho (<i>Trigger</i>)	Mensagem de primeiro nível	Feedback instrucional
Integração		
Após registrar os resultados esperados no termo de abertura.	Você já incluiu a proposta do projeto, o relatório de TCC 1, e o relatório final entre os resultados esperados para o projeto?	Observe que o relatório de TCC deve estar entre os resultados esperados para o projeto. No formulário do termo de abertura estes resultados podem ser registrados no campo “Resultados esperados”.
Escopo		
Quando existe um item da EAP para elaboração da “Proposta de TCC”.	A “Proposta do TCC” não deve estar no escopo do projeto.	O conteúdo da “Proposta do TCC” pode servir de embasamento para o termo de abertura do projeto, pois o mesmo contém elementos que justificam e motivam sua iniciação. O escopo do projeto deve abranger desde o desenvolvimento do “TCC 1”, até o “relatório final”, abrangendo as sugestões derivadas da avaliação do “TCC 2”.
Tempo		
Após o aluno registrar a estimativa de recursos (papéis) para ao menos 5 atividades do projeto, e faltando algum dos papéis de projetos de TCC (ex: aluno, orientador, co-orientador, membro de banca, coordenador da disciplina de projetos).	Você estimou os recursos típicos de um projeto de TCC para as atividades do projeto?	Observe se os papéis básicos de um projeto de TCC (ex: aluno, orientador, co-orientador, membro de banca, coordenador da disciplina de projetos) foram incluídos entre os recursos estimados para as atividades. Você pode cadastrar de papéis por meio o módulo da organização. Não se esqueça de incluir todos os papéis no organograma.
Custo		
Quando o aluno inicia a criação da baseline de custos, mas o custo de nenhum recurso não humano foi estimado para o projeto.	As despesas com o projeto de TCC já foram identificadas?	Observe que os custos para elaboração de um TCC podem incluir despesas de impressão, custo/hora do orientador, despesas de viagem com membros da banca, despesas para apresentação do trabalho em evento, aquisição de software ou hardware específico, etc. Você pode registrar estas despesas a partir da tela de estimativa de custos com recursos não humanos.

Gatilho (Trigger)	Mensagem de primeiro nível	Feedback instrucional
Qualidade		
Após o registro do plano da qualidade, quando o campo “Necessidade de conformidade em relação às normas, políticas, e diretrizes de qualidade” possuir menos de 150 caracteres.	Você já identificou as regras e normas necessárias para desenvolver um TCC?	Um projeto de TCC normalmente precisa seguir determinadas restrições técnicas, como normas de formação, de estrutura, e até quanto ao seu período de duração. Estes padrões são tipicamente definidos pela instituição de ensino. Tais informações podem ser registradas no campo “Necessidade de conformidade em relação às normas, políticas, e diretrizes de qualidade” do plano da qualidade.
Recursos humanos		
Após o registro de 3 papéis no organograma da organização, e não houver nenhum dos seguintes papéis (ex: aluno, orientador, co-orientador, membro de banca, coordenador da disciplina de projetos).	Os papéis envolvidos em um projeto de TCC já foram definidos?	Lembre-se que em um projeto de TCC deve haver ao menos papéis para o orientador, membro da banca, e orientando. A definição de papéis é feita pelo módulo da organização, e estes ainda precisam ser incluídos no organograma da organização.
Comunicação		
Após o aluno registrar ao menos 2 frequências de comunicação no plano de comunicação., e não existir nenhuma opção “quinzenal” ou “mensal”, com assunto “reunião” ou “encontro”.	Há reunião periódica prevista com orientador?	Durante a realização do projeto de TCC são necessários encontros periódicos com o orientador. Utilize as funcionalidades do módulo de comunicação para registrar estas reuniões, e sua respectiva periodicidade.
Riscos		
Caso existam menos de 3 riscos ao iniciar o planejamento de aquisições (etapa seguinte ao planejamento de riscos)	Devem existir mais riscos para o seu projeto. Analise se os riscos para o seu projeto de TCC já foram identificados?	Possíveis riscos para um projeto de TCC podem incluir problemas de saúde de algum <i>stakeholder</i> , licença do orientador, cortes no orçamento, inviabilidade técnica, etc.
Aquisição		

Gatilho (<i>Trigger</i>)	Mensagem de primeiro nível	Feedback instrucional
Se o aluno já realizou a exportação do plano do projeto (passo posterior ao planejamento de aquisições), e no plano de aquisições constam menos de 2 itens a serem adquiridos.	Existem poucas aquisições planejadas para o seu projeto.	Lembre-se que projetos de TCC podem incluir aquisições como livros, software ou hardware específico, insumos de impressão, insumos para realização de experimentos ou estudos de caso, inscrição em evento, etc.
<i>Stakeholder</i>		
Se o aluno já realizou a exportação do plano do projeto (passo posterior ao planejamento de <i>stakeholders</i>), e existem menos de 3 <i>stakeholders</i> identificados para o projeto.	Você já identificou os <i>stakeholders</i> para o projeto de TCC?	Em um projeto de TCC tipicamente existe ao menos os seguintes <i>stakeholders</i> : membros da banca, orientador, e orientando.

As mensagens apresentadas são entregues aos alunos de acordo com seus gatilhos. Um gatilho indica se a mensagem deve ser apresentada ou não, sendo computados com base nas informações do conteúdo presente no termo de abertura e do plano do projeto que está sendo elaborado. Por exemplo, quando o aluno inicia o plano do projeto sem obter a aprovação do termo de abertura, uma mensagem de *feedback* é apresentada informando a importância de obtenção desta aprovação, e instruindo o aluno como registra-la na ferramenta. Outro exemplo é quanto o aluno registra algum uma estratégia de resposta ao risco, e seu plano de resposta está incompatível com a estratégia definida. Neste caso uma mensagem de *feedback* é apresentada indicando o significado na estratégia de respostas ao risco definida pelo aluno.

4.3.4.1. Implementação do *feedback* instrucional no dotProject+

A técnica de *feedback* instrucional foi implementada como um novo módulo *add-on* no dotProject+. Na Figura 33 são apresentadas as principais funcionalidades deste módulo, destacando os principais passos no *workflow* (Figura 32), sendo representados pelos seus respectivos números.

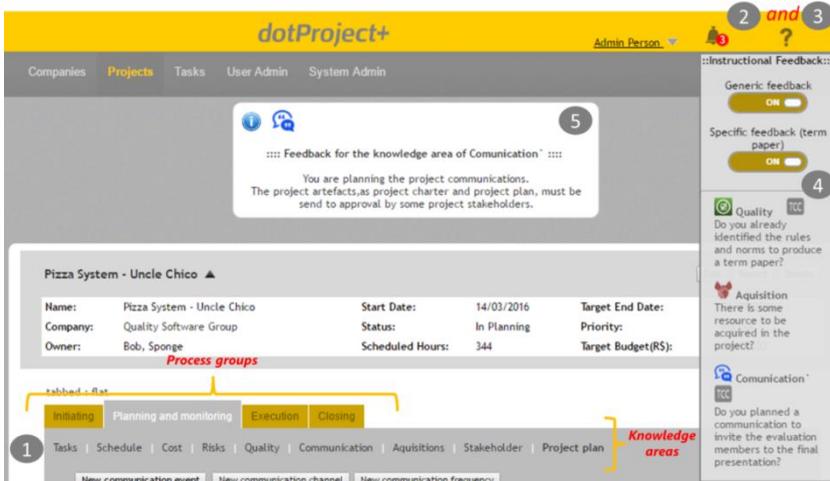


Figura 33. *Feedback* instrucional no dotProject+

Conforme apresentado na Figura 33, primeiramente o aluno interage com as funcionalidades do dotProject+ (passo 1), e a ferramenta avalia suas ações (passo 2). Em seguida, quando há mensagens de *feedback* disponíveis na área de notificação (passo 3) o aluno visualiza no ícone de sino quantas mensagens estão disponíveis. Uma vez que o acessa este ícone, as mensagens e primeiro nível são apresentadas (passo 4). Por último, caso o aluno acesse alguma mensagem de primeiro nível, a mensagem de *feedback* completa é apresentada na área de exibição de mensagens (passo 5).

4.4. IMPLEMENTAÇÃO

A fase de implementação demanda tanto a preparação do ambiente computacional para aplicação da UI, quanto à condução das aulas de acordo com plano de ensino da UI.

4.4.1. Preparação do ambiente computacional

A preparação do ambiente computacional é uma tarefa crítica para aplicação da UI. Isto por que a instalação da ferramenta de GP é fundamental para que as atividades instrucionais possam ser realizadas. Esta tarefa se mostrou complexa durante as aplicações da UI, principalmente em situações em que a instituição de ensino não possui

os recursos computacionais necessários, ou quando o instrutor não possui o domínio sobre as tecnologias envolvidas nesta tarefa. Neste contexto, esta seção apresenta o procedimento para preparação do ambiente computacional, descrevendo os pré-requisitos necessários (em termos de recursos de computacionais e tecnologias envolvidas), passando pela instalação e configuração da ferramenta, até a criação das credenciais de acesso para os alunos.

Primeiramente, em relação aos recursos computacionais necessários, já que a UI adota uma ferramenta de GP *web-based*, é necessário um servidor web compatível com suas especificações técnicas. Estes recursos tipicamente envolvem um servidor Apache (apache.org), com suporte à linguagem de programação PHP, e também um servidor de banco de dados, sendo tipicamente adotado o SGBD MySQL (mysql.com). Durante as aplicações da UI, a demanda por estes recursos computacionais foi atendida pela maioria das instituições de ensino, porém algumas instituições careciam de tais recursos, e precisaram buscar alternativas. Entre as alternativas viáveis está a adoção plataformas como serviço (*PaaS*) gratuitas, que oferecem estes recursos computacionais, tal como o OpenShift (openshift.com).

Entretanto, mesmo atendendo ao primeiro requisito (os recursos computacionais), outro requisito importante são as competências do instrutor nas tecnologias envolvidas durante a tarefa de instalação da ferramenta. Esta tarefa demanda competências como a transferência de arquivos para servidores remotos (normalmente servidores Linux), configurações de permissões de escrita em diretórios, atualização de arquivos de configuração PHP, e até a utilização de uma ferramenta de acesso ao SGBD MySQL. Quando o instrutor não detiver estas competências, pode alternativamente pedir auxílio para assistentes do laboratório de informática da instituição de ensino ou estagiários de docência da disciplina. Para facilitar esta tarefa foi elaborado o guia de instalação, disponível em www.gqs.ufsc.br/evolution-of-dotproject, que descreve detalhadamente cada um destes passos.

Uma vez que a ferramenta encontra-se instalada, o instrutor precisa proceder com a criação das credenciais de acesso para os alunos. Considerando que os alunos podem trabalhar em grupos, mas também individualmente, pode se necessário criar uma credencial de acesso para cada aluno, assim evitando falta de credenciais durante a aplicação da UI. Este procedimento pode ser trabalhoso, dependendo da quantidade de alunos na turma. Por exemplo, criar credenciais para 10 alunos pode ser uma tarefa factível, porém, criar estas credenciais para 40 grupos torna-se bastante oneroso. O esforço para criação das credenciais não se

resume a criação de novos usuários na ferramenta, mas também no armazenamento destas informações para posterior distribuição das credenciais em sala de aula. Apesar de este procedimento ter sido realizado manualmente durante a maioria das aplicações da UI, na versão final da UI consta um material instrucional adicional, voltado para os instrutores, que é o módulo *add-on* para gerenciamento de turmas (seção 4.3.4). Este módulo possibilita o instrutor indicar que uma nova turma irá utilizar a UI, e apontar quantos alunos existem nesta turma. Em seguida a ferramenta procede de maneira automática com a criação de todas as credencias necessárias, ainda fornece uma funcionalidade de impressão que facilita a distribuição destas credenciais para os alunos em sala de aula.

4.4.2. Aplicação da UI

A UI foi aplicada 19 vezes ao longo de seu desenvolvimento, entre o primeiro semestre de 2013 e o segundo semestre de 2016. Apesar das diversas mudanças passadas pela UI durante este período de 8 semestres, os objetivos de desempenho, o seu plano de ensino, e as atividades instrucionais se mantiveram inalteradas. Porém, suas aplicações não foram homogêneas, acompanhando a evolução a presente pesquisa, sendo incluídos novos materiais instrucionais e realizada a melhoria dos materiais existentes com base nos comentários de alunos e instrutores. Outra alteração entre as aplicações da UI foi quanto ao instrumento de coleta de dados para avaliação de sua qualidade. As avaliações iniciais utilizaram um questionário não estruturado, contendo questões abertas para coletar as opiniões dos alunos e instrutores quanto aos pontos fortes, pontos de melhoria, e outros comentários sobre a UI. Posteriormente, este instrumento de avaliação foi substituído por um questionário estruturado, derivado do plano GQM para avaliação de qualidade da UI. Considerando as mudanças na UI ao longo de suas aplicações, pode-se categorizar as aplicações de 3 grupos:

Grupo 1: Este grupo pode ser chamado de aplicações piloto, utilizando a versão 1.0 da ferramenta dotProject+, contendo suporte a todas as áreas de conhecimento, mas sem outros recursos como o *feedback* instrucional e guia de uso. Foram utilizados slides de apoio que apresentavam as principais funcionalidades do dotProject+. Nestas aplicações a percepção dos alunos e instrutores foi coletada de maneira informal, utilizando questionário de avaliação com questões abertas,

pela observação informal, e também pelo *feedback* recebido pelos alunos e instrutores por meio de e-mails ou até verbalmente.

Grupo 2: introduzido o guia de uso (conforme apresentado na seção 4.3.1), e também o questionário de avaliação estruturado para alunos e instrutores. Neste grupo de aplicações da UI o dotProject+ recebeu muitas melhorias, constituindo sua versão 2.0, em sua maioria derivadas do trabalho de Lacerda (2014), que propôs recomendações no projeto de interface e usabilidade para ferramenta dotProject+.

Grupo 3: introduzida a técnica de *feedback* instrucional, conforme apresentada na seção 4.3.3. Neste grupo o plano GQM e o questionário de avaliação foram atualizados para incluir itens relacionados à contribuição do *feedback* instrucional em cada um dos 5 aspectos de qualidade avaliados na UI.

Os dados sobre as aplicações piloto da UI (grupo 1) são apresentadas na Tabela 50.

Tabela 50. Aplicações piloto da UI

Semestre	Instituição educacional	Curso	Disciplina	Instrutor*	Número de alunos
Grupo 1					
2013-1	UFSC	Ciência da Computação	Planejamento e gerenciamento de projetos de software	Instrutor A	19
2013-2	UFSC	Ciência da Computação	Planejamento e gerenciamento de projetos de software	Instrutor A	21
2013-2	UFSC	Sistemas da informação	Gerenciamento de projetos	Instrutor B	23
2014-1	UFSC	Ciência da Computação	Planejamento e gerenciamento de projetos de software	Instrutor A	30
2014-1	UFSC	Sistemas da informação	Gerenciamento de projetos	Instrutor B	22
2014-1	SEBRAE – ES	Técnico em Informática	Gerenciamento de projetos	Instrutor C	19
2014-2	UFSC	Ciência da Computação	Planejamento e gerenciamento de projetos de software	Instrutor A	17
2015-1	UFSC	Ciência da Computação	Planejamento e gerenciamento de projetos de software	Instrutor A	24
2015-1	UFSC	Sistemas da	Gerenciamento de	Instrutor D	19

Semestre	Instituição educacional	Curso	Disciplina	Instrutor*	Número de alunos
2015-1	SENAC – Jaraguá do Sul	informação Gerenciamento de tecnologia da informação	projetos Fundamentos em Gerenciamento de projetos	Instrutor E	21

Legenda:

UFSC – Universidade Federal de Santa Catarina.

SENAC – Serviço Nacional de Aprendizagem Comercial.

SEBRAE – Serviço Brasileiro de Assistência às Micro e Pequenas empresas.

UFMS – Universidade Federal do Mato Grosso do Sul.

UFPB – Universidade Federal da Paraíba.

* Os nomes dos instrutores foram substituídos por razões de privacidade.

Já as aplicações da UI que houve coleta de dados para avaliação (grupos 2 e 3) são apresentadas na Tabela 51.

Tabela 51. Aplicações da UI com coleta de dados para avaliação

Semestre	Instituição educacional	Curso	Disciplina	Instrutor*	Número de alunos
Grupo 2					
2015-2	SENAC – Jaraguá do Sul	Gerenciamento de tecnologia da informação	Fundamentos em Gerenciamento de projetos	Instrutor E	24
2015-2	UFSC	Sistemas da informação	Gerenciamento de projetos	Instrutor D	37
2015-2	UFSC	Ciência da Computação	Planejamento e gerenciamento de projetos de software	Instrutor F	28
Grupo 3					
2016-1	UFSC	Ciência da Computação	Planejamento e gerenciamento de projetos de software	Instrutor F	14
2016-1	UFSC	Sistemas da informação	Gerenciamento de projetos	Instrutor D	16
2016-2	UFPB	Ciência da Computação	Gerência de Projeto de Software	Instrutor G	10
2016-2	UFMS	Sistemas de Informação	Gestão de Projetos	Instrutor H	6
2016-2	UFSC	Ciência da Computação	Planejamento e gerenciamento de projetos de software	Instrutor F	34

2016-2	UFSC	Sistemas da informação	Gerenciamento de projetos	Instrutor D	17
--------	------	---------------------------	------------------------------	-------------	----

Legenda:

UFSC – Universidade Federal de Santa Catarina.

SENAC – Serviço Nacional de Aprendizagem Comercial.

SEBRAE – Serviço Brasileiro de Assistência às Micro e Pequenas empresas.

UFMS – Universidade Federal do Mato Grosso do Sul.

UFPB – Universidade Federal da Paraíba.

* Os nomes dos instrutores foram substituídos por razões de privacidade.

Apesar das primeiras 10 aplicações da UI pertencerem ao grupo 1, estas aplicações piloto foram de grande importância para conhecer as características do público-alvo e do ambiente de aprendizagem, além de verificar a aplicabilidade das atividades e os materiais instrucionais à medida que estes foram desenvolvidos.

Nestas aplicações piloto da UI, toda avaliação de qualidade dos materiais e atividades instrucionais, assim como a aprendizagem dos alunos, foi realizada por meio de observações informais, e pelos comentários que puderam ser registrados por meio de um formulário *web* com questões abertas, identificando pontos positivos, sugestões de melhorias, e outros comentários gerais. Com base nestes comentários puderam ser diagnosticadas as dificuldades de uso da ferramenta por parte dos alunos, além de *bugs*, e necessidades de melhoria dos slides.

Além desta avaliação preliminar da UI, as aplicações piloto auxiliaram no processo de compreensão das necessidades para preparar ambiente computacional antes da aplicação da UI. Foram constatados os pré-requisitos quanto aos recursos computacionais e também quanto às competências necessárias por parte do instrutor nas tecnologias envolvidas. O resultado deste diagnóstico é documentado na seção 4.4.1. Durante as aplicações piloto ocorreram diferentes situações quanto à preparação do ambiente computacional. Houve casos em que instrutor conseguiu configurar o ambiente computacional sem apresentar dificuldades, já para outros instrutores foi necessário elaborar o guia de instalação da ferramenta de GP, para que assim conseguissem concluir a configuração do ambiente. Em outro caso o instrutor teve apoio de um aluno de estágio docência para configurar o ambiente. Neste contexto, é

importante destacar que a dificuldade na preparação do ambiente, quando ocorrida, foi apenas a primeira aplicação a UI pelo instrutor, pois nas aplicações seguintes o mesmo já sabia como proceder. Também não houve nenhum instrutor que apresentou interesse em aplicar a UI e desistiu devido à complexidade de preparação do ambiente computacional.

Em relação à experiência reportada pelos alunos durante as aplicações piloto da UI, foram relatadas dificuldades para execução de determinados processos, como por exemplo, alocação de RHs em atividades do projeto, ou elaboração do plano de custos. Estas dificuldades às vezes foram causadas por erros de implementação da ferramenta, outras por falta de uma explicação mais adequada nos slides, ou ainda pela complexidade envolvida na execução destes processos. Os relatos coletados durante as aplicações piloto trouxeram oportunidades de melhoria para os materiais instrucionais, seja pela correção de erros na ferramenta de GP, pelo aprimoramento das explicações fornecidas pelos slides, ou também pela remodelagem da implementação da ferramenta para tornar determinadas funcionalidades com melhor usabilidade ou mais didáticas. Também é importante destacar que ao longo das aplicações piloto, conforme os materiais instrucionais foram desenvolvidos e melhorados, as dificuldades durante a aplicação da UI diminuía. Por exemplo, muitos problemas que os alunos enfrentavam ao utilizar a ferramenta de GP ocorriam por tentarem executar um determinado processo sem terem realizado os pré-requisitos necessários. Então, após melhorar as explicações fornecidas pelo material didático, alinhando a utilização da ferramenta ao processo sistemático de GP, os alunos conseguiram entender melhor como utilizar a ferramenta de GP para apoiar a execução deste processo, e assim, estas dificuldades reduziram significativamente.

Nesta seção foram relatadas as aplicações da UI, assim como suas diferenças ao longo dos semestres devido às melhorias introduzidas na UI. Também foram relatadas as experiências durante as aplicações piloto da UI. Já o relato das demais aplicações da UI serão apresentados e discutidos na seção de avaliação da UI (seção 4.5), pois estas aplicações já foram realizadas seguindo a abordagem GQM, contendo dados coletados de maneira estruturada, e assim possibilitando uma avaliação sistêmica da qualidade da UI.

4.5. AVALIAÇÃO

Com o objetivo de avaliar a UI PiMENTO, as próximas seções apresentam o detalhamento de como foi conduzida cada uma das etapas do processo de avaliação da UI.

4.5.1. Definição da avaliação

O objetivo da avaliação é definido de acordo com a estrutura proposta pela abordagem GQM (Tabela 52).

Tabela 52. Objetivo da avaliação

Item da estrutura do objetivo no GQM	Descrição
Analisar a (objeto de estudo)	UI de ensino do uso de ferramentas de GP.
Com o propósito de (propósito do objetivo)	Avaliar a qualidade.
Com respeito a (característica do objeto de estudo)	Percepção de aprendizagem, conteúdo, materiais, estratégia instrucional, experiência de usuário.
Sob o ponto de vista dos (ponto de vista)	Alunos e instrutores.
No contexto de (ambiente de específico)	Cursos superiores de computação.

Importante destacar que as características do objeto de estudo (dimensões) que são avaliadas, foram escolhidas com base em estudos prévios (ARCURI & FRASER, 2012; CHEN, CHEN, & CHEN, 2013; SABRI, OMAR, & BATI, 2010) que realizaram a avaliação de UIs no nível de reação (KIRKPATRICK & KIRKPATRICK, 2012). A partir do objetivo da avaliação, o plano GQM é elaborado, derivando questões de análise e métricas a partir deste objetivo. As questões de análise buscam identificar a qualidade da UI em relação a cada uma das dimensões, e as métricas buscam estabelecer o conjunto de informações necessárias para responder a estas questões.

Ainda como parte da etapa de definição da avaliação, é necessário definir como a coleta de dados será operacionalizada. Para este fim, foram escolhidos a elaboração de questionários como instrumento de coleta de dados. Os itens deste questionário são oriundos das métricas do plano GQM. Tais itens buscam coletar informações que possibilitem realizar medições para cada métrica, e assim, a posterior avaliação das questões de análise. Uma vez que a avaliação é realizada para dois pontos

de vista distintos - alunos e instrutores - foi necessário estabelecer um plano GQM para cada ponto de vista. Primeiramente o plano GQM sob o ponto de vista dos alunos é apresentado na Tabela 53.

Tabela 53. Plano GQM - Ponto de vista dos alunos

Objetivo: Analisar a UI de ensino do uso de ferramentas de GP, **com o propósito** de avaliar sua qualidade **com respeito** à percepção de aprendizagem, conteúdo, materiais, estratégias, e experiência de usuário **sob o ponto de vista** dos alunos, **no contexto** de cursos superiores de computação.

QA01. Qual a percepção de aprendizagem proporcionada pela UI?

M01.01. Mediana do interesse dos alunos pela aprendizagem de ferramentas de GP.

M01.02. Nível da percepção de aprendizagem efetivado pela UI.

QA02. Qual a importância dos conteúdos abordados?

M02.01. Mediana do nível de relevância do conteúdo na percepção dos alunos.

M02.02. Mediana do nível de interesse pelo conteúdo na percepção dos alunos.

M02.03. Mediana da percepção dos alunos quanto à correlação do conteúdo da UI com os seus conhecimentos prévios.

M02.04. Mediana da percepção dos alunos quanto à aplicação prática do conteúdo.

M02.05. Mediana do conteúdo quanto maneira (abrangência e profundidade) em que o conteúdo é apresentado.

M02.06. Mediana da percepção dos alunos quanto à adequabilidade da linguagem empregada na apresentação do conteúdo.

QA03. Qual a qualidade dos slides utilizados?

M03.01. Mediana da percepção dos alunos quanto à contribuição dos slides em sua aprendizagem.

M03.02. Mediana da percepção dos alunos sobre o quão interessante são os slides como um material instrucional.

M03.03. Mediana da percepção dos alunos quanto à adequabilidade da estruturação dos slides.

M03.04. Mediana da percepção dos alunos quanto ao apoio promovido pelos slides durante o estudo para UI.

M03.05. Mediana da percepção dos alunos quanto ao nível em que os slides facilitam a compressão do conteúdo da UI.

QA04. Qual a qualidade da ferramenta dotProject+ para o ensino?

M04.01. Mediana da percepção dos alunos quanto à contribuição da organização das funcionalidades da ferramenta na correlação da teoria com a prática.

