



Universidade Estadual de Campinas
Faculdade de Engenharia Elétrica e de Computação
Departamento de Sistemas de Energia Elétrica



PROCESSO OTIMIZADO PARA A PRODUÇÃO DE MÓDULOS EDUCACIONAIS - UM ESTUDO DE CASO DO PROJETO CONEXÃO DO SABER

Autor(a): Ana Carolina Gondim Inocêncio

Orientador: Prof. Dr. Leonardo de Souza Mendes

Tese de Doutorado apresentada à Faculdade de Engenharia Elétrica e de Computação como parte dos requisitos para a obtenção do título de Doutor em Engenharia Elétrica. Área de concentração: **Telecomunicações e Telemática.**

Banca Examinadora

Prof. Dr. Nome do orientador (presidente) — Leonardo de Souza Mendes/FEEC/UNICAMP

Prof. Dr. Nome do membro externo — Iwens Gervasio Sene Junior – UFG

Prof. Dr. Nome do membro externo — João Crisóstomo Weyl Albuquerque Costa- UFPA

Prof. Dr. Nome do membro interno — Guilherme do Val Toledo Prado/FE/UNICAMP

Prof. Dr. Nome do membro interno — Gean Davis Breda /FEEC/UNICAMP

Campinas – SP
25 de março de 2011

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA
BIBLIOTECA DA ÁREA DE ENGENHARIA E ARQUITETURA - BAE - UNICAMP

In7p Inocencio, Ana Carolina Gondim
Processo otimizado para a produção de módulos
educacionais - um estudo de caso do projeto Conexão do
Saber / Ana Carolina Gondim Inocencio. --Campinas,
SP: [s.n.], 2011.

Orientador: Leonardo de Souza Mendes.
Tese de Doutorado - Universidade Estadual de