M04.02. Mediana da percepção dos alunos quanto à contribuição da organização das funcionalidades da ferramenta em sua aprendizagem.

M04.03. Mediana da percepção dos alunos quanto ao apoio da ferramenta na elaboração do termo de abertura e do plano de projeto.

M04.04. Mediana da percepção dos alunos quanto à facilidade de utilização da ferramenta.

M04.05. Mediana da percepção dos alunos quanto ao apoio da ferramenta na avaliação da corretude de sua utilização.

M04.06. Mediana da percepção dos alunos quanto ao apoio da ferramenta para correção das ações realizadas de forma incorreta.

M04.07. Mediana da percepção dos alunos quanto ao apoio para aplicação prática do conteúdo.

M04.08. Mediana da percepção dos alunos quanto ao estímulo à aprendizagem, que é proporcionado pela ferramenta.

M04.09. Mediana da percepção dos alunos quanto à contribuição da ferramenta em sua aprendizagem.

M04.10. Mediana da percepção dos alunos quanto a vontade de utilizar novamente a ferramenta em situações futuras.

QA05. Qual a qualidade da **estratégia instrucional** empregada?

M05.01. Mediana da percepção dos alunos quanto à contribuição da visualização do processo de GP durante a utilização da ferramenta.

M05.02. Mediana da percepção dos alunos quanto à contribuição das atividades instrucionais da UI na sua aprendizagem.

M05.03. Mediana da percepção dos alunos quanto à adequabilidade dos materiais e atividades instrucionais no seu jeito de aprender.

M05.04. Mediana da percepção dos alunos quanto à capacidade de execução das atividades instrucionais.

QA06. Qual a **experiência de usuário** proporcionada pela UI?

M06.01. Mediana da percepção dos alunos quanto à capacidade das atividades da UI em reter sua atenção.

M06.02. Mediana da percepção dos alunos quanto à imersão promovida pela UI.

M06.03. Mediana do nível de recomendação da UI pela percepção dos alunos aos seus pares.

QA07. Qual foi a contribuição da técnica de feedback instrucional para **percepção de aprendizagem** dos alunos?

M07.01. Mediana da percepção dos alunos quanto a contribuição das mensagens de feedback em sua aprendizagem.

QA08. A maneira como o **conteúdo** é apresentado pela técnica de feedback instrucional é apropriada?

M08.01. Mediana da percepção dos alunos quanto a abrangência em que o conteúdo é apresentado pelas mensagens de feedback instrucional.

M08.02. Mediana da percepção dos alunos quanto a profundidade em que o conteúdo é apresentado pelas mensagens de feedback instrucional.

QA09. Qual é a qualidade do módulo add-on do **dotProject+** que implementa a técnica de feedback instrucional?

M09.01. Mediana da percepção dos alunos quanto a contribuição do módulo add-on de feedback instrucional em sua aprendizagem.

QA10. Qual a qualidade da **estratégia instrucional** empregada na técnica de feedback instrucional?

M10.01. Mediana da percepção dos alunos quanto à adequabilidade do momento de entrega das mensagens de *feedback*.

M10.02. Mediana da percepção dos alunos quanto à adequabilidade do formato e terminologia empregados nas mensagens de *feedback*.

QA11. Qual foi a **experiência de usuário** percebida pelos alunos durante o uso da técnica de feedback instrucional?

M11.01. Mediana da percepção dos alunos quanto à motivação promovida pelas mensagens de feedback instrucional.

M11.02. Mediana do nível de recomendação da técnica de *feedback* instrucional pela percepção dos alunos aos seus pares.

Com base no plano GQM, foi elaborado um questionário como instrumento de coleta de dados. Este questionário (Tabela 54) contém itens para coletar medições para cada uma das métricas definidas no plano GQM. Além destes itens, o questionário contém questões sobre informações demográficas sobre os indivíduos (em que instituição, curso, e disciplina em que participou da UI; faixa etária, e experiências

prévias com ferramentas de GP). E para auxiliar na interpretação das medições coletadas, o questionário contém questões abertas, onde os alunos podem informar os pontos fortes, pontos de melhorias, além de outros comentários gerais sobre sua percepção sobre os aspectos de qualidade da UI.

Tabela 54. Questionário para coleta de dados da perspectiva dos alunos

Métrica	Item do questionário	Escala
Informações demográficas		
	Em qual universidade você estuda?	E5
	Em qual curso você estuda?	E5
	Em qual disciplina você utilizou a ferramenta dotProject+?	E5
	Qual a sua faixa etária?	E3
	Você já possuía alguma experiência com o uso de ferramentas de GP antes de aprender sobre o dotProject+?	E4
Questões sobre percepção de aprendizagem (QA01 e QA07)		
M01.01.	Considero útil aprender a utilizar uma ferramenta de GP.	E1
M01.02.	Antes dessa série de aulas ensinando o uso da ferramenta dotProject+, eu estimo meu nível de conhecimento em utilizar uma ferramenta de GP em:	E2
	Depois dessa serie de aulas ensinando o uso da ferramenta dotProject+, eu estimo meu nível de conhecimento em utilizar uma ferramenta de GP em:	E2
M07.01.	As explicações apresentadas pelas mensagens de <i>feedback</i> contribuíram para minha aprendizagem.	E1
Questões sobre o conteúdo (QA02 e QA08)		
M02.01.	O conteúdo apresentado é relevante.	E1
M02.02.	O conteúdo apresentado é de meu interesse.	E1
M02.03.	Considero que o conteúdo está conectado aos meus conhecimentos que já possuo.	E1
M02.04.	Considero que o conteúdo pode ser aplicado em minhas atividades rotineiras.	E1
M02.05.	Considero que o conteúdo foi apresentado na abrangência adequada.	E1
M02.06.	Considero que o conteúdo foi apresentado na profundidade adequada.	E1
M02.07.	Considero o conteúdo fácil de entender e apresentado em linguagem compreensível.	E1
M08.01.	As mensagens de <i>feedback</i> apresentadas pelo dotProject+, conseguiram prover informações para todas as áreas de conhecimento? (<i>abrangência</i>).	E1
M08.02.	O conteúdo apresentado pelas mensagens de <i>feedback</i> foi exposto de forma clara e suficiente para meu entendimento? (<i>profundidade</i>).	E1
Questões sobre os materiais instrucionais (Slides)(QA03)		
M03.01.	Considero que os slides utilizados auxiliaram na minha aprendizagem.	E1
M03.02.	Considero que os slides utilizados são interessantes.	E1
M03.03.	O conteúdo está estruturado de forma que possibilita a consulta de tópicos específicos.	E1
M03.04.	Considereei fácil estudar pela consulta aos slides.	E1
M03.05.	Os slides apresentam explicações e exemplos que possibilitam a	E1

Métrica	Item do questionário	Escala
	compressão do conteúdo.	
Questões sobre os materiais instrucionais (Ferramenta dotProject+)(QA04 e QA09)		
M04.01.	O dotProject+ facilitou a aplicação prática da teoria relacionada a iniciação e planejamento de projetos para [<i>área de conhecimento</i>]:	E1
M04.02.	Considero que a organização das informações na ferramenta facilita o aprendizado do processo de GP.	E1
M04.03.	Considero que a ferramenta auxilia na condução das atividades que precisei realizar.	E1
M04.04.	Considero que a ferramenta dotProject+ é de fácil utilização.	E1
M04.05.	A ferramenta informa se estou realizando as atividades de maneira correta.	E1
M04.06.	Para ações realizadas incorretamente a ferramenta auxilia na sua correta realização.	E1
M04.07.	A utilização da ferramenta dotProject+ estimula a aplicação do conteúdo ao invés de apenas sua memorização.	E1
M04.08.	Considero que o uso da ferramenta estimulou meu aprendizado.	E1
M04.09.	Considero que meu aprendizado foi facilitado pelo uso da ferramenta.	E1
M04.10.	No futuro gostaria de utilizar novamente a ferramenta dotProject+.	E1
M09.01.	Considero que as mensagens de <i>feedback</i> apresentadas ao longo do uso da ferramenta dotProject+ é um instrumento útil para minha aprendizagem.	E1
Questões sobre as estratégias instrucionais (QA05 e QA10)		
M05.01.	Considero que as aulas teóricas intercaladas com as aulas práticas facilitaram minha aprendizagem.	E1
M05.02.	Considero que a apresentação do processo de GP facilitou a compreensão do conteúdo.	E1
M05.03.	Considero que atividades realizadas com a ferramenta dotProject+ foram importantes para meu aprendizado.	E1
M05.04.	Considero que as atividades realizadas e materiais utilizados estão adequados ao meu jeito de aprender.	E1
M05.05.	Consegui concluir todas as atividades propostas que envolviam a utilização da ferramenta dotProject+.	E1
M10.01.	Eu considero que o momento em que as mensagens de <i>feedback</i> são entregues é apropriado.	E1
M10.02.	Eu considero que o formato em que as mensagens são estruturadas e a terminologia empregada é apropriada.	E1
Questões sobre a experiência do usuário (QA06 e QA11)		
M06.01.	Temporariamente esqueci-me de minhas preocupações do dia-a-dia, e fiquei totalmente concentrado nas atividades realizadas na ferramenta dotProject+.	E1
M06.02.	Não percebi o tempo passar enquanto realizava as atividades utilizando a ferramenta dotProject+.	E1
M06.03.	Eu recomendaria o uso da ferramenta dotProject+ aos meus colegas, quando necessária a aprendizagem sobre o uso de ferramentas de GP.	E1
M11.01.	As mensagens de <i>feedback</i> entregues pela ferramenta me motivou na melhoria do termo de abertura e no plano de projeto.	E1
M11.02.	Recomendaria o uso das funcionalidades de <i>feedback</i> instrucional para outros alunos que precisarem trabalhar com o dotProject+.	E1
Questões subjetivas		
	Cite 3 pontos fortes no ensino da ferramenta dotProject+.	E5

Métrica	Item do questionário	Escala
	Cite 3 pontos fortes da técnica de feedback instrucional.	E5
	Cite 3 pontos para melhoria para o ensino da ferramenta dotProject+.	E5
	Cite 3 pontos para melhoria da técnica de feedback instrucional.	E5
	Mais algum comentário?	E5

Legenda de escalas do item do questionário

E1 – Likert - (discordo fortemente) -2, -1, 1, 2 (concordo fortemente)

E2 – Ordinal - (pouco) 1 a 5 (muito)

E3 – Ordinal - 17-20; 21-30; 31-50; 51 ou mais.

E4 – Nominal - Não; Já utilizei em atividades profissionais; Já utilizei em outra disciplina do curso; Já utilizei em outro curso (Qual?);

E5 - Questão aberta

Além de identificar a qualidade da UI sob os pontos de vista dos alunos, esta pesquisa também busca identificar a percepção dos instrutores sob a qualidade da UI. Deste modo, um segundo plano GQM é definido (Tabela 55), buscando identificar a percepção dos instrutores em relação à qualidade da UI sobre cada um dos seus aspectos de qualidade.

Tabela 55. Plano GQM - ponto de vista dos instrutores

<p>Objetivo: Analisar a UI de ensino do uso de ferramentas de GP, com o propósito de avaliar sua qualidade com respeito à percepção de aprendizagem, conteúdo, materiais, estratégias de ensino, e experiência de usuário sob o ponto de vista dos professores, no contexto de cursos superiores de computação e com foco nos grupos de processos de iniciação e planejamento.</p>
<p>QA01. Qual a percepção de aprendizagem proporcionada pela UI?</p> <p>M01.01. Mediana da percepção dos instrutores quanto à importância de ensinar sobre ferramentas de GP.</p> <p>M01.02. Nível de aprendizagem efetivado pela UI.</p>
<p>QA02. Qual a importância do conteúdo abordado?</p> <p>M02.01. Mediana da percepção dos instrutores quanto à relevância das ferramentas de GP para um profissional de computação.</p> <p>M02.02. Mediana do interesse dos instrutores quanto ao conteúdo relacionado às ferramentas de GP.</p> <p>M02.03. Mediana da percepção dos instrutores quanto à correlação do conteúdo apresentado com os conhecimentos prévios dos alunos.</p> <p>M02.04. Mediana da percepção dos instrutores quanto à abrangência do conteúdo apresentado na UI.</p> <p>M02.05. Mediana da percepção dos instrutores quanto à profundidade do conteúdo apresentado na UI.</p> <p>M02.06. Mediana da percepção dos instrutores quanto ao sequenciamento do conteúdo apresentado na UI.</p>
<p>QA03. Qual a qualidade dos slides utilizados?</p> <p>M03.01. Mediana da percepção dos instrutores quanto à contribuição dos slides na aprendizagem dos alunos.</p> <p>M03.02. Mediana da percepção dos instrutores quanto ao nível de atratividade dos slides.</p> <p>M03.03. Mediana da percepção dos instrutores quanto à maneira em que o conteúdo é apresentado nos slides.</p> <p>M03.04. Mediana da percepção dos instrutores quanto à contribuição dos slides durante as aulas expositivas.</p> <p>M03.05. Mediana da percepção dos instrutores quanto à contribuição dos exemplos e</p>

explicações dos slides na aprendizagem dos alunos.

QA04. Qual a qualidade da **ferramenta dotProject+** para o ensino?

M04.01. Mediana da percepção dos instrutores quanto à contribuição da ferramenta na aprendizagem da teoria sobre GP.

M04.02. Mediana da percepção dos instrutores quanto à contribuição da ferramenta na elaboração do termo de abertura e do plano do projeto.

M04.03. Mediana da percepção dos instrutores quanto à contribuição da ferramenta na aplicação prática do conteúdo de GP.

M04.04. Mediana do nível em que os instrutores gostariam de utilizar novamente a ferramenta dotProject+ para o ensino.

QA05. Qual a qualidade da **estratégia instrucional** empregada?

M05.01. Mediana da percepção dos instrutores quanto a contribuição do sequenciamento das aulas na aprendizagem dos alunos.

M05.02. Mediana da percepção dos instrutores quanto a contribuição da visualização do processo de GP durante as atividades instrucionais.

M05.03. Mediana da percepção dos instrutores quanto à contribuição da ferramenta na fixação sobre a teoria de GP.

M05.04. Mediana da percepção dos instrutores quanto à aderência dos materiais instrucionais às suas preferências de ensino.

M05.05. Mediana da percepção dos instrutores quanto a sua capacidade de conduzir as atividades instrucionais propostas pela UI.

QA06. Qual a **experiência de usuário** proporcionada pela UI?

M06.01. Mediana da percepção dos instrutores quanto a motivação dos alunos durante a UI.

M06.02. Mediana do nível percepção em que os instrutores iriam recomendar a utilização da ferramenta dotProject+ aos seus pares.

Com base no plano GQM sob o ponto de vista dos instrutores, foi elaborado um questionário como instrumento de coleta de dados. Este questionário (Tabela 56) contém itens para coletar medições para cada uma das métricas definidas neste plano. Além destes itens, o questionário contém questões sobre informações demográficas sobre os instrutores (em que instituição, curso, e disciplina que aplicou a UI, e experiências prévias ensinando ferramentas de GP). Para auxiliar na interpretação das medições coletadas, o questionário contém questões abertas, para o instrutor informar os aspectos positivos, sugestões de melhorias, além de outros comentários gerais sobre sua percepção em relação à qualidade da UI.

Tabela 56. Questionário - ponto de vista dos instrutores

Métrica	Item do questionário	Escala
Informações demográficas		
	Em qual universidade você lecionou a UI?	E5
	Em qual curso você lecionou a UI?	E5
	Em qual disciplina você lecionou a UI?	E5
	Você já lecionou alguma UI sobre o uso de ferramentas de GP antes desta UI com o dotProject+.	E3
	Caso você tenha ensinado sobre o uso de alguma ferramenta de GP anteriormente, quais ferramentas foram ensinadas?	E4

Métrica	Item do questionário	Escala
Questões sobre a percepção de aprendizagem (QA01)		
M01.01.	Considero útil ensinar o uso de uma ferramenta de GP para elaboração do termo de abertura e do plano de projeto.	E1
M01.02.	Considero que a série de aulas ensinando o uso da ferramenta dotProject+ promoveram a aprendizagem dos alunos em :	
	Elaborar um termo de abertura de projeto.	E2
	Elaborar o plano de escopo.	E2
	Elaborar o plano de tempo.	E2
	Elaborar o plano de custos.	E2
	Elaborar o plano da qualidade.	E2
	Elaborar o plano de recursos humanos.	E2
	Elaborar o plano de comunicação.	E2
	Elaborar o plano de riscos.	E2
	Elaborar o plano de aquisições.	E2
	Elaborar o plano de <i>stakeholders</i> .	E2
Questões sobre o conteúdo (QA02)		
M02.01.	O conteúdo apresentado é relevante para um profissional de computação	E1
M02.02.	O conteúdo apresentado é de meu interesse pessoal.	E1
M02.03.	Considero que o conteúdo está conectado às pré-competências dos alunos.	E1
M02.04.	Considero que o conteúdo abordado nas aulas sobre o dotProject+ apresentou todas as funcionalidades necessárias para a iniciação e o planejamento de projetos (abrangência).	E1
M02.05.	Considero que o conteúdo abordado nas aulas sobre o dotProject+ apresentou as funcionalidades da ferramenta com detalhamento adequado (profundidade).	E1
M02.06.	Considero que o conteúdo foi apresentado no sequenciamento adequado.	E1
Questões sobre o material instrucional – slides (QA03)		
M03.01.	Considero que os slides utilizados facilitaram a aprendizagem dos alunos.	E1
M03.02.	Considero que os slides utilizados são interessantes.	E1
M03.03.	A forma em que o conteúdo é organizado nos slides possibilita a consulta de tópicos específicos.	E1
M03.04.	Considerei fácil ensinar o uso da ferramenta dotProject+ com a orientação dos slides.	E1
M03.05.	Os slides apresentam explicações e exemplos que possibilitam a compressão do conteúdo.	E1
Questões sobre o material instrucional –ferramenta dotProject+ (QA04)		
M04.01.	Considero que a ferramenta facilita a aprendizagem da aplicação da teoria referente à iniciação e planejamento de projetos [<i>por área de conhecimento</i>].	E1
M04.02.	Considero que a ferramenta dotProject+ auxilia na condução das atividades propostas pela UI.	E1
M04.03.	A utilização da ferramenta dotProject+ estimula a aplicação do conteúdo ao invés de apenas sua memorização.	E1
M04.04.	No futuro gostaria de novamente ensinar o uso de ferramentas de GP com a ferramenta dotProject+.	E1
Questões sobre a estratégia instrucional – slides (QA05)		
M05.01.	Considero que as aulas teóricas sobre GP intercaladas com as aulas práticas utilizando a ferramenta dotProject+ facilitou a aprendizagem	E1

Métrica	Item do questionário	Escala
	dos alunos.	
M05.02.	As aulas sobre o uso da ferramenta dotProject+ são bem integradas na disciplina como um todo.	E1
M05.03.	Considero que as aulas sobre o uso da ferramenta dotProject+ auxiliaram na fixação do conteúdo teórico sobre a iniciação e o planejamento de projetos pelos alunos.	E1
M05.04.	Considero que as atividades e materiais instrucionais utilizados estão adequados ao meu jeito de ensinar.	E1
M05.05.	Consegui conduzir todas as atividades propostas que envolviam a utilização da ferramenta dotProject+.	E1
Questões sobre a experiência do usuário – slides (QA06)		
M06.01.	Observei os alunos motivados durante a realização das atividades utilizando a ferramenta dotProject+.	E1
M06.02.	Eu recomendaria o uso da ferramenta dotProject+ a outros professores, quando necessário o ensino sobre o uso de ferramentas de GP.	E1
Questões subjetivas		
	O que você mais gostou na UI com uso da ferramenta dotProject+?	E5
	O que poderá ser melhorado na UI sobre o uso da ferramenta dotProject+?	E5
	Mais algum comentário?	E5

Legenda de escalas do item do questionário

E1 – Likert - (discordo fortemente) -2, -1, 1, 2 (concordo fortemente)

E2 – Ordinal - (pouco) 1 a 5 (muito)

E3 – Nominal – Sim, Não.

E4 – Nominal - MS-Project; Gantt Project; Open-Proj; dotProject; Outra(a)?

E5 - Questão aberta

4.5.2. Planejamento

A avaliação é realizada por uma série de estudos de caso (*non-experimental*), e com aplicação de teste apenas após a aplicação da UI (*one-shot post-test only*) (SHADISH, COOK, & CAMPBELL, 2002), conforme ilustrado na Figura 34.

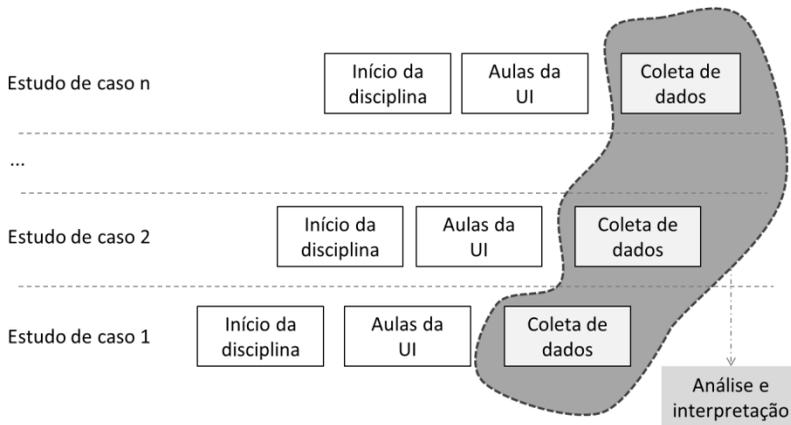


Figura 34. Método de pesquisa da avaliação da UI

Considerando que a avaliação da UI é realizada por uma série de estudos de caso, cada estudo de caso deve ser executado de forma normalizada (seguindo o plano de ensino da UI), e que os dados sejam coletados de maneira uniforme (utilizando o questionário derivado do plano GQM). Desta maneira, torna-se possível que os dados coletados nas diferentes aplicações da UI possam ser agrupados para análise (KISH, 1994).

A avaliação ocorreu ao término da UI em cada turma em que for aplicada. Porém, os questionários de avaliação foram aplicados apenas após a entrega das notas aos alunos. Considerando que os cursos superiores de computação nas instituições de ensino brasileiras são tipicamente organizados em semestres ou trimestres, a avaliação foi realizada ao término de cada um destes períodos.

4.5.3. Operação da avaliação

A execução dos estudos de caso iniciou com a preparação do ambiente computacional pelo instrutor, instalando o dotProject+ e configurando as contas de acesso dos alunos. Neste momento, o instrutor também se familiarizou com o plano de aula, e com os materiais instrucionais, incluindo o dotProject+ e o guia de uso. Ao iniciar as aulas da UI, os alunos são organizados em grupos, e recebem suas credenciais de acesso, e em seguida, o instrutor realiza uma aula expositiva, explicando como acessar o dotProject+, assim como suas regras gerais de navegação. Nos próximos encontros, o instrutor utiliza o

guia de uso para explicar como utilizar o dotProject+ para suportar uma ou mais áreas de conhecimento do GP, seguida por uma aula prática onde os alunos utilizam a ferramenta dotProject+ para executar a parte do processo de GP que foi explicada. Este procedimento continua nos encontros seguintes, até os alunos completarem todo o processo de GP para os grupos de processos de iniciação e planejamento. Ao término das aulas, os alunos devem exportar o termo de abertura e o plano do projeto para PDF, e entregar estes resultados para avaliação.

É apenas neste momento, após a entrega das notas aos alunos, que se inicia a operação da avaliação. Neste momento, os alunos e o instrutor são convidados a responder o questionário de avaliação. A resposta a este questionário é não obrigatória e anônima.

Conforme apresentado na seção de implementação da UI (seção 4.4), esta foi aplicada em 19 turmas entre o primeiro semestre de 2013 e o segundo semestre de 2016. Porém, o questionário de avaliação foi aplicado somente a partir do segundo semestre de 2015. Deste modo, a avaliação da qualidade da UI é realizada considerando apenas as 9 últimas aplicações da UI, sendo estas apresentadas na Tabela 57.

Tabela 57. Aplicações da UI com coleta de dados para avaliação

Semestre	Instituição educacional	Curso	Disciplina	Instrutor*	Número de alunos	Respostas coletadas
Grupo 2						
2015-2	SENAC – Jaraguá do Sul	Gerenciamento de tecnologia da informação	Fundamentos em Gerenciamento de projetos	Instrutor E	24	8
2015-2	UFSC	Sistemas da informação	Gerenciamento de projetos	Instrutor D	37	7
2015-2	UFSC	Ciência da Computação	PGPS	Instrutor F	28	13
Grupo 3						
2016-1	UFSC	Ciência da Computação	PGPS	Instrutor F	14	10
2016-1	UFSC	Sistemas da informação	Gerenciamento de projetos	Instrutor D	16	15
2016-2	UFPB	Ciência da Computação	Gerência de Projeto de Software	Instrutor G	10	7
2016-2	UFMS	Sistemas de Informação	Gestão de Projetos	Instrutor H	6	5
2016-2	UFSC	Ciência da Computação	PGPS	Instrutor F	34	29
2016-2	UFSC	Sistemas da informação	Gerenciamento de projetos	Instrutor D	17	12

Semestre	Instituição educacional	Curso	Disciplina	Instrutor*	Número de alunos	Respostas coletadas
----------	-------------------------	-------	------------	------------	------------------	---------------------

Legenda:

UFSC – Universidade Federal de Santa Catarina.

SENAC – Serviço Nacional de Aprendizagem Comercial.

UFMS – Universidade Federal do Mato Grosso do Sul.

UFPB – Universidade Federal da Paraíba.

* Os nomes dos instrutores foram substituídos por razões de privacidade.

As 10 primeiras aplicações, pertencentes ao grupo 1 (aplicações piloto), não podem ser consideradas para avaliação, já que na época em que foram aplicadas os questionários de avaliação ainda não haviam sido desenvolvidos. As aplicações piloto tiveram utilidade para identificar características do público-alvo e do ambiente de aprendizagem, assim como coletar uma serie de opiniões de alunos e instrutores, quanto aos aspectos positivos e pontos de melhoria para UI. Apesar disto, tais aplicações possibilitam apenas uma avaliação subjetiva da qualidade da UI, não podendo auxiliar na medição das métricas definidas no plano GQM para avaliação da qualidade da UI.

Deste modo a avaliação da UI conta com 9 aplicações, e dados coletados 106 alunos. Considerando que 186 alunos participaram da UI nestas 9 aplicações, observa-se uma taxa de resposta de aproximadamente 57% dos alunos. Este valor para taxa de respostas é consequência da participação dos alunos ser voluntária, anônima, e aplicada apenas depois de todas as atividades da UI terem sido encerradas e as notas divulgadas. Mas, buscando aumentar a taxa de resposta, para as aplicações da UI realizadas a partir de 2016, ao invés de aplicar o questionário em meio eletrônico, os alunos receberam este questionário em meio físico. Nestas turmas a taxa de participação se elevou consideravelmente. Porém a aplicação do questionário utilizando o meio físico foi possível apenas nas aplicações da UI realizadas na instituição de ensino - UFSC, local onde a tese foi desenvolvida. Nas aplicações realizadas em outras instituições de ensino, o questionário eletrônico continuou a ser aplicado. Já quanto a participação dos instrutores, apesar da UI ter sido aplicado por 8 instrutores durante todas as suas aplicações (incluindo as aplicações do grupo 1), 1 instrutor não respondeu ao questionário de avaliação, deste modo totalizando 7 respostas ao questionário de avaliação da UI.

Especificamente para avaliação da técnica de *feedback* instrucional, já que esta foi incluída na UI apenas a partir do primeiro semestre de 2016, os dados sobre a contribuição desta técnica na

qualidade da UI foram coletados somente após este momento. Consequentemente, o conjunto de dados coletados para esta avaliação é um subconjunto da totalidade dos dados coletados para avaliação da UI, totalizando respostas de 62 alunos que responderam ao questionário de avaliação após a inclusão desta técnica. A avaliação do feedback instrucional ocorreu apenas pelo ponto de vista do aluno, uma vez que a maioria dos instrutores já havia respondido o questionário de avaliação quanto esta técnica foi incluída na UI.

4.5.4. Análise e interpretação

Nesta seção são analisadas as questões de análise, com base nos dados coletados sob as perspectivas dos alunos e instrutores. Os dados analisados são oriundos das aplicações da UI pertencentes ao grupo 2 e grupo 3. O agrupamento destes dados para análise foi possível devido à aplicação uniforme dos estudos de caso (segundo o mesmo plano de aula), e principalmente pela utilização de um instrumento de coleta de dados uniformizado (questionários derivado dos planos GQM) (KISH, 1994).

Para completar a interpretação destes dados também são consideradas as respostas às questões subjetivas dos questionários de avaliação. Outras informações para apoiar a interpretação dos dados coletados são observações realizadas durante as aplicações da UI, e comentários feitos por alunos e instrutores por meio de um questionário *web* ou e-mails.

QA01. Qual a percepção de aprendizagem proporcionada pela UI?

Em relação à dimensão de percepção de aprendizagem, os alunos foram questionados quanto a sua competência em utilizar uma ferramenta de GP antes das aulas da UI, e após sua participação nas aulas da UI (Figura 35).

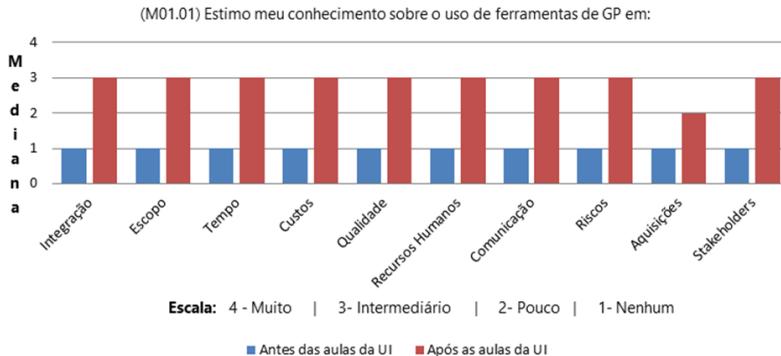


Figura 35. Avaliação da dimensão de percepção de aprendizagem – perspectiva dos alunos.

Conforme observado na Figura 35, a maioria dos alunos indicou que antes da UI não possuíam nenhum conhecimento sobre ferramentas de GP, e após as aulas indicaram ter percepção deste conhecimento ao menos no nível intermediário. Um indício que vai de encontro a esta percepção de aprendizagem, é que a maioria dos alunos conseguiu concluir as atividades instrucionais propostas, produzindo assim o termo de abertura e o plano do projeto. Este também é um indicativo de que os alunos atingiram os objetivos de desempenho da UI. Outro dado que reforça esta percepção de aprendizagem positiva dos alunos, é que cerca de 85% indicaram ser capazes de aplicar o conteúdo teórico em sua prática profissional (M02.04).

Quanto ao ponto de vista dos instrutores estes foram questionados sobre sua percepção quanto ao nível da aprendizagem proporcionado aos alunos após as aulas da UI (Figura 36).

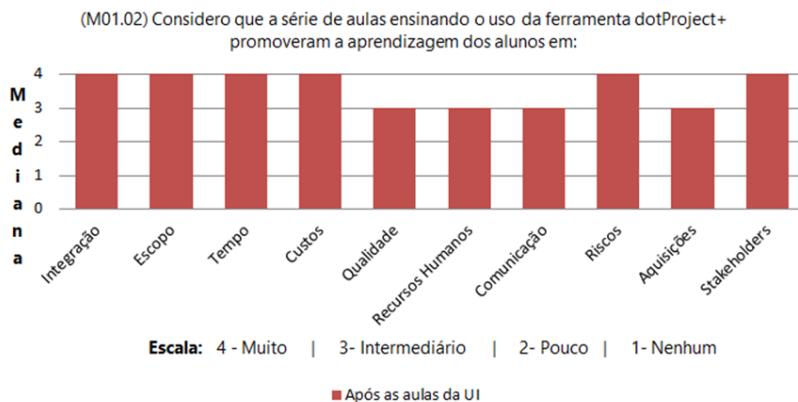


Figura 36. Avaliação da dimensão da aprendizagem (dotProject+) – perspectiva dos instrutores.

Em geral os instrutores tiveram a percepção que a UI promoveu no nível “muito” a aprendizagem dos alunos sobre o uso da ferramenta de GP. Apenas para as áreas de conhecimento de qualidade, RH, comunicação, e aquisição, que os instrutores tiveram a percepção de aprendizagem em nível “intermediário”. Esta percepção positiva na aprendizagem dos alunos, com base nos comentários dos instrutores, deu-se pelo alinhamento dos materiais instrucionais aos objetivos de desempenho da UI. Deste modo, o guia de uso e a própria ferramenta dotProject+ guiam o aluno pela execução dos processos de cada uma das áreas de conhecimento, possibilitando a aprendizagem experiencial do aluno por meio da aplicação prática desta parte do processo de GP.

QA02. Qual a importância dos conteúdos abordados?

Para dimensão do conteúdo foram coleados dados (Figura 37) relacionados à opinião dos alunos sobre seu interesse pessoal pelo conteúdo, se o conteúdo está relacionado aos seus conhecimentos prévios, se o conteúdo foi abordado na extensão e profundidade adequadas, e sobre sua percepção quanto à facilidade de compreensão do conteúdo.

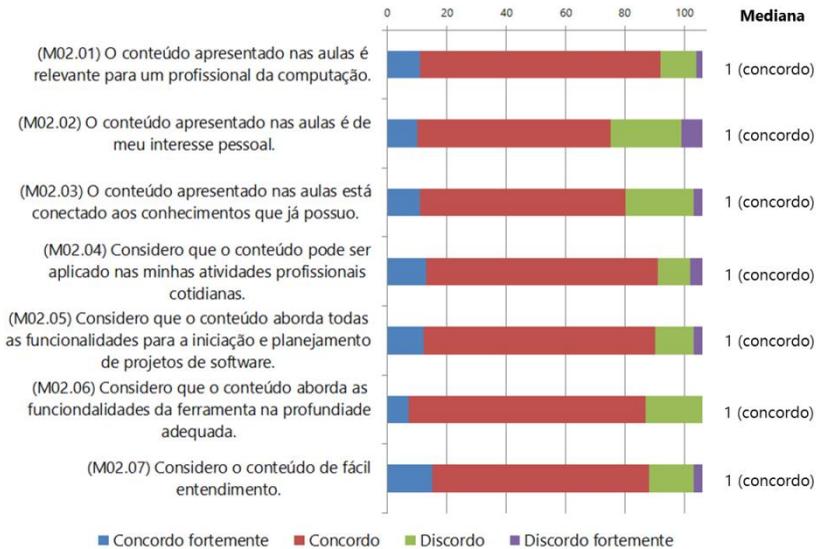


Figura 37. Avaliação da dimensão de conteúdo – perspectiva dos alunos.

Observa-se que os alunos tiveram uma percepção positiva quanto à cobertura e profundidade em que o conteúdo é abordado. Esta afirmação indica que sob seu ponto de vista foram abordados os processos de iniciação e planejamento para todas as áreas de conhecimento, e que a quantidade de conteúdo trabalhado sobre cada processo foi adequada para sua aprendizagem. Além disto, a maioria dos alunos indicou que o conteúdo é de fácil entendimento, mesmo considerando que existe uma parcela de alunos (25%) que indica que o conteúdo da UI não está conectado às suas pré-competências. Isto pode ser um indicio de que a maneira como o conteúdo foi sequenciado e agrupado pode estar adequada para a aprendizagem, respeitando seu sequenciamento lógico, e possibilitando o entendimento mesmo para os alunos que não possuem uma base tão sólida nos conceitos básicos de ES, sendo este um pré-requisito para UI. A facilidade de compreensão do conteúdo também pode estar relacionada à possibilidade de realizar sua aplicação prática logo após a aula teórica, tornando o conteúdo mais concreto e compreensível. Quanto à percepção dos alunos sobre a relevância do conteúdo, a maioria considerou este relevante para profissionais na área de computação e também de seu interesse pessoal.

Já quanto à perspectiva dos instrutores sobre o conteúdo da UI (Figura 38), entre os itens de avaliação está a percepção de relevância dos instrutores sobre o conteúdo, a adequação do conteúdo às pré-competências dos alunos, sua opinião sobre a adequação da abrangência e da profundidade em que o conteúdo é abordado, assim como a adequação de seu sequenciamento e agrupamento.

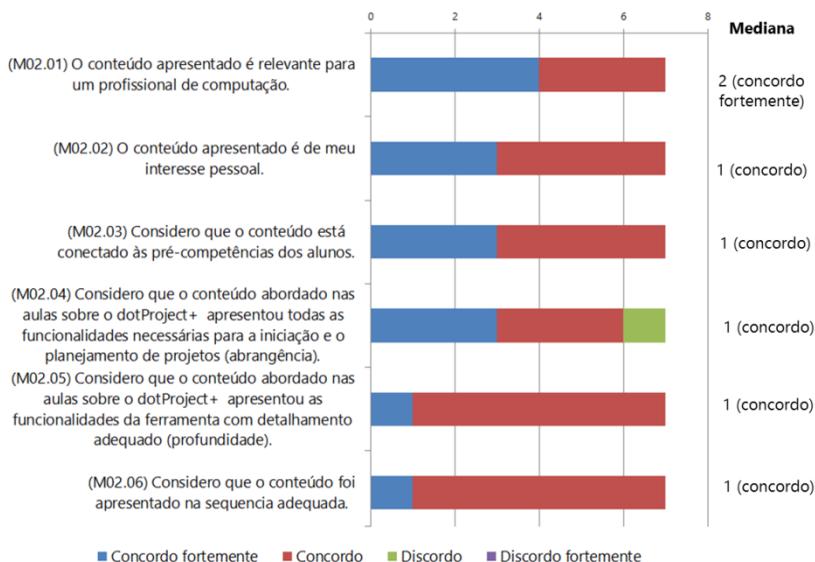


Figura 38. Avaliação da dimensão do conteúdo – perspectiva dos instrutores.

A grande maioria dos instrutores considerou que o conteúdo está adequado tanto na cobertura quanto na profundidade em que os processos de GP são abordados. Os instrutores também concordam que o sequenciamento e agrupamento em que conteúdo é apresentado estão adequados. Além disto, a todos os instrutores também indicaram que o conteúdo está adequado às pré-competências dos alunos, e que o conteúdo é importante para formação dos profissionais de computação.

Entretanto é possível observar que existem oportunidades de melhoria quanto à maneira em que o conteúdo é abordado na UI. Isto é perceptível uma vez que muitos itens não obtiveram a total concordância dos instrutores, como, por exemplo, a maneira em que profundidade do conteúdo é abordada na UI. Uma oportunidade de melhoria neste quesito seria a inclusão de explicações contextualizadas na própria ferramenta de GP, possibilitando que os alunos que necessitam receber

explicações mais detalhadas, possam ter acesso a estas informações sem comprometer a carga-horária prevista para UI.

QA03. Qual a qualidade dos slides utilizados?

Para avaliação da dimensão de materiais foram coletados dados quanto à contribuição do guia de uso para aprendizagem dos alunos (Figura 39). Entre os dados coletados estão as opiniões dos alunos quanto ao apoio dos slides como material de estudo, e se seu conteúdo e estrutura são interessantes e adequados para aprendizagem.

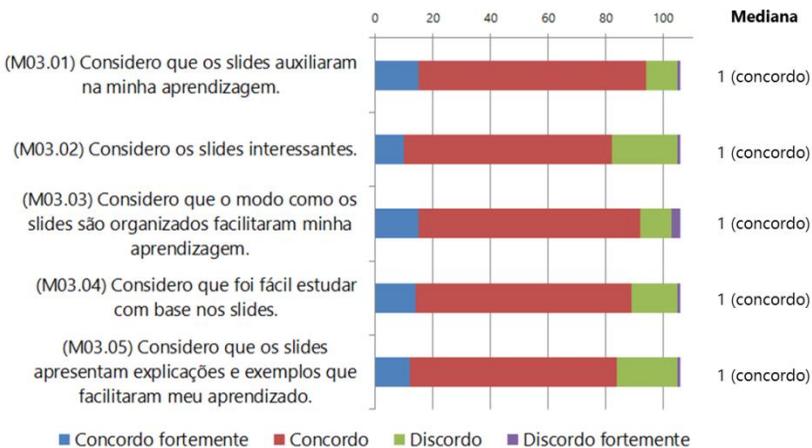


Figura 39. Avaliação da dimensão de materiais (Guia de uso) - perspectiva dos alunos.

Com base nestes dados é observado que os alunos consideram que os slides do guia de uso auxiliam em sua aprendizagem, melhorando a compreensão do processo de GP para iniciação e planejamento. Os alunos indicaram que os slides apresentam o conteúdo de forma objetiva, facilitando o entendimento sobre como utilizar as funcionalidades do dotProject+ para suportar a execução de cada passo deste processo. A maioria dos alunos também concorda que os slides são interessantes, despertando interesse na sua consulta para o estudo.

Entretanto, uma parcela significativa de alunos (aproximadamente 20%), considerou que os slides não trazem uma quantidade de exemplos suficientes. Para este fim, foi elaborado um plano de projeto e termo de abertura de exemplo, sendo estes materiais instrucionais complementares aos slides de guia de uso. Porém, já que a consulta a estes exemplos é facultativa, talvez alguns alunos possam ter ficado

limitados aos exemplos apresentados nos slides, e não tenham acessado os exemplos.

Já quanto à perspectiva dos instrutores, estes foram questionados quanto à qualidade dos slides para o ensino, verificando se os mesmos apresentam o conteúdo de forma apropriada, se facilitam o ensino, e se apresentam informações e exemplos suficientes para possibilitar a aprendizagem (Figura 40).

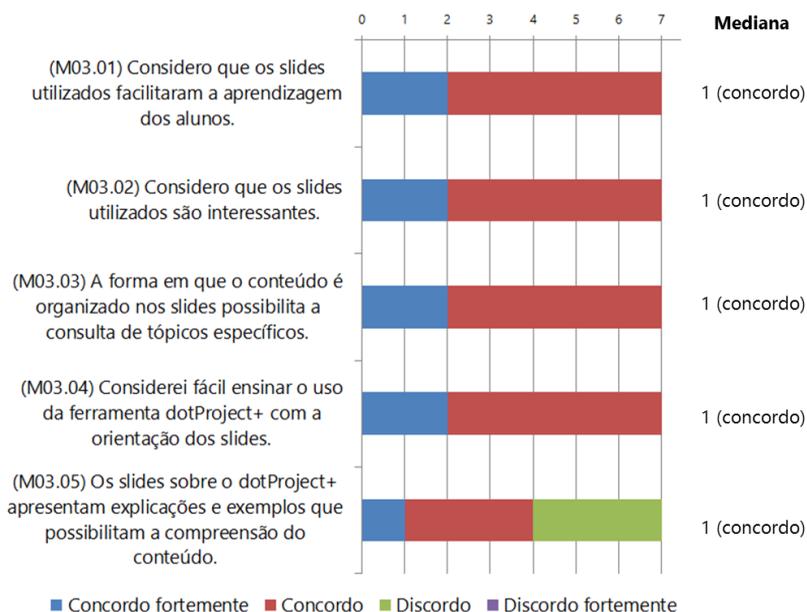


Figura 40. Avaliação da dimensão dos materiais (slides) – perspectiva dos instrutores.

Analisando as respostas, percebe-se que os instrutores consideram que os slides de guia de uso facilitam a preparação das aulas. Ainda, todos os instrutores afirmaram que foi fácil ensinar sobre o uso da ferramenta de GP com a orientação dos slides, destacando sua atratividade e organização do conteúdo. Ainda, todos os instrutores consideram que os slides foram de fundamental importância para aprendizagem dos alunos, especialmente devido à falta de experiência destes com o uso de ferramentas de GP. Porém, aproximadamente 40% dos instrutores discordam que os slides apresentam exemplos suficientes. Considerando que muitos alunos também tiveram esta

percepção, este um indício de que os slides poderiam ser melhorados neste aspecto.

QA04. Qual a qualidade da ferramenta dotProject+ para o ensino?

A dimensão de materiais instrucionais também avaliou a adequabilidade da ferramenta dotProject+ para o ensino (Figura 41). Esta avaliação se baseou em afirmações relacionadas a sua contribuição na aplicação prática do conteúdo relacionado à iniciação e planejamento de projetos.

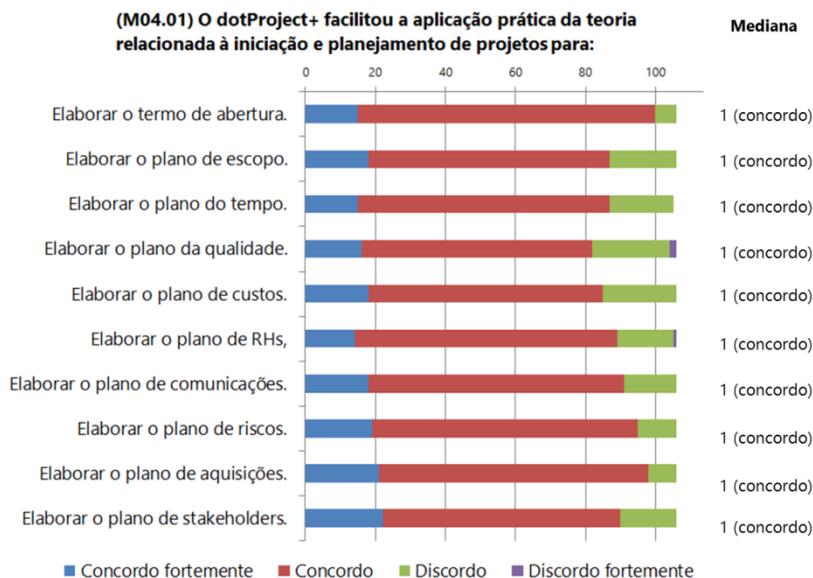


Figura 41. Avaliação da dimensão de materiais (dotProject+) – perspectiva dos alunos.

As respostas apresentadas na Figura 41 indicam que a ferramenta dotProject+ foi considerada de grande importância para aprendizagem de como utilizar uma ferramenta para suportar o processo de GP. Os alunos indicaram como positivo o conjunto de funcionalidades oferecidas, e a organização destas por área de conhecimento, facilitando assim o entendimento de como os processos de cada área de conhecimento podem ser apoiados por uma ferramenta de GP.

Além da adequabilidade para o ensino sobre cada área de conhecimento, outros dados foram coletados (Figura 42), identificando a percepção dos alunos quanto ao suporte da ferramenta em guiá-los pela correta utilização das funcionalidades, sobre a facilidade de uso da ferramenta, e também sobre o influência do uso da ferramenta em sua motivação nas atividades da UI.

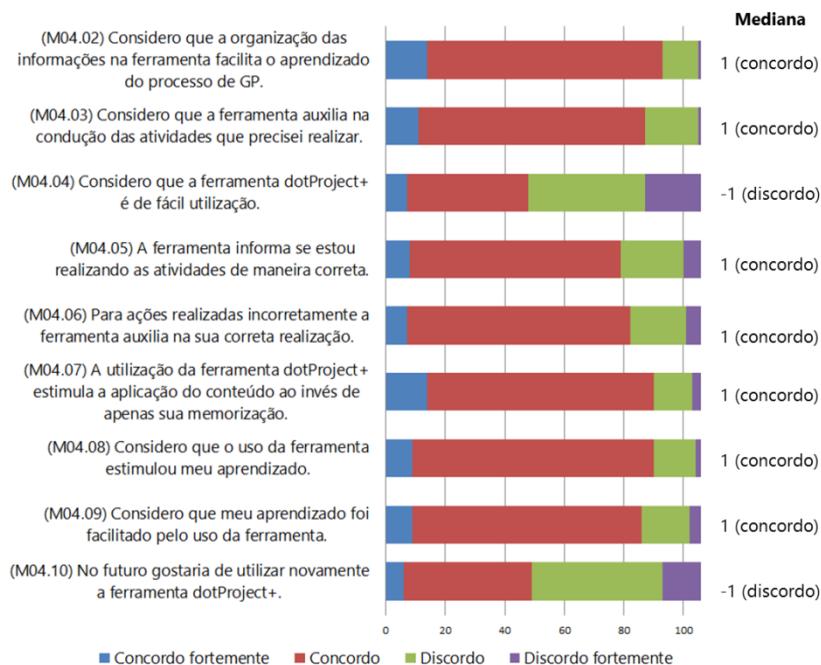


Figura 42. Avaliação da dimensão de materiais (dotProject+) – perspectiva dos alunos.

Entre os aspectos positivos da ferramenta, os alunos apontaram o apoio no aprendizado do processo de GP, e na condução das atividades instrucionais. Outro aspecto avaliado é que a ferramenta facilita a estimula a aprendizagem sobre o uso prático de uma ferramenta de GP, e assim extrapola a simples memorização da teoria relacionada ao GP.

Entretanto, cerca de 54% dos alunos indicou ter dificuldade de utilização de determinadas funcionalidades. Com base neste diagnostico, já percebido durante as aplicações piloto da UI, a melhoria da usabilidade de ferramenta foi trabalhada, inclusive com a realização de

um TCC dedicado para esta análise (LACERDA, 2014). Em decorrência deste trabalho, os problemas relatados sobre a usabilidade do dotProject+ foram reduzidos após o primeiro semestre de 2015, quando a versão 2.0 da ferramenta foi adotada. Esta versão teve sua usabilidade melhorada com base em uma análise realizada por uma especialista em usabilidade de software, que gerou diversas sugestões de melhorias (LACERDA, 2014). Esta nova versão também trouxe um novo tema, tornando o dotProject+ mais atrativo (em relação ao tema padrão do dotProject – utilizado durante as aplicações piloto), também reduzindo os problemas de usabilidade, e aumentando a aceitabilidade por parte dos alunos. A execução de diversos processos foi facilitada nesta versão, como a alocação de RHs e a derivação de atividades de pacotes de trabalho. O suporte a tais processos passou a exigir menos passos na ferramenta e menor esforço por parte do aluno.

Quanto ao ponto de vista dos instrutores, estes foram especificamente questionados se o suporte oferecido pelo dotProject+ é suficiente para apoiar a aprendizagem dos alunos em relação a cada área de conhecimento do processo de GP para iniciação e planejamento de projetos (Figura 43).

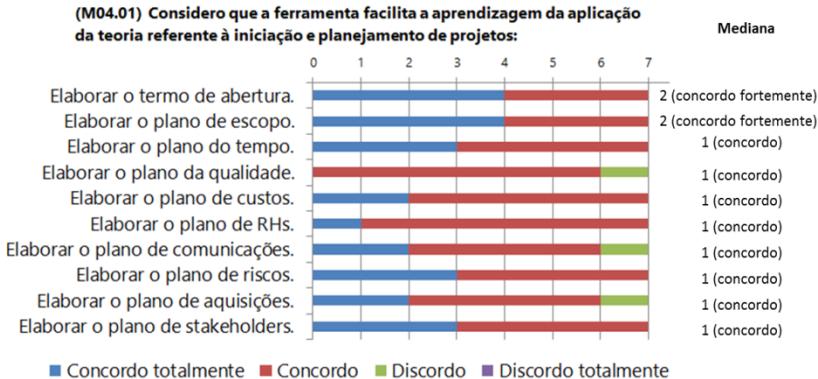


Figura 43. Avaliação da dimensão dos materiais (dotProject+)– perspectiva dos instrutores

Para completar a avaliação da ferramenta dotProject+ na perspectiva dos instrutores, estes também foram questionados quanto a sua adequação ao ensino (Figura 44), verificando inclusive se os instrutores teriam interesse em utilizá-la novamente no futuro.

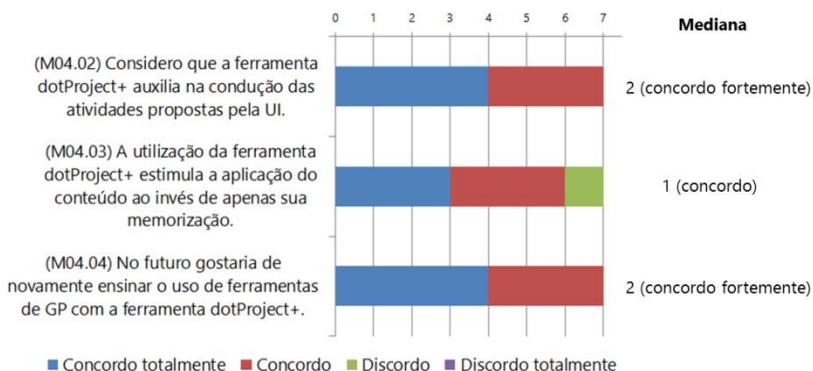


Figura 44. Avaliação da dimensão dos materiais– perspectiva dos instrutores.

Analisando os dados apresentados, percebe-se que os instrutores consideraram que a ferramenta dotProject+ auxiliou na aprendizagem de todo o conteúdo da UI, oportunizando a aplicação prática deste conteúdo por meio da utilização de suas funcionalidades. Sobre as funcionalidades do dotProject+, os instrutores destacaram como positivo que uma única ferramenta suporte esta ampla parte do processo de GP. Isto evita a utilização de diversas ferramentas para demonstração de como suportar a execução deste processo (por exemplo: GanttProject e MS-Word), e ainda facilitando a integração dos resultados em um plano do projeto completo, que é gerado pela ferramenta.

Entretanto, alguns instrutores destacaram ter dificuldades no processo de alocação de RHs, pela necessidade de vários passos, tornando complexa a utilização desta funcionalidade. Outros instrutores destacaram a dificuldade de instalar o dotProject+, devido a sua composição por diversos módulos *add-on*, o que é ainda mais acentuado quanto o instrutor não domina as tecnologias envolvidas. Com base neste *feedback*, foi criado do guia de instalação como um dos materiais da UI (seção 4.3.3.2), e assim foi percebido redução desta dificuldade.

QA05. Qual a qualidade da estratégia instrucional empregada?

Para avaliação da dimensão de estratégia instrucional foram coletados dados quanto à contribuição das aulas teóricas intercaladas com as aulas práticas na aprendizagem dos alunos, assim como a adequação das atividades instrucionais às suas preferências de aprendizagem (Figura 45).

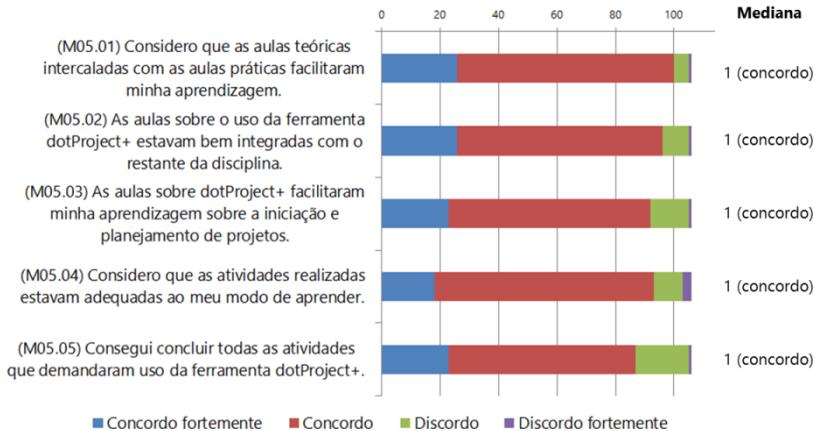


Figura 45. Avaliação da dimensão de estratégia – perspectiva dos alunos.

Com base dos dados coletados pode-se inferir que os alunos consideraram que a intercalação entre as aulas teóricas e práticas facilitou a compreensão do conteúdo, e a sua aplicabilidade prática. Isto porque a cada instrução recebida sobre técnicas de GP para determinada área de conhecimento, a aula seguinte já oportunizava a aplicação prática destas técnicas com o apoio da ferramenta de GP. A maioria dos alunos também informou que as aulas da UI foram bem integradas no contexto da disciplina em que foi aplicada, devido a sua forte correlação com outros tópicos da GP e/ou ES. Além disto, a maioria dos alunos indicou que as atividades instrucionais propostas pela UI estão adequadas ao seu jeito de apreender, o que se ratifica, quando observado que a maioria dos alunos também indicou ter conseguido concluir todas as atividades instrucionais.

Pelo ponto de vista do instrutor foram coletados dados (Figura 46) para identificar a percepção quanto à efetividade do plano de aula definido, avaliando tanto o sequenciamento das aulas quanto a adequação das atividades instrucionais para a aprendizagem dos alunos. Também foi verificado se os instrutores conseguiram conduzir todas as atividades instrucionais previstas no plano de ensino da UI.

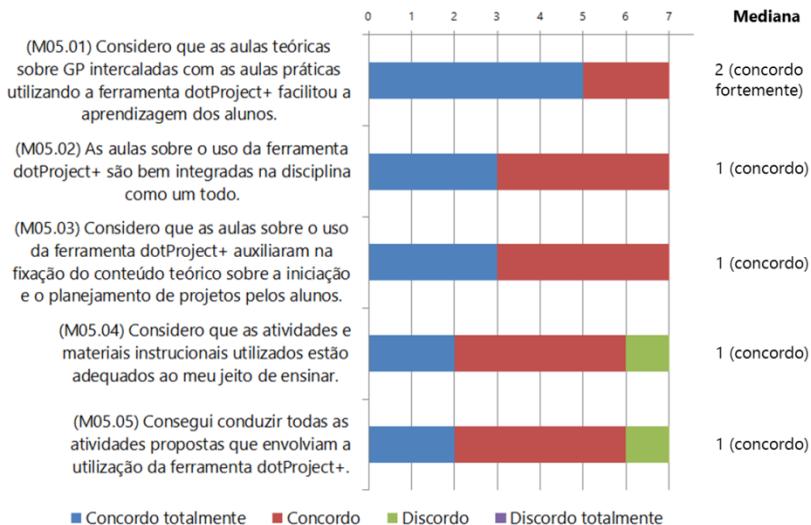


Figura 46. Avaliação da dimensão da estratégia – perspectiva dos instrutores.

Analisando as respostas, percebe-se que os instrutores concordam que as atividades instrucionais, guiadas pelo processo de GP, inclusive de forma ilustrada pelo guia de uso, facilitou a aprendizagem dos alunos. Isto porque os alunos estavam constantemente visualizando o processo de GP no diagrama escrito em notação BPMN, e assimilando a execução deste processo por meio da utilização das funcionalidades da ferramenta de GP. Outro aspecto destacado pelos instrutores é que a intercalação das aulas teóricas e práticas auxiliaram na utilização das funcionalidades da ferramenta pelos alunos. Este sequenciamento respeitou as dependências lógicas entre as funcionalidades da ferramenta de GP, evitando a tentativa do uso de funcionalidades quando os seus pré-requisitos ainda não haviam sido atendidos. Por exemplo, seguindo o processo de GP foi evitado que os alunos tentassem utilizar funcionalidades como as estimativas de custos, antes de fazer a alocação dos RHs nas atividades do projeto. Deste modo a maioria dos alunos demonstrou consciência de que parte do processo de GP cada funcionalidade utilizada busca suportar. Além disto, a maioria dos instrutores indicou que as atividades instrucionais e os materiais utilizados estão alinhados ao seu jeito de ensinar, e por consequência a maioria dos instrutores indicou ter conseguido executar todo o plano de aula da UI.

QA06. Qual a experiência de usuário proporcionada pela UI?

A dimensão de experiência do usuário foi avaliada com base em afirmações que buscam identificar a motivação dos alunos quando participaram das atividades instrucionais da UI (Figura 47).

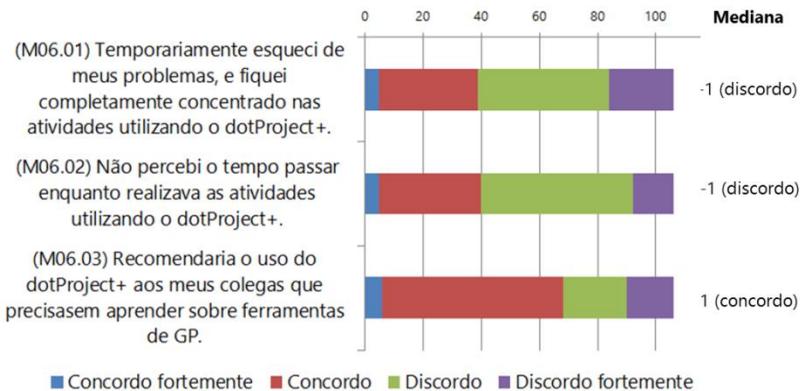


Figura 47. Avaliação da dimensão de experiência do usuário - perspectiva dos alunos.

A maioria dos alunos indicou estar satisfeito com a UI, principalmente pela compreensão proporcionada quanto à aplicabilidade prática da teoria GP. Isto se torna evidente quanto observado que a maioria dos alunos recomendaria a UI para outros alunos que precisarem aprender sobre ferramentas de GP.

Porém, quando analisada a imersão proporcionada, a maioria dos alunos afirmou que as atividades da UI não proporcionam um nível de imersão que possibilite o esquecimento de seus problemas rotineiros ou da noção do tempo. Porém esta percepção não foi homogeneia, existindo uma parcela de alunos (aproximadamente 35%) que conseguiram um maior nível de imersão durante a realização das atividades instrucionais.

Já quanto à perspectiva dos instrutores, estes foram questionados sobre a motivação percebida pelos alunos durante a realização das atividades instrucionais, assim como se recomendariam a UI para outros instrutores que tenham mesma necessidade de ensinar sobre ferramentas de GP (Figura 48).

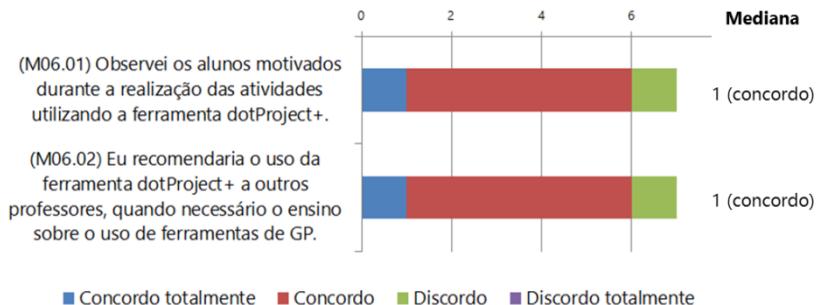


Figura 48. Avaliação da dimensão da experiência do usuário – perspectiva dos instrutores.

Com base nos dados coletados, percebe-se que a maioria dos instrutores afirma ter observado alunos motivados durante a realização das atividades instrucionais. Tal afirmação deu-se por observações como engajamento dos alunos durante a realização das atividades, e pela participação nas aulas da UI. Avaliando a satisfação percebida pelos instrutores, observa-se que a maioria dos instrutores afirmou que recomendaria a UI para outros docentes que precisassem ensinar sobre o uso de ferramentas de GP.

QA07: Qual foi a contribuição da técnica de *feedback* instrucional para aprendizagem dos alunos?

A contribuição da técnica de *feedback* instrucional na percepção de aprendizagem dos alunos foi identificada ao questioná-los se as explicações apresentadas pelas mensagens de feedback contribuíram para sua aprendizagem (Figura 49).

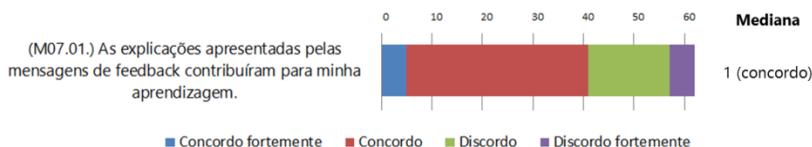


Figura 49. Avaliação da dimensão de percepção de aprendizagem pela técnica de *feedback* instrucional.

Aproximadamente 65% dos alunos concordou que a técnica de *feedback* instrucional foi um instrumento útil para sua aprendizagem.

Com base nas respostas descritivas, identificou-se que a principal contribuição desta técnica foi contribuir para compreensão dos conceitos de GP, por meio de explicações contextualizadas durante a aplicação prática dos mesmos durante o uso da ferramenta de GP. Além disso, outra característica que apoiou a aprendizagem dos alunos foram os exemplos apresentados pelas mensagens de *feedback*, explicando que tipo de informação é esperado para cada parte do termo de abertura e do plano do projeto. Ainda sobre os exemplos, os alunos apreciaram terem recebido mensagens dedicadas aos projetos de TCC, o tema proposto para os projetos dentro da UI. Entre estes exemplos estão possibilidades de *stakeholders*, atividades, riscos que tipicamente estão relacionados a este tipo de projeto. Assim, os exemplos instigaram os alunos a completar seus termos de abertura e planos de projeto, assim como discutir alternativas que extrapolam os exemplos apresentados.

Com base nos comentários gerais das respostas descritivas, foram identificadas possíveis causas para que aproximadamente 35% dos alunos tenham discordado da contribuição desta técnica para sua aprendizagem. Entre as possibilidades podem estar divergências entre as preferências de aprendizagem desses alunos e as estratégias escolhidas por esta técnica, ou ainda, por estes alunos não terem explorado a técnica de forma apropriada devido ao seu baixo nível de intrusão.

QA08. A maneira como o conteúdo é apresentado pela técnica de *feedback* instrucional é apropriada?

Para identificar se o conteúdo foi adequadamente abordado pelas mensagens de *feedback*, os alunos foram questionados se o foram apresentados mensagens para todas as áreas de conhecimento (abrangência), e se estas mensagens apresentaram os conteúdos na profundidade adequada (profundidade). Os dados coletados são apresentadas na Figura 50.

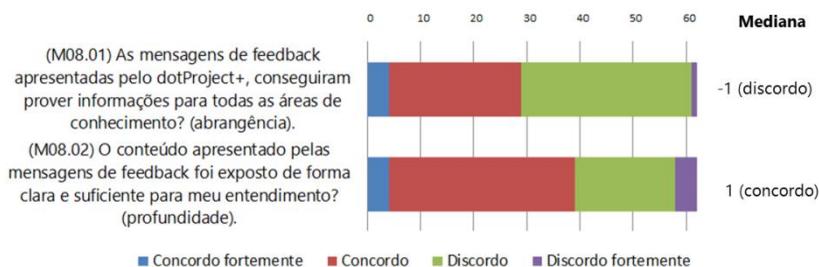


Figura 50. Avaliação da dimensão de conteúdo pela técnica de *feedback* instrucional.

Aproximadamente 60% dos alunos consideraram que o conteúdo é apresentado na profundidade adequada, indicando que as mensagens de *feedback* são detalhadas suficientemente para seu entendimento. Outros alunos indicaram que gostariam que as mensagens apresentassem mais detalhes sobre determinados tópicos. Porém, considerando que a maioria dos alunos concordou que a profundidade apresentada é satisfatória para seu aprendizado, e para não sobrecarregar estes alunos com excesso de informação, uma possível melhoria seria trazer além das mensagens de *feedback*, algumas referências externas, como slides da própria UI ou materiais *online*. Deste modo os alunos que precisam de informações mais detalhas poderiam ter acesso facilitado a tais informações.

Por outro lado, em relação à cobertura do conteúdo, 55% dos alunos indicou que este não foi satisfatório, pois não perceberam mensagens de *feedback* para todas as áreas de conhecimento. Porém, ao analisar as respostas descritivas, é evidente que isto pode ser uma consequência da dificuldade de muitos alunos em visualizar as mensagens assim que elas tornavam-se disponíveis. A notificação destas mensagens ocorre por meio de um ícone de sino, e mesmo recebendo as notificações, alguns alunos podem não ter compreendido a existência de tal recurso. Deste modo, mesmo existindo mensagens de *feedback* para todas as áreas de conhecimento, alunos podem não ter percebido a existência destas mensagens devido a baixa intrusão da notificação. Neste sentido, diversas sugestões de melhoria quanto ao nível de intrusão das mensagens foram realizadas pelos alunos, quais são analisadas na dimensão de experiência do usuário do *feedback* instrucional (QA11).

QA09: Qual é a qualidade do módulo *add-on* do dotProject+ que implementa a técnica de *feedback* instrucional?

Para avaliação da dimensão de materiais, os alunos foram questionados se a implementação da técnica de *feedback* instrucional por meio de um módulo *add-on* integrado ao dotProject+ foi um instrumento útil para sua aprendizagem (Figura 51).

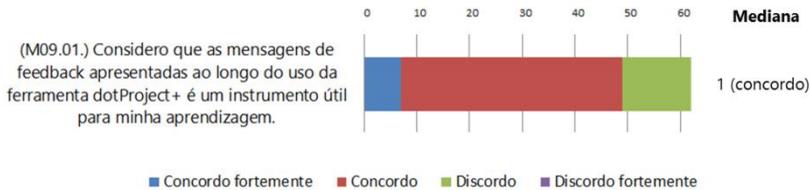


Figura 51. Avaliação da dimensão de materiais pela técnica de *feedback* instrucional.

Quando perguntados quanto a qualidade do módulo *add-on* do dotProject+ para o *feedback* instrucional como um material didático, 75% dos alunos consideraram este módulo um importante instrumento para sua aprendizagem. Alguns alunos indicaram que assim que aprenderam a verificar as notificações de novas mensagens de *feedback*, eles consideraram de grande contribuição o recebimento de mensagens de maneira imediata às suas interações com o dotProject+. Porém, devido às atualizações constantes com novas mensagens de *feedback* conforme os alunos avançam na elaboração do termo de abertura e do plano do projeto, quando acumuladas muitas mensagens na área de notificação, a leitura das mesmas demanda certo tempo, e consequentemente, alguns alunos indicaram querer mais tempo para o uso do dotProject+ em sala de aula para poder ler todas as mensagens adequadamente.

QA10: Qual a qualidade da estratégia instrucional empregada na técnica de *feedback* instrucional?

A estratégia instrucional empregada pela técnica de *feedback* instrucional foi avaliada tanto pelo momento em que as mensagens de *feedback* instrucional são apresentadas aos alunos, quanto pelo modo que estas mensagens abordam os alunos (Figura 52).

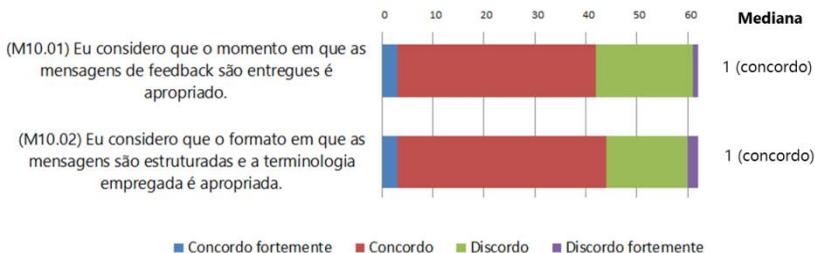


Figura 52. Avaliação da dimensão de estratégia instrucional da técnica de *feedback* instrucional.

A estratégia instrucional foi avaliada com base no momento em que as mensagens de *feedback* são apresentadas ao aluno, e na maneira como os alunos são abordados pelas mensagens. Em relação ao momento de apresentação das mensagens, este é imediato e não intrusivo. Neste aspecto, 60% dos alunos consideraram o momento adequado para sua aprendizagem. No entanto, os outros 40% consideram este momento não adequado. Entretanto, ao analisar as respostas descritivas, é evidente que de maneira geral o problema não está no momento de apresentação das mensagens e sim no seu baixo nível de intrusão das notificações. Alguns alunos indicaram não terem percebido a existência das mensagens no exato momento em que as mesmas ficavam disponíveis, e como consequência analisavam as mensagens apenas posteriormente, quanto já estavam trabalhando em partes diferentes do plano do projeto, dificultando o retorno ao ponto onde as sugestões das mensagens poderiam ser aplicadas. Devido a esta dificuldade, uma sugestão de melhoria foi que as mensagens de *feedback* apresentassem um *link* para redirecionar o aluno para tela em que a sugestão do *feedback* possa ser aplicada.

Entretanto, a maioria dos alunos concordou que o momento de entrega das mensagens é satisfatório. Isto porque, uma vez que os alunos compreendiam como verificar as novas mensagens, eles conseguiam verificá-las assim que estas se tornavam disponíveis. Estes alunos também indicaram que o *feedback* imediato é positivo, provendo informações que possibilitavam a melhoria do plano do projeto, seja em sugestões de informações que ainda precisam ser completadas ou sobre possíveis passos faltantes na execução do processo de GP.

A técnica de *feedback* instrucional também definiu uma estratégia quanto a maneira de abordar os alunos. A abordagem projetada foi positivamente avaliada por 70% dos alunos, indicando que eles

consideraram positivo receber as mensagens em dois níveis: primeiro apresentando um questionamento sobre um determinado tópico, e posteriormente apresentando informações mais detalhadas e exemplos, auxiliando assim em sua aprendizagem.

Ainda, quanto a estratégia instrucional, 4 alunos indicaram que gostariam de ter mais tempo para as aulas práticas, assim tendo mais tempo para ler as mensagens de *feedback*. Uma possível causa para estes comentários foi devido ao fato que muitos alunos começaram a utilizar a funcionalidade de *feedback* apenas próximos das últimas aulas de laboratório, conseqüentemente tendo tempo reduzido para explorar este recurso completamente. Além disto, considerando as limitações de tempo tipicamente imposta para este tipo de UI, conforme avaliado na análise de contexto da UI, aumentar a quantidade de encontros pode ser uma alternativa inviável. Uma alternativa para os alunos que demandam mais tempo para leitura das mensagens, seria o acesso à ferramenta dotProject+ mesmo fora da instituição de ensino, podendo continuar seus estudos no momento de sua preferência.

QA11: Qual foi a experiência de usuário percebida pelos alunos durante o uso da técnica de *feedback* instrucional?

A experiência de usuário proporcionada pela técnica de *feedback* instrucional foi avaliada ao questionar os alunos se as mensagens de *feedback* apresentadas pela ferramenta contribuíram para sua motivação durante a realização das atividades instrucionais. Em relação a satisfação dos alunos com esta técnica, estes foram questionados se recomendariam o uso do *feedback* instrucional para outros alunos que precisassem trabalhar com a ferramenta dotProject+ (Figura 53).

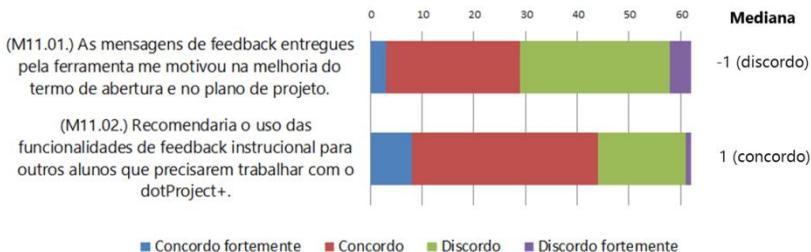


Figura 53. Avaliação da dimensão de experiência de usuário proporcionada pela técnica de *feedback* instrucional.

Primeiramente, 70% dos alunos indicaram que recomendariam esta técnica aos seus pares. O motivo deste nível de adesão pode ser justificado pela experiência positiva que tiveram ao utilizar a técnica de *feedback* instrucional, que contribuiu na detecção de erros, e alertando sobre informações importantes que poderiam estar faltantes no termo de abertura e no plano do projeto, lembrando sobre passos do processo de GP que poderiam não ter sido executados.

Entretanto, quando perguntados sobre a motivação promovida pela técnica de *feedback*, aproximadamente 50% dos alunos indicou que não ficaram mais motivados devido ao seu uso. Este resultado pode ser consequência das diferenças de aprendizagem destes alunos, já que a outra metade dos alunos indicou que a técnica de *feedback* instrucional contribuiu para sua motivação. Entre os motivos desta técnica não ter motivado parte dos alunos, pode ser que ela foi pouco utilizada. Aproximadamente 10% dos alunos indicaram que utilizaram muito pouco a técnica de *feedback* instrucional devido ao seu baixo nível de intrusão. Além disto, eles indicaram que prefeririam receber mensagens de *feedback* mais intrusivas, garantindo que eles pudessem lê-las assim que as mesmas estivessem disponíveis, podendo assim obter maior proveito desta técnica. Outros alunos também sugeriram que a técnica de notificação pudesse ser acompanhada de algum sinal sonoro, indicando quando novas mensagens de *feedback* tornam-se disponíveis. Outra sugestão dos alunos foi que as mensagens de *feedback* fossem acompanhadas de um recurso para redirecioná-los para tela em que a sugestão possa ser aplicada. Tal sugestão poderia facilitar a identificação do que precisa ser corrigido, assim facilitar a interpretação das mensagens mesmo quando elas são lidas bastante tempo depois de sua entrega. Neste sentido, com base nas informações coletadas, é possível inferir que quando os alunos fazem uso da técnica de *feedback* instrucional, esta tem chances de contribuir para motivação do aluno na UI. Isto porque os alunos que não tiveram a motivação aumentada, foi de maneira geral, devido ao uso limitado que fizeram desta funcionalidade, seja por que preferiram uma abordagem com maior nível de intrusão das mensagens de *feedback*, ou ainda outras preferências de aprendizagem.

Uma vez respondidas às questões de análise definidas no plano GQM, torna-se possível analisar o objetivo da avaliação. No próximo capítulo, será discutido o objetivo da avaliação, e também respondida a pergunta de pesquisa desta tese, discorrendo sobre como ensinar o uso de ferramentas de GP cobrindo a iniciação e o planejamento de projetos para todas as áreas de conhecimento do GP.

5. DISCUSSÃO

Este capítulo apresenta uma discussão sobre a qualidade da UI PiMENTO para cada uma das dimensões avaliadas. Com base nesta discussão a resposta à pergunta de pesquisa desta tese é respondida. Também, com base na avaliação da qualidade a UI, é discutido o posicionamento da UI PiMENTO junto ao estado da arte sobre o ensino de ferramentas de GP nos cursos superiores de Computação. Ainda, são discutidas as possibilidades de adaptação da UI para adoção de outras ferramentas de GP, e também para adaptação do processo de GP ensinado.

5.1. RESPOSTA À PERGUNTA DE PESQUISA

Com base nos dados coletados na avaliação é possível responder a pergunta de pesquisa desta tese conforme definida na seção 1.2.

Uma maneira de ensinar o uso de ferramentas de GP alinhado ao PMBOK é por meio de uma UI utilizando como estratégia instrucional a aprendizagem experiencial, que, por meio de aulas práticas, os alunos possam executar o processo de GP com apoio de uma ferramenta de GP. Tal ferramenta deve suportar a execução de todos os processos de GP ensinados, de modo que o aluno possa realizar sua aplicação prática. Para facilitar a correlação do processo de GP com as funcionalidades da ferramenta de GP, esta estratégia propõe como material um guia de uso, indicando para cada parte do processo de GP, quais funcionalidades podem ser utilizadas para facilitar sua execução. Outro recurso para facilitar a aprendizagem dos alunos, baseia-se na utilização de uma técnica de *feedback* instrucional, avaliando os resultados produzidos pelo aluno dentro da ferramenta, e entregando mensagens de *feedback* de forma imediata. Estas mensagens de *feedback* indicam explicitamente a área de conhecimento do GP que se aplica, contribuindo para aprendizagem da aplicação do processo de GP apoiado por uma ferramenta.

Esta UI demonstrou promover a percepção aprendizagem dos alunos, cobrindo o conteúdo na extensão necessária (processos de GP para iniciação e planejamento), e com materiais instrucionais adequados, tanto para apresentação pelo instrutor, quanto para consulta e utilização pelos alunos. A UI ainda teve qualidade quanto as experiência de usuário, uma vez que tanto os alunos quanto os instrutores indicaram que recomendariam a UI para seus pares.

Além disto, há indícios de que a UI proposta é capaz de promover a aprendizagem do uso de ferramentas de GP atendendo o

nível de aplicação do domínio cognitivo da taxonomia de Bloom. Os alunos indicaram ser capazes de reproduzir as competências desenvolvidas durante a UI em suas atividades profissionais, e também conseguiram concluir as atividades instrucionais propostas, produzindo o termo de abertura e o plano do projeto com apoio de uma ferramenta de GP.

5.2. A QUALIDADE DA UI PiMENTO

Quanto à percepção de aprendizagem proporcionada pela UI, esta foi considerada positiva pelos alunos, que indicaram que a UI conseguiu correlacionar o conteúdo teórico sobre GP com sua aplicabilidade prática, qual foi proporcionada pelo uso da ferramenta dotProject+. A percepção positiva dos alunos foi bastante influenciada pela técnica de *feedback* instrucional, que apresentou explicações contextualizadas durante as atividades práticas, assim reforçando o entendimento do conteúdo já apresentado em aulas teóricas, mas no contexto de sua aplicação prática. Outro indício quanto à percepção de aprendizagem dos alunos, é que todos os instrutores indicaram que a maioria dos alunos conseguiu concluir todas as atividades instrucionais, entregando os termos de abertura e os planos de projeto. Estes são indícios de que a UI proporcionou o atendimento dos seus objetivos de desempenho.

Quanto ao conteúdo projetado para UI, os alunos e instrutores consideraram que este foi abordado tanto na cobertura quanto na profundidade adequadas. Os instrutores ainda indicaram que o sequenciamento em que o conteúdo é apresentado está apropriado, sendo este facilmente seguido com apoio dos materiais instrucionais que apoiam na apresentação e transmissão do conteúdo. Neste contexto, a técnica de *feedback* instrucional também foi relevante para apresentação do conteúdo, mas, devido a particularidades desta técnica, houve divergências quanto a adequabilidade da profundidade em que o conteúdo é apresentado, embora isto tenha sido considerado adequado para maioria dos alunos. Analisando a percepção dos alunos quanto à importância deste conteúdo, a maioria dos alunos o considerou sendo de seu interesse pessoal, relevante para profissionais de computação, e ainda aplicável em suas atividades cotidianas.

Em relação aos materiais instrucionais os alunos destacaram a importância do guia de uso. Este material auxiliou na compreensão do processo de GP para iniciação e planejamento, fazendo a correlação de como cada etapa deste processo pode ser suportada pelas funcionalidades de uma ferramenta de GP. Um ponto de melhoria para

os slides de guia de uso, apontado por alunos e instrutores, seria o fornecimento de mais exemplos sobre possíveis informações a serem elaboradas em cada parte do termo de abertura e do plano do projeto. Apesar de esta ser uma sugestão construtiva que pode ser implantada em novas versões deste guia, a UI conta com outro material instrucional que é um exemplo de termo de abertura e plano de projeto, desenvolvimento para um projeto fictício, que apresenta informações completas para todas as áreas de conhecimento. A consulta a este projeto de exemplo é facultativa, e muitos alunos que apontaram a falta de exemplo no guia de uso podem não ter consultado este material. Assim, já se percebe outra potencial melhoria, que seria a melhor integração deste material, tornando-o acessível a partir do guia de uso.

A dimensão de materiais instrucionais também incluiu a avaliação da qualidade do dotProject+. Os instrutores consideraram como positivo ter o guia de uso alinhado com as funcionalidades do dotProject+, desta forma a UI proporciona materiais instrucionais prontos para uso em sala de aula, o que facilita bastante a preparação e condução das aulas. Outro aspecto destacado como positivo pelos instrutores é a possibilidade do dotProject+ abordar todas as áreas de conhecimento, já que alguns instrutores que tentaram ensinar este conteúdo em situações prévias precisaram adotar ferramentas diversas como o dotProject (*core*) ou Open-proj, e editores de texto como o MS-Word. Estes instrutores indicaram que ter uma única ferramenta para suportar a execução de toda esta parte do processo de GP diminui tanto o esforço para preparação das aulas, quanto contribui para aprendizagem dos alunos. Já os alunos indicaram que a adequabilidade do dotProject+ para o ensino foi positiva tanto pelo conjunto de funcionalidades, quanto pela organização destas, que são estruturadas por grupo de processo e área de conhecimento, assim facilitando a correlação de cada funcionalidade com a parte do processo de GP que esta está apoiando.

Outro aspecto considerado positivo na ferramenta dotProject+ foi a técnica de *feedback* instrucional, implementada como um módulo *add-on* na ferramenta. Por meio destas funcionalidades os alunos indicaram ter obtido um melhor entendimento da teoria sobre GP, recebendo as explicações contextualizadas dentro do uso da ferramenta de GP.

Apesar da contribuição positiva do dotProject+ como material instrucional, muitos alunos consideraram sua utilização complexa, de maneira geral, devido a quantidade de funcionalidades envolvidas. Parte desta complexidade foi minimizada ao implementar melhorias de usabilidade derivadas de Lacerda (2014), e também pelo guia de uso,

que indicava exatamente como executar as funcionalidades da ferramenta por meio da apresentação de *screenshots* e explicações detalhadas sobre cada tela. Alguns instrutores também criticaram a complexidade de instalação do dotProject+, que além de demandar o conhecimento prévio em algumas tecnologias, demanda a instalação de muitos módulos *add-on*. Este problema foi minimizado ao incluir um guia de instalação como um dos materiais instrucionais da UI, servindo de apoio ao instrutor. Inclusive, este guia apresenta uma forma de instalação do dotProject+ dedicada ao uso dentro da UI, que já contém todos os *add-ons* instalados e configurados.

Quanto à dimensão de estratégia instrucional, ambos os alunos e instrutores consideraram que o sequenciamento das aulas foi adequado, apresentando a mesma a parte do conteúdo em uma aula teórica e na aula prática consecutiva. Considerando o intervalo curto entre estas aulas, os alunos puderam aplicar o conteúdo em uma ferramenta de GP, assim auxiliando-os na melhor compreensão dos conceitos sobre GP, e na aplicação de seu processo. Os instrutores destacaram que ter o sequenciamento do conteúdo ilustrado por um processo de GP desenhando na notação gráfica BPMN foi um aspecto bastante positivo, pois, ao longo das aulas da UI, os alunos tinham uma noção clara de que parte do conteúdo estava sendo abordado, e também do que já foi lecionado nos encontros anteriores, e a parte do conteúdo ainda remanescente para as próximas aulas.

Ainda, como parte da estratégia instrucional, para apoiar a compreensão dos conceitos de GP e das funcionalidades da ferramenta de GP, a estratégia instrucional fez uso de uma técnica de *feedback* instrucional. Esta técnica apresenta mensagens de *feedback* aos alunos de forma imediata (logo após a ação dos alunos), porém de maneira não intrusiva, possibilitando a leitura da mensagem apenas no momento desejado. Apesar de haverem divergências nas preferências dos alunos quanto à maneira de receber estas mensagens, de maneira geral esta técnica foi bem recebida pelos alunos, que afirmaram que esta apoiou sua aprendizagem, além de concordarem com o momento em que as mensagens são apresentadas e a forma como são estruturadas.

Como resultado da estratégia instrucional definida para UI, a maioria dos alunos afirmou ter conseguido concluir todas as atividades instrucionais, produzindo o termo de abertura e o plano do projeto cobrindo todas as áreas de conhecimento. Esta afirmação também foi confirmada pelos instrutores.

Sobre a experiência de usuário da UI, foi possível identificar que ambos os alunos e instrutores ficaram satisfeitos com a UI. Isto porque a

maioria dos alunos indicou que recomendaria a UI para outros alunos que precisassem aprender como utilizar uma ferramenta de GP, e todos os instrutores indicaram que recomendariam a UI para outros instrutores que precisassem ensinar sobre ferramentas de GP. Além disto, todos os instrutores indicaram que no futuro gostariam de aplicar a UI novamente.

Porém, quando analisada a motivação proporcionada pela UI, observa-se que a UI não conseguiu que os alunos ficassem motivados ao ponto de esquecer-se de suas preocupações rotineiras enquanto realizam as atividades instrucionais. Apesar de um grupo de alunos ter indicado que ficou imerso durante a realização das atividades, este não representou a maioria dos alunos. Deste modo a dimensão de experiência de usuário ainda pode ser trabalhada, buscando agregar aspectos de outras UI capazes proporcionar maior motivação, diversão e imersão dos alunos durante as atividades instrucionais.

Durante todas as 19 aplicações da UI diversas oportunidades de melhoria foram identificadas, como ajustes na ferramenta, em termos de funcionalidades e apresentação as informações, e inclusão de exemplos nos slides. Muitas destas sugestões já foram implementadas ao longo das aplicações da UI. Deste modo, considera-se que no presente estágio a UI já obteve uma estabilidade que possibilita sua adoção por outros instrutores que precisem ensinar sobre ferramentas de GP de maneira alinhada ao PMBOK.

5.3. UI PiMENTO EM COMPARAÇÃO AOS TRABALHOS CORRELATOS

Comparando a UI PiMENTO com outras UIs existentes, identificadas na análise do estado da arte e prática, seu principal diferencial é o apoio ao ensino de uma parte mais ampla do processo de GP. Entretanto, alguns estudos (GREGORIOU, KIRYTOPOULOS, & KIRIKLIDIS, 2010; SALAS-MORERA, ARAUZO-AZOFRA, & GARCÍA-HERNÁNDEZ, 2013), apesar de cobrirem a apenas as áreas de conhecimento de gerenciamento de tempo e de RHs para o grupo de processos de planejamento, provem diversas funcionalidades instrucionais, como configuração de níveis de dificuldade para os exercícios propostos e vídeos tutoriais. Por outro lado, a UI proposta é a única que apresenta um guia de uso como material instrucional complementar à ferramenta, o qual orienta o aluno, passo-a-passo, no uso sistemático de suas funcionalidades. A UI proposta é a única que propõe uma técnica de *feedback* instrucional que provê mensagens de *feedback* direcionadas a todas as áreas de conhecimento do GP,

entregues de forma imediata durante a elaboração do termo de abertura e do plano do projeto. Em relação à análise do estado da prática, observou-se que nenhum instrutor adota alguma ferramenta de GP com suporte didático, conforme aquelas identificadas na análise do estado da arte. E neste aspecto a UI proposta pode ter maior aceitação, uma vez que esta propõe em seus materiais instrucionais a adoção de uma extensão da ferramenta dotProject, que já é uma das ferramentas de GP mais adotadas para propósitos educacionais nas instituições de ensino brasileiras. Neste contexto, considera-se que o resultado desenvolvido nesta tese pode integrar o estado da arte dos estudos sobre o ensino de ferramentas de GP em cursos superiores de Computação. Uma visão geral da UI PiMENTO em relação aos trabalhos correlatos é apresentada na Tabela 58.

Tabela 58. Comparação da UI PiMENTO com os trabalhos correlatos

UI PiMETO	Integração, escopo, tempo, RH, custo, comunicação, qualidade, risco, aquisição, <i>stakeholder</i> .	Feedback instrucional, guia de uso, exemplos Guia de uso, exemplos	106
Ojiako et al. (2011)	Escopo, tempo, RH.	Feedback, Simulação.	113
Dixon (2011)	Tempo, RH, escopo.	-	-
Chua e Balkunje (2012)	Tempo, RH.	Feedback	55
Xiao et al. (2008)	Comunicação.	Quadro de discussões.	30
Vivian et al. (2015)	Escopo, comunicação	Feedback.	26
Tachikawa et al. 2013.	Tempo, custo, RH.	Chatter bot.	27
Rodriguez et al. (2006)	Escopo, tempo, RH.	Feedback, Simulação.	11
Vanhoucke, Vereecke e Gemmel (2005)	Tempo, RH, custos	Simulação.	-
Deblaire, Demeuteneester e Herroelen (2009)	Tempo, RH	Simulação.	121
Shuib (2010)	Escopo, tempo, RH, custos.	Simulação.	-
Salas-Moreira, Arauzo-Azofra e García-Hernández (2013)	Tempo, RH	Histórico do procedimento dos cálculos.	54
Bhattacharya (2013)	Tempo, RH	-	47
Gregorou, KRYtopoulosE Kiriklidis (2010)	Tempo, RH	Exercícios, configuração de níveis de dificuldade, vídeos	20
Car. Belani e Pripuzić (2007)	Tempo, RG	-	130
Reid e Wilson (2007)	Tempo, RH, comunicação	<i>Mulligan list</i> para discussão.	25
	Conteúdo	Aspectos didáticos	Pontos de dados para avaliação

5.4. ADAPTABILIDADE DA UI PiMENTO

A fim de possibilitar que a abordagem proposta na UI PiMENTO possa ser atualizada e/ou adaptado ao contextos educacionais específicos, seja em termos do processo de GP ensinado, da ferramenta de GP adotada, ou da estratégia instrucional (p. ex. quando a carga horária disponível for menor do que a prevista na UI PiMENTO).

O presente trabalho foi alinhado a versão atual do PMBOK 5 edição (PMI, 2013). Acompanhando possíveis evoluções do PMBOK, pode ser necessário adaptar o processo de GP ensinado. Já que o conteúdo da UI é fortemente definido com base neste processo, sua atualização iria afetar o conteúdo, o que encadearia na necessidade de atualização dos materiais instrucionais. Por exemplo, a alteração do processo, resultaria na necessidade de atualizar a ferramenta de GP (para suportar a execução do novo processo de GP), o guia de uso da ferramenta (para ensinar a utilização de funcionalidades para o novo processo), e também os exemplos de termo de abertura e plano do projeto, que poderão ter sua estrutura alterada. No caso de serem incluídos muitos processos adicionais, pode ser necessário atualizar a carga horária da UI, para possibilitar o ensino destes processos. Na inviabilidade de expandir a carga horária, pode ser necessário priorizar os processos mais relevantes no contexto de aprendizagem dos alunos.

Atualmente a UI foi projetado para a adoção da ferramenta dotProject+ que foi evoluído de forma alinhada a iniciação e planejamento de projetos conforme o PMBOK. Porém a UI também pode ser adaptada para utilização de outra ferramenta de GP. É importante que esta ferramenta alternativa ofereça suporte à iniciação e planejamento cobrindo todas as áreas de conhecimento do GP. Consequentemente, a única adaptação necessária seria a atualização dos slides de guia de uso, refletindo o uso da nova ferramenta ao invés da ferramenta dotProject+. Porém, mesmo nesta situação, os alunos perderiam o recurso de *feedback* instrucional automatizado, que foi incluído como módulo adicional no dotProject+. Esta técnica poderia ser implementada na nova ferramenta, assim agregando o mesmo valor oferecido pelo dotProject+. A adoção de ferramentas de GP que não suportem o processo de GP para todas as áreas de conhecimento, poderiam também fazer as mesmas adaptações para o conjunto de áreas de conhecimento suportadas. Porém seria necessário indicar para os alunos como tratar as áreas de conhecimento não suportadas pela ferramenta, seja adotando alguma ferramenta alternativa ou executando esta parte do processo sem apoio ferramental.

5.5. AMEAÇAS À VALIDADE

Como qualquer pesquisa, esta também está sujeita a ameaças à validade (WOHLIN, RUNESON, & HÖST, 2012), incluindo ameaças de conclusão, construção, e de validade externa.

Ameaças de conclusão podem ocorrer devido a inconsistências no processo de coleta de dados. Por exemplo, os alunos podem carecer de conhecimentos relacionados ao GP, mesmo estes sendo ensinados durante a UI. E a falta destes conhecimentos pode levar a uma interpretação incorreta dos itens do questionário, e como consequência a respostas inconsistentes. Para reduzir esta ameaça o questionário foi projetado cuidando com a terminologia empregada, trazendo para o mais próximo possível do vocabulário dos alunos. Outra ameaça de conclusão, é que os alunos precisam responder ao questionário ainda no contexto da disciplina em que a UI foi aplicada, de modo que podem ficar apreensivos ao criticarem algum aspecto da UI. Isto foi mitigado ao tornar anônimas todas as respostas coletadas, e sendo um pesquisador externo a aplicar o questionário de avaliação ao invés do instrutor da UI.

Ameaças à validade de construção estão relacionadas ao instrumento de coleta de dados, que pode não conter o conjunto de questões para atender ao objetivo da avaliação. Desta forma, o instrumento de coleta de dados foi sistematicamente desenvolvido utilizando a abordagem GQM, sendo cada item de questionário resultado de uma métrica relacionada a uma questão de análise, que buscam atender ao objetivo da avaliação. Outra ameaça de construção é que o questionário utiliza afirmações positivas ou invés de negativas (p. ex. “*Considero que o conteúdo foi apresentado na abrangência adequada*”). Este tipo de construção dos questionamentos pode ter certo grau de influência nas respostas dos alunos.

Ameaças à validade externa podem ocorrer por não coletar uma amostra significativa. Isto foi mitigado ao aplicar a UI proposta em diferentes instituições de ensino, sendo aplicada por 8 instrutores em 19 turmas, obtendo a participação de e 401 alunos, cujos dados foram sistematicamente coletados por 106 alunos. Estes foram eventos significativos para uma avaliação da qualidade da UI proposta. Apesar disto, esta avaliação contou apenas com aplicações da UI em instituições de ensino brasileiras, de forma que para generalizar os resultados para aplicações em outros países, seriam necessários novos estudos, analisando divergências entre os contextos de aprendizagem.

6. RESULTADOS OBTIDOS

A Tabela 59 resume os principais resultados produzidos durante o desenvolvimento da UI. Estes incluem resultados desde o projeto da UI, passando pela produção dos materiais instrucionais, até o projeto de avaliação da qualidade da UI.

Tabela 59. Resultados obtidos pelo desenvolvimento da UI.

Resultado	Detalhamento	Observação
Definição da UI PiMENTO	<ul style="list-style-type: none"> Plano de aula Rubrica de avaliação Plano de avaliação da UI 	O processo de avaliação da UI foi aprovado pela CEPESH/UFSC, e está registrado sob número: CAAE 47734215.9.0000.0121.
Software	dotProject+	Direitos registrados no INPI, sob número: BR 51 20160012960.
Outros materiais instrucionais	<ul style="list-style-type: none"> Guia de uso Processo de GP Módulo de gerência de turma Módulo de <i>feedback</i> instrucional Guia de instalação. 	Materiais registrados como relatórios técnicos sob os números: INCoD/GQS.05.2016.P, e INCoD/GQS.08.2014.P.

Em relação às publicações científicas, a Tabela 60 apresenta a relação dos artigos acadêmicos publicados em periódicos ou eventos da área da computação. Estes estão classificados pelas etapas da metodologia de pesquisa apresentada na seção 1.5, assim, evidenciando-se a execução de cada uma das etapas planejadas, e demonstrando que os resultados produzidos por estas, são significativos para Ciência da Computação, seja pelo diagnóstico do estado da arte e prática sobre o ensino de ferramentas de GP, ou pelo desenvolvimento e avaliação de propostas para minimizar as lacunas existentes nesta área.

Tabela 60. Principais resultados obtidos (publicações).

Nº	Referência	Resultado	Qualis
Etapas: Análise do estado da arte			
1	GONÇALVES, R.; WANGENHEIM, C. How to Teach the Usage of Project Management Tools in Computer Courses: A Systematic Literature Review. 27th International Conference on Software Engineering and Knowledge Engineering, Pittsburgh/USA, 2015.	RSL sobre ferramentas de GP.	B1

Nº	Referência	Resultado	Qualis
2	GONÇALVES, R.; WANGENHEIM, C. Como é Ensinado o Uso de Ferramentas de Gerenciamento de Projetos em Cursos Superiores de Computação: Um Panorama das Instituições de Ensino Brasileiras. Revista Brasileira de Informática na Educação (RBIE), 2016.	Panorama do ensino de ferramentas de GP no Brasil.	B5
3	GONÇALVES, R.; WANGENHEIM, C. Comparison of Educational Project Management Tools. 10th International Conference on Software Engineering Advances (ICSEA 2015), Barcelona/Spain, 2015.	Análise das ferramentas de GP educacionais.	B3
4	GONÇALVES, R.; WANGENHEIM, C. How Instructional Feedback Has Been Employed in Instructional Units for Teaching Software Project Management Tools: A Systematic Literature Review. 28th International Conference on Software Engineering and Knowledge Engineering, San Francisco Bay/USA, 2016.	RSL do uso de feedback instrucional no ensino de ferramentas de GP.	B1
Etapas: Desenvolvimento da UI			
5	REITER, Rafael; GONÇALVES, Rafael; WANGENHEIM, Christiane. Planejamento de Custos Suportado pela Evolução de uma Ferramenta de Gerenciamento de Projetos. X Simpósio de Excelência em Gestão e Tecnologia (SeGET), Resende/Brasil, 2013.	Módulo <i>add-on</i> de planejamento de custos no dotProject+.	-
6	GONÇALVES, R. Q.; KÜHLKAMP, E.; GRESSE VON WANGENHEIM, C. Enhancing dotProject to Support Risk Management Aligned with PMBOK in the Context of SMEs. International Journal of Information Technology Project Management (IJITPM), 2015.	Módulo <i>add-on</i> de gerenciamento e riscos no dotProject+.	-
Etapas: Aplicação e avaliação da UI			
7	GONÇALVES, R. Q.; GRESSE VON WANGENHEIM, C. Usando o dotProject+ em sala de aula: Um estudo de caso. VIII Circuito de Tecnologia da Informação (CITI 2015), RJ/Brazil, 2015.	Avaliação inicial da UI.	-
8	GONÇALVES, R. Q.; GRESSE VON WANGENHEIM, C. An Instructional Unit for Teaching Project Management Tools Aligned with PMBOK. 29th IEEE Conference on Software Engineering Education and Training (CSEE&T 2016), Dallas/Texas, 2016.	Avaliação da UI na perspectiva dos alunos.	B2
9	GONÇALVES, R. Q.; GRESSE VON WANGENHEIM, C. Evaluating the Teaching of Project Management Tools through a Series of Case Studies. 18th International Conference on Enterprise Information Systems (ICEIS 2016), Rome/Italy, 2016.	Avaliação da UI nas perspectivas dos alunos e dos instrutores.	B1

7. CONCLUSÃO

O ensino de GP é uma importante área dentro da educação de Engenharia de Software. Uma importante competência dentro desta área é o uso de ferramentas de GP. Entretanto, pela análise do estado da arte e da prática, identificou-se uma lacuna entre o que é atualmente ensinado nas UIs existentes, e o processo de GP como um todo. Buscando cobrir parte desta lacuna no ensino de GP, esta tese abordou o desenvolvimento e a avaliação de uma UI para o ensino de uma ferramenta de GP.

No âmbito científico, a principal contribuição desta tese está na criação de novo conhecimento sobre o ensino de uso de ferramentas de GP, incluindo conhecimento em relação ao estado da arte e prática, como também em relação à qualidade da UI PiMENTO. Os resultados da avaliação da qualidade da UI PiMENTO demonstraram como é possível ensinar o uso de ferramentas de GP para iniciação e planejamento de projetos alinhado ao PMBOK. Mais especificamente, a avaliação demonstrou uma alternativa para promover a percepção de aprendizagem dos alunos, e com qualidade em relação ao conteúdo abordado, aos materiais instrucionais, a estratégia instrucional, e a experiência de usuário.

Sob o ponto de vista dos alunos, foi destacado que a UI auxiliou na sua aprendizagem, sendo facilitada pela constante correlação da teoria de GP com sua aplicabilidade prática por meio do uso da ferramenta de GP. Outra evidência da qualidade da UI é que os alunos indicaram ser capazes de reproduzir as competências desenvolvidas nas suas atividades cotidiano-profissionais.

Já pela perspectiva dos instrutores, foi destacado que o uso dos materiais instrucionais, incluindo a ferramenta dotProject+, apoiada pelo guia de uso, facilitou o ensino da competência prevista pela UI. Outro aspecto positivo destacado é a adoção de uma única ferramenta para suportar todos os processos de GP necessários para atender as demandas educacionais. Os instrutores também destacaram que gostariam de aplicar a UI novamente, e que a recomendariam a outros instrutores que tenham a mesma demanda instrucional.

As contribuições tecnológicas, incluem a evolução de uma ferramenta de GP – dotProject+ - que é uma evolução de uma das ferramentas *open-source* mais popular para o GP. Esta evolução incluiu a ampliação do suporte ao processo de GP, buscando atender as necessidades da UI, além de funcionalidades instrucionais, voltadas para

auxiliar a aprendizagem dos alunos, como a técnica *feedback* instrucional.

Assim, esta ferramenta gratuita e de código aberto pode ser utilizada pela comunidade, promovendo contribuições sociais. Esta utilização pode ocorrer tanto no contexto de ensino, como apresentado nesta tese, quanto no contexto de organizações de software como ferramenta de GP profissional.

O *feedback* instrucional é considerado um aspecto de inovação e ineditismo da tese, pois emprega uma técnica instrucional em uma ferramenta de GP profissional, algo não realizado por nenhum estudo anterior. A técnica de *feedback* instrucional acompanha o aluno durante a execução de cada parte do processo de GP, fornecendo mensagens de *feedback* individualizadas por área de conhecimento do GP.

Estes resultados indicam que a UI proposta pode cobrir parte significativa da lacuna existente no ensino de ferramentas de GP, demonstrando ser eficaz para o ensino de funcionalidades para iniciação e planejamento de projetos para todas as áreas de conhecimento do GP. Após as diversas aplicações da UI, entende-se que esta atingiu um estágio em que poder ser adotada por ainda mais instrutores, podendo ser amplamente utilizada nos cursos superiores de computação das instituições de ensino brasileiras, e até por instituições de ensino em outros países.

E assim, a UI PiMENTO pode contribuir na formação de futuros GP de software, desenvolvendo competências necessárias para uma atuação bem sucedida no mercado de trabalho. Isto pode impactar na melhoria da aplicação do GP, aumentando as chances que dos projetos de software sejam concluídos atendendo suas restrições de tempo, custo, escopo, e qualidade.

7.1. TRABALHOS FUTUROS

Trabalhos futuros podem desenvolver outras UIs para atender aos grupos de processos de GP não abordados pela UI PiMENTO. Estes trabalhos poderiam fazer uso de técnicas de simulação para execução do projeto, assim propiciando o uso de funcionalidades para os grupos de processos de execução, monitoramento & controle, e encerramento.

Para realizar a simulação da execução do projeto seria necessária a realização de pesquisas sobre como simular a execução de um projeto de software cobrindo todas as 10 áreas de conhecimento do GP. Uma maneira de implementar esta simulação poderia ser com apoio de uma ferramenta de software, que após executar a simulação para um

determinado período de tempo, indicará qual o progresso ocorrido em cada uma das atividades do projeto. Outra forma de tratar esta simulação, sem a necessidade de um simulador de software, seria com apoio de jogos educacionais, utilizando aspectos aleatórios (como cartas ou dados), para indicar medida de progresso das atividades, impactando no avanço ou atraso do plano do projeto, ou ainda a materialização de algum risco.

Outros trabalhos futuros poderiam trazer contribuições tecnológicas, melhorando a UI proposta nesta tese, pela inclusão de outras funcionalidades didáticas na ferramenta, como prover meios para semi-automatizar a avaliação do termo de abertura e do plano do projeto. Tal funcionalidade pode trazer contribuições ao minimizar o esforço demandado pelos instrutores para corrigir estes artefatos, que em determinadas turmas podem envolver dezenas de grupos. Uma modo de implementar esta funcionalidade seria explorando os *triggers* definidos pela técnica de *feedback* instrucional, que podem indicar quando determinados aspectos considerados mandatórios no plano do projeto estão ausentes, ou diagnosticar características deste plano que sinalizam erros, tais como planos de resposta a riscos incompatíveis com a estratégia de resposta definida. A inclusão deste recurso não ausentaria o instrutor de avaliar os artefatos do projeto, mas este já poderia receber uma pré-avaliação, demandando apenas a conferência dos problemas já apontados pela ferramenta.

Outra contribuição tecnológica seria um trabalho que possibilitasse que o próprio instrutor ou *designer* instrucional registre novas mensagens de *feedback* na ferramenta, incluindo a definição de seu *trigger*, por meio de uma interface configurável. A versão atual da implementação desta técnica tem as mensagens de *feedback* registradas de maneira *hard-coded*, de modo que a inclusão de novas mensagens de *feedback* demandam a atualização do código-fonte da ferramenta. Tal contribuição pode ser útil ao possibilitar que erros típicos cometidos pelos alunos possam ser diagnosticados pelos instrutores, possibilitando os mesmos inserirem um novo *feedback* a fim de melhorar a aprendizagem dos alunos e minimizar a ocorrência destes erros.

Pesquisas futuras também podem fazer uso do processo de DI executado nesta tese, para propor novas UIs para ensinar outras competências necessárias para um gerente de projetos, não abordando apenas habilidades, como a utilização de ferramentas de GP, mas atitudes necessárias para desempenhar este papel. Deste mesmo modo, outras pesquisas ainda poderiam propor o desenvolvimento de novas UIs para outras áreas de ES, como teste de software e medição.

REFERÊNCIAS

- ABREU, S. M. (2011). *Evolução da ferramenta de gerenciamento de projetos dotProject para suporte ao grupo de processo iniciação*. Trabalho de Conclusão de Curso (TCC), Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis/Brasil.
- ACM & IEEE CS. (2013). *Computer Science: Curricula 2013: Curriculum guidelines for undergraduate degree programs in computer science*. Association for Computing Machinery & IEEE Computer Society. ACM Education Council.
- ALLEN INTERACTIONS. (2017). *SAM PROCESS*. Acesso em 1 de 4 de 2017, disponível em Allen Interactions: Learning. For a change.: <http://www.alleninteractions.com/sam-process>
- ALMEIDA, C., CAMPAGNAC, L., & FILHO, J. (2008). Em busca do perfil ideal de gerente para alcançar o sucesso dos projetos. *In Proc. of the 4th Congresso Nacional de Excelência em Gestão*, (pp. 1-13). Niteroi/Brasil.
- ANDERSON, L., & KRATHWOHL, D. (2001). *A Taxonomy for learning, teaching, and assessing: A Revision of Bloom's taxonomy of educational objectives*. New York: Longman.
- ARAÚJO, A., RODRIGUES, C., & VICENZI, A. (2015). Avaliação do nível de maturidade em teste de software em micro e pequenas empresas do estado de Goiás. *In Proc. of the 11th Brazilian Symposium on Information System*, (pp. 415-422). Goiânia/GO.
- ARCURI, A., & FRASER, G. (2012). Sound empirical evidence in software testing. *In Proc. of the 34th Int. Conf. on Software Engineering*, (pp. 178-188). Zurich/Switzerland.
- ASHFORD, S., BLATT, R., & VANDEWALLE, D. (2003). Reflections on the looking glass: A review of research on feedback-seeking behavior in organizations. *Journal of Management*, 29(1), pp. 773-799.
- AULD, R., BELFIORE, P., & SCHEELER, M. (2010). Increasing pre-service teachers' use of differential reinforcement: Effects of performance feedback on. *Journal of Behavioral Education*, 19(1), pp. 169-183.
- AZIZ, N., RASLI, R., & RAMLI, K. (2010). Preschool multimedia interactive courseware : Classifying object (mengelaskan objek). *In Proc. of the 2nd WRI World Congress on Software Engineering*, (pp. 318-322). Wuhan/China.
- BANGERT-DROWNS, R., KULIK, C., KULIK, J., & MORGAN, M. (1991). The instructional effect of feedback in test-like events. *Review of Educational Research*, 61(2), pp. 213-238.
- BASILI, V., CALDIERA, G., & ROMBACH, D. (1994). The Goal Question Metric approach. *Encyclopedia of Software Engineering*, pp. 528-532.
- BECKER, J., NIEHAVES, B., MÜLLER-WIENBERGEN, F., & MATZNER, M. (2009). Open source public sector business intelligence systems.

- In: C. BARRY, *Information Systems Development* (Vol. 1, pp. 379-391). Springer US.
- BENNANI, S. (2012). Online project based learning driven by competencies: A systematic strategy proposal for assessment. *In Proc. of the Int. Conf. on Interactive Mobile and Computer Aided Learning*, (pp. 92-97). Amman/Jordan.
- BERGEN, C., BRESSLER, M., & CAMPBELL, M. (2014). The sandwich feedback method: Not very tasty. *Journal of Behavioral Studies in Business*, 7(1), pp. 1-13.
- BHATTACHARYA, S. (2013). Cooperative learning and website in software project management pedagogy. *In Proc. of the Int. Conf. on Interactive Collaborative Learning (ICL)* (pp. 323-329). Kazan/Russia: IEEE.
- BILAL, M., CHAN, P., MEDDINGS, F., & KONSTADOPOULOU, A. (2012). SCORE: An advanced assessment and feedback framework with a universal marking scheme in higher education. *In Proc. of the Int. Conf. on Education and e-Learning Innovations*, (pp. 1-6). Sousse/Tunisia.
- BIRNEY, R., BURDICK, H., & TEEVAN, R. (1969). *Fear of failure*. New York/USA: Van Nostrand-Reinhold.
- BLACK, P., & WILIAN, D. (1998). Assessment and classroom learning. *Assessment in Education: Principles, Policy & Practice*, 5(1), pp. 7-74.
- BLOOM, B. S. (1956). *Taxonomy of educational objectives: The classification of educational goals*. New York/USA: Longman.
- BOEHM, B. (1981). *Software engineering economics*. New Jersey/USA: Prentice-Hall.
- BOETTGER, R., & LAM, C. (2013). An overview of experimental and quasi-experimental research in technical communication journals (1992-2011). *IEEE Transactions on Professional Communication*, 56(4), pp. 272 - 293.
- BORDIA, P. (2004). Uncertainty during organizational change: Types, consequences, and management strategies. *Journal of Business and Psychology*, 18(4), pp. 507-532.
- BRANCH, R. (2009). *Instructional design: The ADDIE approach* (2nd ed.). USA: Springer.
- BRANDÃO, H., & BORGES-ANDRADE, J. (2007). Causas e efeitos da expressão de competências no trabalho: para entender melhor a noção de competência. *Revista de Administração Mackenzie*, 8(3), pp. 32-49.
- BRANSFORD, J., BROWN, A., & COCKING, R. (2000). *How people learn: Brain, mind, experience, and school*. (2nd ed.). Washington D.C/USA, USA: National Academies Press.
- BRUNER, J. (1977). *The process of education*. USA: Harvard University Press.
- BUTLER, R. (1987). Task-involving and ego-involving properties of evaluation: Effects of different feedback conditions on motivational

- perceptions, interest, and performance. *Journal of Educational Psychology*, 79(4), pp. 474–482.
- CAR, Ž., BELANI, H., & PRIPUŽIĆ, K. (2007). Teaching project management in Academic ICT environments. In *Proc. of the Int. Conf. on "Computer as a Tool" (EUROCON 2007)* (pp. 2403-2409). Warsaw/Poland: IEEE.
- CAREY, L., & DICK, W. (1978). *The systematic design of instruction*. USA: Pearson.
- CHEN, H., CHEN, Y., & CHEN, K. (2013). The design and effect of a scaffolded concept mapping strategy on learning performance in an undergraduate database course. *IEEE Transactions on Education*, 3(5), pp. 300-307.
- CHENG, S., LIN, C., CHEN, H., & HEN, J. (2005). Learning and diagnosis of individual and class conceptual perspectives: An intelligent systems approach using clustering techniques. *Computers & Education*, 44(3), pp. 257–283.
- CHOI, J., & HANNAFIN, M. (1995). Situated cognition and learning environments: Roles, structures and implications for design. *Educational Technology Research and Development*, 43(2), pp. 53-69.
- CHUA, A., & BALKUNJE, R. (2012). An exploratory study of game-based M-learning for software project management. *Journal of Universal Computer Science*, 18(14), pp. 1933-1949.
- CICIBAS, H., UNAL, O., & DEMIR, K. (2010). A Comparison of project management software tools (PMST). In *Proc. of the 9th Int. Conf. on Software Engineering Research and Practice*, (pp. 1-6). Las Vegas/USA.
- CLARIANA, R. (1999). Differential memory effects for immediate and delayed feedback: A delta rule explanation of feedback timing effects. In *Proc. of the annual convention of educational communications and technology* (pp. 1-13). Houston/USA: ERIC.
- CLARK, D. (2004). *Types of evaluations in instructional design*. Acesso em 26 de 12 de 2014, disponível em Performance Juxtaposition: http://www.sos.net/~donclark/hrd/isd/types_of_evaluations.html
- COHN, M. (2011). *Desenvolvimento de Software com SCRUM*. BOOKMAN.
- CONTANDRIOPOULOS, A. (1994). *Saber preparar uma pesquisa* (2nd ed.). Hucitec Abrasco.
- CORBETT, A., & ANDERSON, J. (2001). Locus of feedback control in computer-based tutoring: Impact on learning rate, achievement and attitudes. In *Proc. of the Conf. on Human Factors in Computing Systems (ACM CHI 2001 conference)* (pp. 245–252). New York: ACM Press.
- CORNO, L., & SNOW, R. (1986). Adapting teaching to individual differences among learners. In: M. WITTRICK, *Handbook of research on teaching* (pp. 605–629). New York: Macmillan.

- COSTA, J., AMARAL, C., & ROZENFELD, H. (2009). Best practice for selecting software to support NPD process management. *Information Systems Development: Challenges in Practice, Theory, and Education.*, 1(6), pp. 53 - 66.
- COVINGTON, M., & OMELICH, C. (1984). Task-oriented versus competitive learning structures: Motivational and performance consequences. *Journal of Educational Psychology*, 76(6), pp. 1038–1050.
- COZBY, P. (2003). *Métodos de pesquisa em ciências*. Atlas.
- CSTA (Computer Science Teachers Association). (2011). *K–12 Computer science standards*. New York, NY, USA: ACM Press.
- CSTA (Computer Science Teachers Association). (2013). *Bugs in the System*. New York, NY, USA: ACM Press.
- DANTAS, A., BARROS, M., & WERNER, C. (2004). Treinamento experimental com jogos de simulação para gerentes de projeto de software. In *Proc. of 18th Brazilian Software Engineering Symposium*, (pp. 1-16). Brasília/Brasil.
- DEBLAERE, F., DEMEULEMEESTER, E., & HERROELEN, W. (2009). RESCON: Educational Project Scheduling Software. *Computer Applications in Engineering Education*, 19(1), pp. 327-336.
- DICK, W., & CAREY, L. (2006). *The systematic design of instruction*. New York: Haper Collins CollegePublishers.
- DIHOFF, R., BROSVIC, G., EPSTEIN, M., & COOK, M. (2003). The role of feedback during academic testing: The delay retention test revisited. *The Psychological Record*, 53(1), pp. 533–548.
- DIPPELREITER, B., GRÜN, C., & PÖTTLER, M. (2010). A ‘state of the art’ evaluation of PM – Systems exploring their missing Functionalities. In *Proc. of the 5th Int. Conf. on Project Management*. Tokyo, Japan.
- DWECK, C. (1986). Motivational processes affecting learning. *American Psychologist*, 41(1), pp. 1040–1048.
- EBERT, C., KUHRMANN, M., & PRIKLADNICKI, R. (2016). Global Software Engineering: An Industry Perspective. *IEEE Software*, 33(1), pp. 105-108.
- EHSAN, N., MALIK, O., & SHABBIR, F. (2010). Comparative study for PMBOK & CMMI frameworks and identifying possibilities for integrating ITIL for addressing needs of IT service industry. In *Proc. Of the IEEE Int. Conf. on Management of Innovation and Technology (ICMIT)* (pp. 113-116). Singapore: IEEE.
- EISNER, E. (2000). *Benjamin Bloom* (3 ed., Vol. XXX). Paris, French: UNESCO: International Bureau of Education.
- EPSTEIN, M. (2002). Immediate feedback assessment technique promotes learning and corrects inaccurate first responses. *The Psychological Record*, 52(1), pp. 187–201.
- ESCOBAR-SARMIENTO, V., & LINARES-VÁSQUEZ, M. (2012). A Model for Measuring Agility in Small and Medium Software Development

- Enterprises. In *Proc. of the Latinoamericana Conf. on Informatica*, (pp. 1-10). Medellin/Colombia.
- FABAC, R., RADOŠEVIĆ, D., & PIHIR, I. (2010). Frequency of use and importance of software tools in project management practice in Croatia. In *Proc. of the 32nd Int. Conf. on Information Technology Interfaces*, (pp. 465-470). Cavtat/Croatia.
- FARDANESH, H. (2006). A Classification of constructivist instructional design models based on learning and teaching approaches. *Institute of Education Science*, pp. 1-16.
- FARR, J., HOFMANN, D., & RINGENBACH, K. (1993). Goal orientation and action control theory: Implications for industrial and organizational psychology. In: L. COOLER, *International review of industrial and organizational psychology* (pp. 193–232). New York: Wiley.
- FAZAR, W. (1959). Program evaluation and review technique. *American Statistician*, 13(2), pp. 1-10.
- FEDOR, D., DAVIS, W., MASLYN, J., & MATHIESON, K. (2001). Performance improvement efforts in response to negative feedback: The roles of source power and recipient self-esteem. *Journal of Management*, 27(1), pp. 79–97.
- FENTON, N., & BIEMAN, J. (2014). *Software metrics: A rigorous and practical approach* (3th ed.). CRC Press.
- FISHER, J., SMITH, E., WEISSBEIN, D., GULLY, S., & SALAS, E. (1998). Relationships of goal orientation, metacognitive activity, and practice strategies with learning outcomes and transfer. *Journal of Applied Psychology*, 83(1), pp. 218–233.
- FISHER, S., & FORD, J. (1998). Differential effects of learner effort and goal orientation on two learning outcomes. *Personnel Psychology*, 51(1), pp. 397–420.
- FUND, Z. (2010). Effects of communities of reflecting peers on student–teacher development – Including in-depth case studies. *Teachers and Teaching: Theory and Practice*, 16(6), pp. 679–701.
- GAGNE, R., & BRIGGES, W. (1985). *Principles of instructional design*. Wadsworth.
- GALIMBERTI, M., & WAZLAWICK, R. (2016). Success factors for active internationalisation of small and medium-sized software enterprises: case analyses from France and Brazil. *International Journal of Management and Enterprise Development*, 15(4).
- GERMANIA, R., PATRICIA, C., & EDMUNDO, T. (2011). Reusable and interoperative specifications for OERs based on standards. In *Proc. of the IEEE Global Conf. on Engineering Education*. Amman/Jordan.
- GIL, A. (2010). *Como elaborar projetos de pesquisa* (5th ed.). São Paulo: Atlas.
- GONÇALVES. (2012). *Planejamento de tempo em projetos de desenvolvimento de software para micro e pequenas empresas alinhado ao PMBOK e CMMI*. Dissertação de mestrado, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis/Brasil.

- GONÇALVES, R., & WANGENHEIM, C. (2014). *Manual dotProject+*. Relatório Técnico, INCoD - Instituto Nacional para Convergência Digital, Florianópolis.
- GONÇALVES, R., & WANGENHEIM, C. (2015). How to Teach the Usage of Project Management Tools in Computer Courses: A Systematic Literature Review. *In Proc. of 27th Int. Conf. on Software Engineering and Knowledge Engineering*, (pp. 36-41). Pittsburgh/USA.
- GONÇALVES, R., & WANGENHEIM, C. (2016a). Como é Ensinado o Uso de Ferramentas de Gerenciamento de Projetos em Cursos Superiores de Computação: Um Panorama das Instituições de Ensino Brasileiras. *Revista Brasileira de Informática na Educação*, 24(1).
- GONÇALVES, R., & WANGENHEIM, C. (2016b). How Instructional Feedback Has Been Employed in Instructional Units for Teaching Software Project Management Tools: A Systematic Literature Review. *In Proc. of 28th Inter. Conf. on Software Engineering and Knowledge Engineering*, (pp. 153-158). San Francisco Bay/USA.
- GOODMAN, J., WOOD, R., & HENDRICKX, M. (2004). Feedback specificity, exploration, and learning. *Journal of Applied Psychology*, 89(2), pp. 248–262.
- GREGORIOU, G., KIRYTOPOULOS, K., & KIRIKLIDIS, C. (2010). Project management educational software (ProMES). *Computer Applications in Engineering Education*, 21(1), pp. 46–59.
- HAKULINEN, L. (2011). Card games for teaching data structures and algorithms. *In Proc. of the 11th Int. Conf. on Computing Education Research* (pp. 120-127). New York/USA: ACM.
- HILL, H., ROWAN, D., & BALL, D. (2005). Effects of teachers' mathematical knowledge for teaching on student achievement. *American Educational Research Journal*, 42(2), pp. 371-406.
- HOSKA, D. (1993). Motivating learners through CBI feedback: Developing a positive learner perspective. In: V. DEMPSEY, *Interactive instruction and feedback* (pp. 105-132). Englewood Cliffs: Educational Technology Publications.
- HUANG, S., CHO, Y., & LIN, Y. (2005). ADDIE instruction design and cognitive apprenticeship for project-based: Software engineering education in MIS. *In Proc. of the 12th Asia-Pacific Conf. on Software Engineering Conference*. Taipei/Taiwan.
- IBGE. (2013). *Demografia das empresas 2011*. Rio de Janeiro, Brasil: Governo Federal.
- IEEE CS. (2014). *SWEBOK - guide to the Software Engineering body of knowledge* (3th ed.). USA: IEEE.
- ISO/IEC. (2011). *ISO/IEC 25010:2011: Systems and software engineering -- Systems and software Quality Requirements and Evaluation (SQuaRE) - system and software quality models*. Acesso em 06 de 12 de 2014, disponível em ISO:

- http://www.iso.org/iso/home/store/catalogue_ics/catalogue_detail_ics.htm?csnumber=35733
- JAMIESON, S. (2004). Likert scales: how to (ab)use them. *Medical Education*, 38(1), pp. 1212–1218.
- JESSEN, A. (2011). The impact on project success of using technology in modern project planning and control. In *proc. of the Conf. on Technology Management Conference*, (pp. 801-805). San Jose/USA.
- JIANG, Z. (2012). The new modeling method for instructional system design with unified process and UML. In *proc. of the 7th Int. Conf. on Computer Science & Education*. Melbourne/Australia.
- JOHNSON, D., & JOHNSON, R. (1993). Cooperative learning and feedback in technology-based instruction. In: J. DEMPSEY, *Interactive instruction and feedback* (pp. 133–157). Englewood Cliffs: Educational Technology Publications.
- JURMA, W., & FROELICH, D. (1984). Effects of immediate instructor feedback on group discussion participants. *Central States Speech Journal*, 35(3), pp. 178–186.
- KALINOWSKI, M., WEBER, K., SANTOS, G., & TRAVASSOS, G. (2015). Software process improvement results in brazil based on the MPS-SW model. *Software Quality Professional*, 17(4), pp. 14-28.
- KASUNIC, M. (2005). *Designing an effective survey*. SEI. Hanscom AFB/ISA: Carnegie Mellon.
- KEIL, M., RAI, A., MANN, J., & ZHANG, P. (August de 2013). Why software projects escalate: The importance of project management constructs. *IEEE Transactions on Engineering Management*, 50(3), pp. 1-11.
- KELLER, J. M. (1987). Development and use of the ARCS model of motivational design. *Journal of Instructional Development*, 10(3), pp. 2-10.
- KELLEY, J., & WALKER, M. (1959). Critical-path planning and scheduling. In *Proc. of the Eastern Joint Computer Conference*. Boston/USA.
- KIRKPATRICK, D., & KIRKPATRICK, J. (2012). *Evaluating training programs: The Four Levels* (4th ed.). Berrett-Koehler Publishers.
- KISH, L. (1994). Multipopulation survey designs: Five types with seven shared aspects. *International Statistical Review*, 62(2), pp. 167–186.
- KITCHENHAM, B. (2004). *Procedures for performing systematic reviews*. UK: Keele University.
- KLEIJ, F., EGGEN, T., TIMMERS, C., & VELDKAMP, B. (2012). Effects of feedback in a computer-based assessment for learning. *Computers & Education*, 58(1), pp. 263–272.
- KLUGER, A., & DENISI, A. (1996). The effects of feedback interventions on performance: A historical review, a meta-analysis, and a preliminary feedback intervention theory. *Psychological Bulletin*, 119(2), pp. 254–284.
- KNOBLAUCH, C., & BRANNON, L. (1981). Teacher commentary on student writing: The state of the art. *Freshman English News*, 10(2), pp. 1–4.

- KRETLOW, A., & BARTHOLOMEW, C. (2010). Using coaching to improve the fidelity of evidence-based practices: A review of studies. *Teacher Education and Special Education*, 33(4), pp. 279–299.
- KUHLKAMP, E. (2012). *Evolução do dotproject para planejamento de riscos alinhado ao CMMI-DEV e PMBOK*. Trabalho de Conclusão de Curso (TCC), Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis/Brasil.
- KULHAVY, R., & STOCK, W. (1989). Feedback in written instruction: The place of response certitude. *Educational Psychology Review*, 1(4), pp. 279–308.
- LACERDA, T. (2014). *Design de interface de Ferramentas de GP: Melhorando a usabilidade do dotProject*. Trabalho de Conclusão de Curso (TCC), Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis/Brasil.
- LANUBILE, F., PRIKLADNICKI, R., CARMEL, E., & SOLINGEN, R. (2014). Resolving the challenges of time and distance. *Empirical Software Engineering*, 19(5), pp. 1195–1196.
- LAPORTE, C., & ALEXANDRE, S. (March de 2008). Developing international standards for very small enterprises. *IEEE Computer Society*, pp. 98-101.
- LETHBRIDGE, T. (2000). What Knowledge Is Important to a Software Professional? *IEEE Compute*, 33(5), pp. 44-50.
- LETHBRIDGE, T., DIAZ-HERRERA, J., LEBLANC, R., & THOMPSON, J. (2007). Improving software practice through education: Challenges and future trends. *Future of Software Engineering*, (pp. 12-28). Minneapolis/USA.
- LIU, C. (2010). The comparison of learning effectiveness between traditional face-to-face learning and e-learning among goal-oriented users. *In Proc. of the 6th Int. Conf. on Digital Content, Multimedia Technology and its Applications*. Seoul/South Korea.
- MADINI, F. (2013). Embedding knowledge management to project management standard (PMBOK). *In Proc. of the Conf. on Technology Management in the IT-Driven Services (PICMET)*, (pp. 1345-1352). San Jose/CA/USA.
- MALMI, L., & KORHONEN, A. (2004). Automatic feedback and resubmissions as learning aid. *In Proc. of the IEEE Int. Conf. on Advanced Learning Technologies*, (pp. pp. 186-190). Joensuu/Finland.
- MALONE, T. (1981). Toward a theory of intrinsically motivating instruction. *Cognitive Science*, 5(4), pp. 333–370.
- MARCELINO-SÁDABA, S., PÉREZ-EZCURDIA, A., ECHEVERRÍA, A., & VILLANUEVA, P. (2014). Project risk management methodology for small firms. *International Journal of Project Management*, 32(2), pp. 327–340.
- MARTENS, R., BRABANDER, C., ROZENDAAL, J., BOEKAERTS, M., & LEEDEN, R. (2010). Inducing mind sets in self-regulated learning with motivational. *Educational Studies*, 36(3), pp. 311–327.

- MAYER, R. (1982). *Learning (In: Mitzel - Encyclopedia of Educational)*. New York: Free Press.
- MAYER, R., & MORENO, R. (2002). Aids to computer-based multimedia learning. *Learning and Instruction*, 12(1), pp. 107–119.
- MCCONNELL, S. (1997). Tool support for project tracking. *IEEE Software*, pp. 119-120.
- MCMILLAN, J., & SCHUMACHER, S. (2009). *Research in education: Evidence-based inquiry* (7th ed.). New York: Addison Wesley Education Publishers Inc.
- MERRILL. (1996). Reclaiming instructional design. *Educational Technology*, 5, pp. 5-7.
- MERRILL, D., DRAKE, L., LACY, M., & PRATT, J. (1996). *The ID2 research*. Educational Technology - Utah State University.
- MISHRA, A., & MISHRA, B. (2013). Software project management tools: A brief comparative view. *ACM SIGSOFT Software Engineering Notes*, 38(3), pp. 1-4.
- MORENO, R. (2004). Decreasing cognitive load for novice students: Effects of explanatory versus corrective feedback in discovery-based multimedia. *Instructional Science*, 32(1), pp. 99–113.
- MORRISON, G., ROSS, S., KEMP, J., & KALMAN, H. (2010). *Designing Effective Instruction* (6 ed.). USA: John Wiley & Sons.
- MORY, E. (2004). Feedback research review. In: D. JONASSEN, *Handbook of research on educational communications and technology* (pp. 745–783). Mahwah: Erlbaum Associates.
- NARCISS, S., & HUTH, K. (2004). How to design informative tutoring feedback for multimedia learning. *Instructional design for multimedia learning*, 2014(1), pp. 181–195.
- NICOL, D., & MCFARLANE-DICK, D. (2006). Formative assessment and self-regulated learning: A model and seven principles of good feedback practice. *Studies in higher education*, 31(2), pp. 199–218.
- OJEDA, O., & REUSCH, P. (2013). Sustainable procurement - Extending project procurement concepts and processes based on PMBOK. In *Proc. of the 7th Int. Conf. on Intelligent Data Acquisition and Advanced Computing Systems (IDAACS)*, (pp. 530-536). Berlin/Germany.
- PALUDO, L., & RAABE, A. (2010). Análise de jogos educativos de computador para gerência de projetos de software. In *Proc. of the 18th Workshop sobre Educação em Computação* (pp. 1-10). Brasília/Brasil: SBC.
- PEREIRA, A. (2012). *Monitoramento e controle de projetos de desenvolvimento de software para micro e pequenas empresas alinhado ao PMBOK e CMMI*. Dissertação de mestrado, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis/Brasil.
- PEREIRA, A., GONÇALVES, R., & WANGENHEIM, C. (2013). Comparison of open source tools for project management. *International Journal of*

- Software Engineering and Knowledge Engineering*, 23(2), pp. 189-209.
- PEREIRA, S., & VIEIRA, T. (2006). Estudo da aplicação de um processo gerenciado de produção de software em MPES. In *Proc. of the 13th Simpósio de Excelência em Gestão e Tecnologia*, (pp. 1-12). Resende/Brasil.
- PERRIER, G., & AZAMBUJA SILVEIRA, R. (2015). O tutor e a importância dos feedbacks nas atividades assíncronas em ambientes virtuais de ensino-aprendizagem. *Revista de educação a distância (EmRede)*, 22(1), pp. 76-88.
- PESCADOR, S. (2012). *Evolução da ferramenta dotProject para suporte ao encerramento de projetos*. Trabalho de Conclusão de Curso (TCC), Florianópolis/Brasil.
- PHYE, G., & BENDER, T. (1989). Feedback complexity and practice: Response pattern analysis in retention and transfer. *Contemporary Educational Psychology*, 14(2), pp. 97–110.
- PMI. (2013). *A Guide to the project management body of knowledge 5th edition*. Newtown Square.
- PMI. (2013b). *Software extension to the PMBOK guide fifth edition*. IEEE Computer Society.
- PMI-CB. (2010). *Estudo de Benchmarking em gerenciamento de projetos Brasil 2010*. Brasil: Project Management Institute – Chapters Brasileiros (www.pmsurvey.org).
- PPGCC/UFSC. (2013). *Regimento do programa de pós-graduação em ciência da computação da Universidade Federal de Santa Catarina*. Florianópolis: UFSC - Órgãos Deliberativos Centrais.
- PPGCC/UFSC. (2015). *PPGCC: Linhas de pesquisa*. Acesso em 28 de 10 de 2015, disponível em Pós-Graduação em Ciência da Computação: <http://ppgcc.posgrad.ufsc.br/linhas-de-pesquisa-2/>
- PRIKLADNICKI, R., & WANGENHEIM, C. (2008). O uso de jogos educacionais para o ensino de gerência de projetos de software. In *Proc. of the 1st Fórum de Educação em Engenharia de Software*. Campinas/Brasil.
- PRIKLADNICKI, R., ALBUQUERQUE, A., WANGENHEIM, C., & CABRAL, R. (2009). Ensino de engenharia de software: Desafios, estratégias de ensino e lições aprendidas. In *Proc. of 2nd Fórum de Educação em Engenharia de Software*, 1, pp. 1-8. Fortaleza/Brasil.
- RAABE, A. (2015). Avaliação do feedback gerado por um corretor automático de algoritmos. In *Proc. of 26th Simpósio Brasileiro de Informática na Educação*, (pp. 358-366). Maceio/Brasil.
- RAYMOND, L., & BERGERON, F. (2008). Project management information systems: An empirical study of their impact on project managers and project success. *International Journal of Project Management*, 2(1), pp. 213-220.

- RAZ, T., & MICHAEL, E. (2001). Use and benefits of tools for project risk management. *International Journal of Project Management*, 19(1), pp. 9-17.
- REID, K., & WILSON, G. (2007). DrProject: A software project management portal to meet educational needs. *In Proc. of Special Interest Group on Computer Science Education (SIGCSE'07)* (pp. 317-321). Covington/KY/USA: ACM Press.
- REITER, R. (2012). *Evolução da ferramenta de gerenciamento de projetos dotProject para planejamento de custo*. Florianópolis: Universidade Federal de Santa Catarina.
- RICHARDS, M., & SCHIFFEL, J. (2005). A distance learning framework for automatic instructor replies: articulable tacit knowledge used for feedback upon request. *In Proc. of the IEEE SoutheastCon*, (pp. 611-620). Lauderdale/USA.
- RIVERO, L., & CONTE, T. (2015). Using a study to assess user experience evaluation methods from the point of view of Users. *In Proc. of the 17th Int. Conf. on Enterprise Information Systems*, (pp. 102-113). Barcelona/Espanha.
- RODRÍGUEZ, D., SICILIA, M., CUADRADO-GALLEGO, J., & PFAHL, D. (2006). E-Learning in project management using simulation models: A case study based on the replication of an experiment. *IEEE Transactions on Education*, 49(4), pp. 451-463.
- ROMERO, I., & SOLORZANO, F. (2010). Performance and learning evaluation in Distance Education: A proposal on what and how evaluate new learning at the undergraduate level in Mexican universities. *In Proc. of the Int. Conf. on Distance Learning and Education*, (pp. 204-207). San Juan/Porto Rico.
- ROMISZOWSKI, A. (1984). *Designing instructional systems: Decision making in course planning and curriculum design*. Routledge.
- ROMISZOWSKI, H. (2004). Avaliação no design instrucional e qualidade da educação a distância: qual a relação? *Revista Brasileira de Aprendizagem Aberta e a Distância*, 3(1), 1-7.
- ROOIJ, S. (2 de 2011). Instructional design and project management: complementary or divergent? *Educational Technology Research and Development*, 59(1), pp. 139-158.
- SABRI, N., OMAR, H., & BATI, N. (2010). Formative Evaluation for Accounting Courseware Enhancement. *In Proc. of the Int. Symposium on Information Technology (ITSim)* (pp. 1-7). Kuala Lumpur/Malasia: IEEE.
- SALAS-MORERA, L., ARAUZO-AZOFRA, A., & GARCÍA-HERNÁNDEZ, L. (2013). PpcProject: An educational tool for software project management. *Computers & Education*, 69(2013), pp. 181-188.
- SAMPAIO, S., MARINHO, M., & MOURA, H. (2014). Understanding project management actuality in small software development. *In Proc. of the*

- Int. Conf. on Project Management* (pp. 146–1154). Lisbon/Portugal: Procedia Technology.
- SANTOS, R., WERNER, C., & TRAVASSOS, G. (2008). Utilizando experimentação para apoiar a pesquisa em educação em engenharia de software no Brasil. *In Proc. of the 1st Fórum de Educação em Engenharia de Software*, (pp. 1-10). Campinas/Brasil.
- SAUDERS, M., LEWIS, P., & THORNHILL, A. (2009). *Methods for business students* (5th ed.). Prentice Hall.
- SAVI, R., WANGENHEIM, C., & BORGATTO, A. (2011). Um modelo de avaliação de jogos educacionais na engenharia de software. *In Proc. of the Brazilian Symposium on Software Engineering*, (pp. 194-203). São Paulo.
- SBC. (2005). *Currículo de referência da SBC para cursos de graduação em bacharelado em Ciência da Computação e Engenharia de Computação*. SBC.
- SCHEELER, M., CONGDON, M., & STANSBERY, S. (2010). Providing immediate feedback to co-teachers through bug-in-ear technology: An effective method for peer coaching in inclusion classrooms. *Teacher Education and Special Education*, 33(1), pp. 83-96.
- SCHOTS, M., SANTOS, R., & WERNER, C. (2009). Elaboração de um survey para a caracterização do cenário de educação em engenharia de software no Brasil. *Fórum de Educação em Engenharia de Software*. Fortaleza/Brasil.
- SCHROTH, M. (1992). The effects of delay of feedback on a delayed concept formation transfer task. *Contemporary Educational Psychology*, 17(1), pp. 78–82.
- SCHWENING, C., & THIRY, M. (2010). A method to define process capability profiles from the characteristics of very small software enterprises. *CLEI Electronic Journal*, 13(1), pp. 1-12.
- SEBRAE. (2014). *Programa SEBRAE 2014*.
- SEGRS, M., GIJBELS, D., & THURLINGS, M. (2008). The relationship between students' perceptions of portfolio assessment practice and their approaches to learning. *Educational Studies*, 34(1), pp. 35–44.
- SEI. (2010). *CMMI for development (CMMI-DEV), Version 1.3*. Hanscom AFB: Carnegie Mellon.
- SEI. (2012). *CMMI for SCAMPI class A appraisal results 2012*. Software Engineering Institute. Pittsburgh: Carnegie Mellon University.
- SHADISH, W., COOK, T., & CAMPBELL, D. (2002). *Experimental and quasi-experimental designs for generalized causal inference*. New York: Houghton Mifflin Company.
- SHARIQ, M., & PERERA, M. (2010). Virtual classroom simulation using agent technology. *In Proc. of the Int. Conf. on Educational and Information Technology*, (pp. 197-201). Chongqing/China.

- SHTUB, A. (2010). Project management simulation with PTB (Project Team Builder). In *Proc. of the Winter Simulation Conference* (pp. 242-253). Baltimore, USA: IEEE.
- SHUTE, V. (2007). *Focus on formative feedback*. Princeton: Educational Testing Service (ETS).
- SINDRE, G., & MOODY, D. (2003). Evaluating the effectiveness of learning interventions: An information systems case study. In *Proc. of the 11th European Conf. on Information Systems*. Naples/Italy.
- SMITH, P., & RAGAN, T. (1999). *Instructional design*. Toronto: John Wiley & Sons.
- SOFTEX Observatory. (2012). *Software and IT services: The Brazilian industry in perspective*. Brazil: Associação para Promoção da Excelência do Software.
- SONG, S., & KELLER, J. (2001). Effectiveness of motivationally adaptive computer-assisted instruction on the dynamic aspects of motivation. *Educational Technology Research and Development*, 49(2), pp. 5–22.
- SOURCEFORGE. (2013). *dotProject*. Acesso em 02 de 4 de 2013, disponível em <http://sourceforge.net/projects/dotproject/>
- SOUZA, F., CUNHA, A., FERNANDES, C., & GUERRA, E. (2009). Uso do GQM para avaliar documentos de utilização de framework. In *Proc. of the 8th Simpósio Brasileiro de Qualidade de Software*, (pp. 358-365). Ouro Preto/Brasil.
- SPENCER, L., & SPENCER, S. (1993). *Competence at work: Models for superior performance*. John Wiley & Sons.
- SPS. (2009). *Instructional strategies online*. Acesso em 01 de 09 de 2014, disponível em Saskatoon Public Schools: <http://olc.spsd.sk.ca/de/pd/instr/experi.html>
- STEPHENS, R. (2015). *Beginning Software Engineering*. New Jersey: Wiley.
- SWELLER, J. (2004). *Instructional design consequences of an analogy between evolution by natural selection and human cognitive architecture*. Sydney: School of Education, University of New South Wales.
- TAN, J., & JONES, M. (2008). An evaluation of tools supporting enhanced student collaboration. In *Proc. of the 38th ASEE/IEEE Conf. on Frontiers in Education*. Saratoga Springs, USA: IEEE.
- TAVARES, B., LIMA, A., & SILVEIRA, S. (2005). Características gerenciais das micro e pequenas empresas e as de seus empreendedores: Alternativas para gestão financeira. In *Proc. of 2nd Simpósio de Excelência em Gestão e Tecnologia*, (pp. 1-14). Resende/Brasil.
- THE STANDISH GROUP. (2014). *Chaos Manifesto 2013*. CHAOS MANIFESTO.
- THURLINGS, M., VERMEULEN, M., BASTIAENS, T., & STIJNEN, S. (2013). Understanding feedback: A learning theory perspective. *Educational Research Review*, 9(1), pp. 1-15.
- TINNIRELLO, P. (2001). *New directions in project management*. Auerbach Publications.

- TOFAN, D. (2011). Software engineering researchers' attitudes on case studies and experiments: An exploratory survey. *In Proc. of the 15th annual Conf. on Evaluation & Assessment in Software Engineering*, (pp. 91-95). Durham/England.
- TRACTENBERG, R. (2009). *O design instrucional e suas etapas. Curso teoria e prática do design instrucional*. Livre docência.
- TROCHIM, W., & DONNELLY, J. (2006). *The research methods knowledge base* (3th ed.). Atomic Dog.
- TULLIS, T., & ALBERT, W. (2008). *Measuring the user experience: Collecting, analyzing, and presenting usability metrics*. Morgan Kaufmann.
- UNTERKALMSTEINER, M., GORSCHKE, T., ISLAM, A., CHENG, C., PERMADI, R., & FELDT, R. (2012). Evaluation and measurement of software process improvement—a systematic literature review. *IEEE Transactions on Software Engineering*, 38(2), pp. 398-424.
- VANHOUCKE, M., VEREECKE, V., & GEMMEL, P. (2005). The project scheduling game. *Project Management Journal*, 36(1), pp. 51-59.
- VASILYEVA, E., BRA, P., MYKOLA, Y., & PUURONEN, S. (2008). Tailoring feedback in online assessment: Influence of learning styles on the feedback preferences and elaborated feedback effectiveness. *In Proc. of the 8th IEEE Int. Conf. on Advanced Learning Technologies* (pp. 834-838). Santander/Spain: IEEE.
- VIANA, D., CONTE, T., & SOUZA, C. (2014). Knowledge transfer between senior and novice software engineers: A qualitative analysis. *In Proc. of the 26th Int. Conf. on Software Engineering and Knowledge Engineering*, (pp. 235-240). Vancouver/Canada.
- WANG, Y., YOUNG, S., & WEI, C. (2011). The impact of e-learning on school teachers in recurrent education. *In Proc. of the Int. Conf. on Electrical and Control Engineering*, (pp. 6920-6924). Yichang/China.
- WANGENHEIM, C. G., WANGENHEIM, A. V., & HAUCK, J. C. (March/April de 2009). Enhancing open source software in alignment with CMMI-DEV. *IEEE Software*, pp. 59-67.
- WANGENHEIM, C., & SILVA, D. (2009). Qual conhecimento de engenharia de software é importante para um profissional de Software? *In Proc. of the 2nd Fórum de Educação em Engenharia de Software*, (pp. 1-8). Fortaleza/Brasil.
- WESKE, M. (2012). *Business process management: Concepts, languages, architectures (Second Edition)* (2nd ed.). Springer.
- WILPERT, L. (2012). *Evolução da ferramenta dotProject para o planejamento de comunicação em gerência de projetos*. Trabalho de Conclusão de Curso (TCC), Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis/Brasil.
- WOHLIN, C., RUNESON, P., & HÖST, M. (2012). *Experimentation in software engineering: An introduction* (2012 ed.). Springer.

- WRASSE, D. (2012). *Evolução da ferramenta dotProject para o planejamento de recursos humanos*. Trabalho de Conclusão de Curso (TCC), Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis/Brasil.
- YIJUN, W. (2011). Research on adult and continuing education based on distance education. *In Proc. of the Int. Symposium on IT in Medicine and Education*, (pp. 486-489). Cuangzhou/China.
- YIN, R. (2014). *Case study research: design and methods* (5th ed.). SAGE Publications.
- YOUNG, H.-C., FANG, T.-H., & HU, C.-H. (December de 2006). A successful practice of applying software tools to CMMI process improvement. *Journal of Software Engineering Studies*, 1(2), pp. 78-95.
- YUSOF, N., & HASSAN, R. (2011). Flash notes and easy electronic software (EES): New technique to tmprove digital logic design learning. *In proc. of the Int. Conf. on Electrical Engineering and Informatics*. Bandung/Indonesia.

ANEXO A – Descrição do trabalho da UI

O objetivo do trabalho é desenvolver um termo de abertura e um plano de projeto abordando os processos das 10 áreas de conhecimento do GP. Para este fim os alunos devem trabalhar para elaboração destes artefatos, cobrindo os seguintes tópicos:

Tópico	O que deve conter
Termo de abertura do projeto	Nome do projeto; gerente de projeto designado; justificativa para execução do projeto; objetivos do projeto; resultados esperados; premissas e restrições para execução do projeto; orçamento estimado; período de execução estimado (data de início e término); principais marcos do projeto; e critérios para aceite.
Planejamento do escopo	Declaração do escopo; Estrutura Analítica do Projeto (EAP); dicionário da EAP.
Planejamento de tempo	Definição das atividades; sequenciamento das atividades; estimativas de tamanho para os pacotes de trabalho da EAP; estimativas de esforço e duração das atividades; cronograma (representado com gráfico de Gantt).
Planejamento de custo	Estimativas de custos para os recursos humanos, e para os recursos não humanos <i>baseline</i> de custos, apresentando os custos mensais do projeto, incluindo a reserva de contingência e a reserva gerencial.
Planejamento de qualidade	Necessidade de conformidade em relação às normas, políticas, e diretrizes de qualidade; abordagem de garantia de qualidade; abordagem de controle de qualidade.
Planejamento de RH	Organograma do projeto; detalhamento do organograma (responsabilidades, autoridades, e competências de cada papel); informações organizacionais dos recursos (competências, currículo, disponibilidade, etc.); alocação de recursos aos papéis do projeto; necessidade de treinamento.
Planejamento de comunicações	Plano das principais comunicações previstas para o projeto, informando os responsáveis pelo envio, os destinatários, o que precisa ser comunicado, o meio de comunicação, e a frequência da comunicação.
Planejamento de aquisições	Informa todas as aquisições previstas para o projeto, indicando para cada aquisição: o item a ser adquirido; tipo de contrato; critérios para seleção dos fornecedores; requisitos ou restrições para aquisição; processo de gerenciamento de aquisições; papéis e responsabilidades no processo de aquisição.
Planejamento de riscos	Registro de todos os riscos identificados para o projeto, e para estes riscos, sua análise de probabilidade e impacto (qualitativa), e seu plano de resposta.
Planejamento de <i>stakeholders</i> .	Registros de todos os <i>stakeholders</i> do projeto, indicando suas responsabilidades, e seu nível de interesse e poder. Também deve ser estabelecida a estratégia de gerenciamento das expectativas de cada <i>stakeholder</i> .

O escopo do plano de projeto precisa obrigatoriamente estar focado em um projeto de software para realização de um TCC (Trabalho

de conclusão de Curso), podendo, por exemplo, ser focado no tema de TCC de algum dos integrantes do grupo, ou um tema típico de TCC.

O trabalho será realizado em pequenos **grupos**, compostos em no máximo 4 alunos por grupo. Os integrantes de cada grupo serão sorteados no início das aulas.

A entrega do trabalho deve seguir as regras de acordo com o regulamento da instituição de ensino.

O trabalho é composto do **trabalho escrito** e da **apresentação** do trabalho em sala de aula.

ANEXO B - Rubrica de Avaliação

Este documento apresenta a rubrica de avaliação para o trabalho escrito (termo de abertura + plano do projeto), e para sua apresentação. A avaliação será realizada da seguinte maneira: **0.7 trabalho escrito + 0.3 apresentação.**

1) Trabalho escrito

Os critérios de avaliação a serem utilizados referentes ao trabalho escrito são: se o trabalho está completo, consistente, e adotando a terminologia e conceitos corretos. A atribuição de pontos será realizada seguindo os critérios e a distribuição apresentada a seguir:

Critérios de avaliação do plano do projeto – Aplicável a cada parte do trabalho

Critério	Excelente	Bom	Aceitável	Ruim
Completez	As informações presentes nesta parte do trabalho contemplam todos os itens previstos na descrição do trabalho.	As informações presentes nesta parte do trabalho contemplam mais da metade dos itens previstos na descrição do trabalho, mas não está completo.	As informações presentes nesta parte do trabalho contemplam pouco menos da metade dos itens previstos na descrição do trabalho.	Faltam todos ou muitos itens previstos para esta parte do trabalho.
Corretude	As informações presentes nesta parte do trabalho mantém total coerência com suas demais partes.	Existem informações incoerentes com outras partes do trabalho, existindo apenas uma divergência entre tais partes.	Existem informações incoerentes com outras partes do trabalho, sendo encontrada até duas divergências entre tais partes.	As informações apresentadas não mantêm a coerência com as outras partes do trabalho. São encontradas mais de duas divergências entre

Critério	Excelente	Bom	Aceitável	Ruim
				tais partes.
Terminologia	As informações presentes nesta parte do trabalho estão redigidas de forma adequada, fazendo uso coerente dos termos específicos do gerenciamento de projetos.	Existe algum termo inapropriado para esta parte do trabalho.	Existem até dois termos inapropriados para esta parte do trabalho.	Existem mais de dois termos inapropriados para esta parte do trabalho.

Distribuição de pontuação por item do trabalho

Item do trabalho	Valor	Compleitude				Corretude				Terminologia			
		Excelente	Bom	Aceitável	Ruim	Excelente	Bom	Aceitável	Ruim	Excelente	Bom	Aceitável	Ruim
Termo de abertura	2 pt	0.8	0.4	0.2	0	0.6	0.3	0.15	0	0.6	0.3	0.15	0
Planejamento do Escopo	1 pt	0.4	0.2	0.1	0	0.3	0.15	0.075	0	0.3	0.15	0.075	0
Planejamento do Tempo	2 pt	0.8	0.4	0.2	0	0.6	0.3	0.15	0	0.6	0.3	0.15	0
Planejamento de Custos	1 pt	0.4	0.2	0.1	0	0.3	0.15	0.075	0	0.3	0.15	0.075	0
Planejamento da Qualidade	1 pt	0.4	0.2	0.1	0	0.3	0.15	0.075	0	0.3	0.15	0.075	0

Item do trabalho		Valor	Completeness				Correctness				Terminology			
Planejamento de RHs	de	0.5 pt	0.2	0.1	0.05	0	0.15	0.075	0.0375	0	0.15	0.075	0.0375	0
Planejamento de Comunicação	da	0.5 pt	0.2	0.1	0.05	0	0.15	0.075	0.0375	0	0.15	0.075	0.0375	0
Planejamento de Aquisições	de	0.5 pt	0.2	0.1	0.05	0	0.15	0.075	0.0375	0	0.15	0.075	0.0375	0
Planejamento de Riscos	de	1.0 pt	0.4	0.2	0.1	0	0.3	0.15	0.075	0	0.3	0.15	0.075	0
Planejamento de Stakeholders	de	0.5 pt	0.2	0.1	0.05	0	0.15	0.075	0.0375	0	0.15	0.075	0.0375	0

2) Apresentação

A duração da apresentação são 7 minutos por equipe. A apresentação do trabalho será avaliada considerando os seguintes cinco critérios: preparação, organização, uso de linguagem, perguntas e duração. A atribuição de pontos será realizada seguindo a distribuição apresentada a seguir:

Critério	Excelente (2 pt)	Bom (1 pt)	Aceitável (0.5 pt)	Ruim (0 pt.)
Preparação	- Início imediato da apresentação demonstrando domínio da ferramenta utilizado para a apresentação. - A apresentação demonstra que o aluno prevê um roteiro implícito para a apresentação levando em	- Início imediato da apresentação demonstrando domínio da ferramenta utilizado para a apresentação. - A apresentação demonstra que o aluno	- Início da apresentação demonstrando domínio da ferramenta utilizado para a apresentação. - O aluno segue a ordem no documento a ser apresentado sem	- Vários problemas com os arquivos e/ou ferramenta utilizado para a apresentação. - A apresentação demonstra que o aluno não

Critério	Excelente (2 pt)	Bom (1 pt)	Aceitável (0.5 pt)	Ruim (0 pt.)
	consideração o conteúdo e aspectos para capturar o interesse do público.	prevê um roteiro implícito para a apresentação levando em consideração o conteúdo e aspectos para capturar o interesse do público.	demonstração de ter preparado um roteiro implícito para a apresentação adequada do conteúdo.	preparou a apresentação.
Organização	<ul style="list-style-type: none"> - Todos os elementos do trabalho são apresentados de forma adequada dentro da duração da apresentação. - A ordem da apresentação segue o fluxo lógico dos elementos do trabalho. 	<ul style="list-style-type: none"> - Um elemento do trabalho não é apresentado de forma adequada dentro da duração da apresentação. - A ordem da apresentação segue o fluxo lógico dos elementos do trabalho. 	<ul style="list-style-type: none"> - Dois elementos do trabalho não são apresentados de forma adequada dentro da duração da apresentação. - A ordem da apresentação segue o fluxo lógico dos elementos do trabalho. 	<ul style="list-style-type: none"> - Mais do que 2 elementos do trabalho não são apresentados de forma adequada dentro da duração da apresentação. - A ordem da apresentação é confusa.
Uso de linguagem	<ul style="list-style-type: none"> - Articulação clara, com entusiasmo e confiança. - Uso de terminologia correta e precisa - Apresentação não tem erros ortográficos ou erros 	<ul style="list-style-type: none"> - Articulação clara, mas não tão polido. - A maioria das palavras é usada corretamente. - Apresentação não tem mais de dois erros de ortografia e / ou erros gramaticais 	<ul style="list-style-type: none"> - Pode seguir a apresentação, mas várias vezes a articulação não fica clara. - Vocabulário utilizado está inadequado em vários momentos. - Mais do que três erros de ortografia e/ou gramaticais - Apresentação tem três erros de ortografia e / ou erros gramaticais. 	<ul style="list-style-type: none"> - Articulação não clara e/ou monótona com pouca ou nenhuma expressão. - Uso incorreto de terminologia. - Mais do que 4 erros de ortografia e/ou gramaticais.
Perguntas	- Demonstra conhecimento <u>extenso</u> sobre o assunto e responde com confiança, precisão e apropriadamente para todas as	- Demonstra conhecimento do assunto e responde corretamente todas as	- Demonstra algum conhecimento sobre o assunto respondendo as	- Demonstra conhecimento incompleto do assunto respondendo perguntas de forma não apropriada e/ou

Critério	Excelente (2 pt)	Bom (1 pt)	Aceitável (0.5 pt)	Ruim (0 pt.)
	perguntas.	perguntas.	questões.	incorreto.
Duração da apresentação	- Dentro de 7min da duração permitida e aproveitando bem o tempo	- Dentro de 7min de duração permitida +/- 1 min	- Dentro de 7min de duração permitida +/- 2 min	- Não dentro da duração permitida

ANEXO C - Mensagens de *feedback* instrucional

Mensagens de *feedback* genéricas

Gatilho (<i>Trigger</i>)	Mensagem de primeiro nível	<i>Feedback</i> instrucional
Integração		
Quando o aluno completa a elaboração do termo de abertura do projeto, mas este ainda não está aprovado ou autorizado.	Você já obteve a aprovação do termo de abertura do projeto?	Você já concluiu o termo de abertura. Mas, este ainda precisa ser aprovado pelo patrocinador do projeto para que os recursos necessários sejam autorizados. Você pode informar a aprovação do termo de abertura por meio das ações do workflow de aprovação, disponíveis na parte inferior do formulário do termo de abertura.
Quando o aluno acessa as funcionalidades de planejamento, antes de obter a aprovação do termo de abertura.	Você sabia que o termo de abertura precisa ser autorizado para prosseguir com o planejamento do projeto?	Você já está acessando as funcionalidades de planejamento do projeto. Entretanto, antes de iniciar o planejamento é necessário obter a aprovação do termo de abertura. Você pode completar o termo de abertura pelo módulo de iniciação, antes de prosseguir com o planejamento.
Escopo		
Após a criação de uma atividade (identificando o término da definição do escopo), e existirem até 3 itens na EAP.	A EAP do projeto possui poucos itens. Será que estes itens não estão muito abrangentes?	Observe que existem alguns itens da EAP com um único pacote de trabalho. Lembre-se que pacotes de trabalho, cujo esforço de suas atividades derivadas exceda 80 pessoas/hora, são difíceis de gerenciar. Você pode verificar se há como dividi-los em partes menores.
Após a criação de uma atividade (identificando o término da definição do escopo), e existirem mais de 10 itens na EAP.	A EAP do projeto possui muitos itens. Será que estes itens não estão subdivididos demais?	Observe que existem alguns itens da EAP com um único pacote de trabalho. Lembre-se que pacotes de trabalho, cujo esforço de suas atividades derivadas seja inferior a 8 pessoas/hora, são difíceis de gerenciar. Você pode verificar se há como agrupá-los alguns destes itens da EAP.
Quando o aluno inicia as estimativas das atividades (esforço, tempo, ou recursos), mas ainda não informou o tamanho/complexidade de todos os pacotes de	Você já estimou o tamanho/complexidade para todos os pacotes de trabalho?	Observe que ainda existem pacotes de trabalho cujo tamanho/complexidade não foram estimados. Esta estimativa é necessária para embasar o planejamento de tempo e custos do projeto.

<i>Gatilho (Trigger)</i>	<i>Mensagem de primeiro nível</i>	<i>Feedback instrucional</i>
trabalho.		
Quando é registrada alguma medida de tamanho/complexidade de pacote de trabalho como “horas” ou “dias”.	Revise as unidades de medida utilizadas para estimativa de tamanho/complexidade de pacotes de trabalho.	Os pacotes de trabalho têm seu tamanho/complexidade estimado de acordo com o que representam, podendo utilizar medidas como número de páginas para documentos textuais, ou Pontos de Função para componentes de software. Observe que unidades medidas como dias ou horas não são medidas de tamanho/complexidade, e sim de duração.
Tempo		
Quando identificado que o esforço de alguma atividade é inferior a 8 pessoas/hora.	Revise o esforço para realização das atividades.	Observe que atividades cujo esforço estimado é inferior a 8 pessoas/hora são consideradas muito pequenas. Você pode ter subdividido demais, e poderia agrupar algumas atividades, ou você pode ter subestimado o seu esforço.
Quando identificado que o esforço de alguma atividade é superior a 80 pessoas/hora.	O esforço para realização das atividades está dentro dos limites considerados razoáveis para o gerenciamento?	Observe que atividades cujo esforço estimado é superior a 80 pessoas/hora são consideradas muito grandes. Você poderia dividir estas atividades em partes menores ou verificar se o esforço estimado para estas atividades não estão superestimados.
Quando identificado que o aluno criou dependências circulares entre as atividades. (duas atividades dependem mutuamente uma da outra para poderem iniciar).	Você sabia que existem dependências circulares entre atividades do seu projeto?	Atenção para não criar dependências circulares . Isto é, quando duas atividades dependem mutuamente do término uma da outra para poder iniciar. Você pode subdividir alguma destas atividades, buscando possibilitar um sequenciamento linear.
Quando o aluno inicia o sequenciamento das atividades (finaliza a execução do processo de definição de atividades), e há algum pacote de trabalho com apenas uma única atividade.	Você sabia que no seu projeto existem pacotes de trabalho com uma única atividade?	Alguns pacotes de trabalho têm apenas uma única atividade. Este é um indício de que a EAP foi subdividida demais, ou que esta atividade é muito abrangente. Você pode subdividir esta atividade em atividades menores, ou junta-la em um pacote de trabalho de nível superior.
Custo		
Após a criação da baseline de custos, e	Você sabia que o impacto	Durante o planejamento de custos é importante prever a reserva de

Gatilho (<i>Trigger</i>)	Mensagem de primeiro nível	<i>Feedback</i> instrucional
quando já há riscos registrados no projeto, porém nenhum sendo contingenciado.	financeiro de riscos do projeto pode ser incluído na reserva de contingência da baseline de custos?	contingência. Verifique entre os riscos identificados para o projeto, para quais precisam ser reservados uma reserva financeira. Para estes riscos, assinale a opção “Incluir na reserva de contingência”.
Após a criação da baseline de custos, e quando existem RHs sem a indicação de custo/hora.	Existem RHs cujo custo/hora ainda não foi registrado.	Observe que ainda há membros da equipe que ainda não tiveram seu custo/hora configurado. Isto é necessário para que a <i>baseline</i> de custos seja completamente calculada. Acesse a configuração de RHs para completar este cadastro.
Após a criação da <i>baseline</i> de custos, já existindo reserva de contingência, mas ainda não existindo reserva gerencial.	Você sabe a importância de incluir a reserva gerencial no plano de custos?	Observe que você ainda não definiu a reserva gerencial para este projeto. Esta reserva é importante para poder gerenciar riscos não previstos para o projeto. A funcionalidade para definir a reserva gerencial pode ser acessada na parte inferior da tela de <i>baseline</i> de custos.
Quando houver o registro de custo/hora de um RH inferior a R\$ 5,00 (aproximação do salário mínimo)	Você sabe o custo/hora de cada membro da equipe?	Lembre-se que o custo/hora de cada membro da equipe equivale ao quanto ele custa para organização, e não o valor que o recurso recebe. Normalmente o custo para organização é superior ao valor recebido pelo recurso devido a questões tributárias. O registro desta informação pode ser realizado por meio do cadastro da organização, na aba de RHs da organização.
Qualidade		
Após o registro do plano da qualidade, existindo ao menos um item de auditoria tendo o “como” sendo “teste”.	Revise o método de auditar a qualidade.	Técnicas de testes tipicamente referem-se ao controle da qualidade, e não a sua auditoria. Isto porque o controle da qualidade foca nos resultados das atividades, enquanto a auditoria foca no processo adotado para realiza-las. Você pode atualizar o método de auditoria pela tela de planejamento da qualidade.
Recursos humanos		
Se existirem membros da equipe super-alocados no projeto.	Você sabia que existem membros da equipe super-alocados no	Existem recursos humanos super-alocados no projeto. Talvez seja necessário aplicar a técnica de nivelamento, retirando o paralelismo de atividades que envolvam

Gatilho (Trigger)	Mensagem de primeiro nível	Feedback instrucional
	projeto?	um mesmo recurso.
Após a alocação de recurso humanos em ao menos 5 atividades do projeto, e existam RHs ainda não alocados.	Todos os membros da equipe já foram alocados?	Observe que todos os membros da equipe devem ser alocados em ao menos uma atividade do projeto.
Após o aluno realizar a alocação de 3 RHs em atividades do projeto, e se há algum papel que não foi atribuído a nenhum RH.	Você sabia que ainda existem papéis que não foram atribuídos como competência de nenhum RH?	Você já está alocando RHs às atividades do projeto. Porém ainda existem papéis que não foram atribuídos para nenhum recurso. Você pode atribuir papéis aos RHs acessando o módulo de organizações.
Comunicação		
Após o aluno registrar 3 itens no plano de comunicação para o projeto, e nenhum destes incluir o termo “plano do projeto” em sua descrição.	Você está prevendo uma comunicação ao patrocinador quando o plano do projeto for concluído?	Assim como o termo de abertura, o plano do projeto deve ser enviado para aprovação. Utilize o módulo de planejamento de comunicação para registrar esta comunicação.
Riscos		
Quando foi registrado um plano de prevenção/mitigação para um risco “Eliminado”.	Os riscos eliminados têm plano de respostas definidos?	Lembre-se que riscos que foram “eliminados” deixam de existir e consequentemente não devem ter planos de prevenção ou contingência.
Quando foi registrado um plano de mitigação/prevenção para um risco “Aceito”.	Os riscos aceitos estão com o plano de respostas coerente?	Lembre-se que riscos que foram “aceitos” não devem ter planos de prevenção, sendo necessário apenas o plano de contingência.
Após o registro de um risco com baixo fator de exposição, que possua plano de prevenção ou de contingência.	Você sabe o que significa um risco com baixo fator de exposição?	O fator de exposição é diretamente proporcional à probabilidade e o impacto de um risco. Observe que riscos com baixo fator de exposição, não precisam necessariamente ter planos de prevenção e contingência.
Aquisição		
Quando houver ao menos 1 aquisição planejada e ao menos 1 registro de	As aquisições necessárias para o projeto estão	Observe que os itens planejados para aquisição devem constar no plano de custos. Tais itens podem ser registrados

Gatilho (<i>Trigger</i>)	Mensagem de primeiro nível	<i>Feedback</i> instrucional
planejamento de despesas com recursos não humanos.	presentes no seu planejamento de custos?	no módulo de custos.
Se há alguma aquisição registrada, sem os critérios e pesos para seleção de fornecedor.	Você sabe a importância de definir os critérios e pesos para seleção de um fornecedor?	Objetivando a aquisição de itens que atendam as necessidades do projeto, e que tenham o melhor custo/benefício, é importante definir os critérios para seleção de fornecedores, e qual a importância de cada critério (pesos). Isto pode ser definido pelo próprio formulário de registro de uma aquisição.
Se há aquisição de recurso não humano, e entre os documentos para aquisição consta uma Declaração de Trabalho (DT).	Você especificou uma DT (serviço de terceiro) para aquisição de recursos não humanos?	A aquisição de mão de obra tipicamente envolve uma DT (Declaração de Trabalho), constando a declaração das atividades que precisam ser realizadas. Entretanto, quando é necessário adquirir recursos não humanos, como materiais e equipamentos, utiliza-se a especificação técnica do item a ser adquirido.
Se há contratação de recurso humano (terceirizado), e entre os documentos para aquisição consta uma Especificação Técnica.	Você indicou o uso de uma Especificação Técnica para contratação de um serviço de terceiro?	A aquisição de mão de obra tipicamente envolve uma DT (Declaração de Trabalho), constando a declaração das atividades que precisam ser realizadas. Entretanto, quando é necessário adquirir recursos não humanos, como materiais e equipamentos, utiliza-se a especificação técnica do item a ser adquirido.
<i>Stakeholder</i>		
Após o registro de 3 ou mais <i>stakeholders</i> , existindo algum sem a especificação da análise de poder x importância.	Você ainda não realizou a análise de poder x importância para todos os <i>stakeholders</i> do projeto.	Observe que para gerenciar a expectativa dos <i>stakeholders</i> é necessário analisar seu interesse e importância. Por exemplo, um <i>stakeholder</i> como o patrocinador pode ter alto poder e importância, e um membro da equipe pode ter baixo poder, mas grande importância para o sucesso do projeto. Esta análise pode ser realizada dentro do próprio formulário de cadastro de <i>stakeholder</i> .
Se o aluno já realizou a exportação do plano do projeto (passo posterior ao planejamento de <i>stakeholders</i>), e existem menos de 3 <i>stakeholders</i> identificados para o	Você sabia que os membros da equipe também são <i>stakeholders</i> ?	Observe que os membros da equipe também são <i>stakeholders</i> , logo, precisam ser registrados e analisados como tal.

<i>Gatilho (Trigger)</i>	<i>Mensagem de primeiro nível</i>	<i>Feedback instrucional</i>
projeto.		

Mensagens de *feedback* específicas

<i>Gatilho (Trigger)</i>	<i>Mensagem de primeiro nível</i>	<i>Feedback instrucional</i>
Integração		
Após registrar os resultados esperados no termo de abertura.	Você já incluiu a proposta do projeto, o relatório de TCC 1, e o relatório final entre os resultados esperados para o projeto?	Observe que o relatório de TCC deve estar entre os resultados esperados para o projeto. No formulário do termo de abertura estes resultados podem ser registrados no campo “Resultados esperados”.
Escopo		
Quando existe um item da EAP para elaboração da “Proposta de TCC”.	A “Proposta do TCC” não deve estar no escopo do projeto.	O conteúdo da “Proposta do TCC” pode servir de embasamento para o termo de abertura do projeto, pois o mesmo contém elementos que justificam e motivam sua iniciação. O escopo do projeto deve abranger desde o desenvolvimento do “TCC 1”, até o “relatório final”, abrangendo as sugestões derivadas da avaliação do “TCC 2”.

Tempo		
Quando é identificado que há alguma atividade com duração superior a duas semanas.	As durações das atividades estão adequadas considerando a duração típica de um projeto de TCC?	Atividades com mais de duas semanas de duração podem ser longas demais, dificultando seu gerenciamento. Você pode revisar se não ficará melhor subdividir esta atividade em atividades de menor duração.
Quando identificado que o período entre a data inicial e final do projeto é superior a 16 meses.	A duração do seu projeto não está longa demais?	Um projeto de TCC tipicamente não deve ter mais do que 16 meses de duração. Você pode definir esta duração por meio das datas de início e fim planejadas para o projeto.
Quando o aluno registra o marco que contenha um dos termos: “relatório	Os resultados esperados para o projeto de TCC	Lembre que o relatório do TCC 1 precisa ser entregue no final do primeiro semestre do projeto (julho ou

Gatilho (Trigger)	Mensagem de primeiro nível	Feedback instrucional
rascunho”, “relatório do TCC 1”, ou “relatório final”.	foram planejados dentro do prazo?	dezembro), o relatório rascunho no meio do segundo semestre (maio ou outubro), e o relatório final até 30 dias depois do da entrega do relatório rascunho. Estas entregas podem ser definidas como marcos para o projeto.
Após o aluno registrar a estimativa de recursos (papéis) para ao menos 5 atividades do projeto, e faltando algum dos papéis de projetos de TCC (ex: aluno, orientador, co-orientador, membro de banca, coordenador da disciplina de projetos).	Você estimou os recursos típicos de um projeto de TCC para as atividades do projeto?	Observe se os papéis básicos de um projeto de TCC (ex: aluno, orientador, co-orientador, membro de banca, coordenador da disciplina de projetos) foram incluídos entre os recursos estimados para as atividades. Você pode cadastrar de papéis por meio o módulo da organização. Não se esqueça de incluir todos os papéis no organograma.
Custo		
Quando o aluno inicia a criação da baseline de custos, mas o custo de nenhum recurso não humano foi estimado para o projeto.	As despesas com o projeto de TCC já foram identificadas?	Observe que os custos para elaboração de um TCC podem incluir despesas de impressão, custo/hora do orientador, despesas de viagem com membros da banca, despesas para apresentação do trabalho em evento, aquisição de software ou hardware específico, etc. Você pode registrar estas despesas a partir da tela de estimativa de custos com recursos não humanos.
Qualidade		
Após o registro do plano da qualidade, quando o campo “Necessidade de conformidade em relação às normas, políticas, e diretrizes de qualidade” possuir menos de 150 caracteres.	Você já identificou as regras e normas necessárias para desenvolver um TCC?	Um projeto de TCC normalmente precisa seguir determinadas restrições técnicas, como normas de formação, de estrutura, e até quanto ao seu período de duração. Estes padrões são tipicamente definidos pela instituição de ensino. Tais informações podem ser registradas no campo “Necessidade de conformidade em relação às normas, políticas, e diretrizes de qualidade” do plano da qualidade.
Após o aluno registrar ao menos 1 requisito de controle de qualidade, mas não registrar nenhuma medida para controle da qualidade	Você sabe para que servem as medidas no controle da qualidade?	As medidas no plano de qualidade são necessárias para indicar como os requisitos da qualidade serão quantitativamente avaliados. A definição destas medidas pode ser feita na seção “Abordagem de controle de

Gatilho (<i>Trigger</i>)	Mensagem de primeiro nível	Feedback instrucional
deste requisito.		qualidade” do plano da qualidade.
Recursos humanos		
Após o registro de 3 papéis no organograma da organização, e não houver nenhum dos seguintes papéis (ex: aluno, orientador, co-orientador, membro de banca, coordenador da disciplina de projetos).	Os papéis envolvidos em um projeto de TCC já foram definidos?	Lembre-se que em um projeto de TCC deve haver ao menos papéis para o orientador, membro da banca, e orientando. A definição de papéis é feita pelo módulo da organização, e estes ainda precisam ser incluídos no organograma da organização.
Comunicação		
Após o aluno registrar 3 itens no plano de comunicação para o projeto, e não houver nenhum meio de comunicação “sistema”.	Você deve comunicar quando os relatórios de TCC estiverem concluídos.	Quando o TCC I, relatório rascunho, ou TCC II forem concluídos, estes devem ser comunicados aos membros da banca e ao orientador por meio do sistema específico.
Após o aluno registrar ao menos 3 canais de comunicação no plano de comunicação, e não houver nenhum meio de comunicação “sistema”.	Você sabe qual canal de comunicação deve ser utilizado para entregar os relatórios de TCC?	Entre os canais de comunicação, podem estar e-mails, telefonemas, ou algum sistema específico disponibilizado pela instituição de ensino. Os tipos de canais de comunicação podem ser registrados diretamente pelo módulo de comunicação.
Após o aluno registrar ao menos 2 frequências de comunicação no plano de comunicação, e não existir nenhuma opção “quinzenal” ou “mensal”, com assunto “reunião” ou “encontro”.	Há reunião periódica prevista com orientador?	Durante a realização do projeto de TCC são necessários encontros periódicos com o orientador. Utilize as funcionalidades do módulo de comunicação para registrar estas reuniões, e sua respectiva periodicidade.
Riscos		
Caso existam menos de 3 riscos ao iniciar o planejamento de aquisições (etapa seguinte ao planejamento de riscos)	Devem existir mais riscos para o seu projeto. Analise se os riscos para o seu projeto de TCC já foram	Possíveis riscos para um projeto de TCC podem incluir problemas de saúde de algum <i>stakeholder</i> , licença do orientador, cortes no orçamento, inviabilidade técnica, etc.

Gatilho (<i>Trigger</i>)	Mensagem de primeiro nível	Feedback instrucional
Aquisição		
Se o aluno já realizou a exportação do plano do projeto (passo posterior ao planejamento de aquisições), e no plano de aquisições constam menos de 2 itens a serem adquiridos.	Existem poucas aquisições planejadas para o seu projeto.	Lembre-se que projetos de TCC podem incluir aquisições como livros, software ou hardware específico, insumos de impressão, insumos para realização de experimentos ou estudos de caso, inscrição em evento, etc.
Stakeholder		
Se o aluno já realizou a exportação do plano do projeto (passo posterior ao planejamento de <i>stakeholders</i>), e existem menos de 3 <i>stakeholders</i> identificados para o projeto.	Você já identificou os <i>stakeholders</i> para o projeto de TCC?	Em um projeto de TCC tipicamente existe ao menos os seguintes <i>stakeholders</i> : membros da banca, orientador, e orientando.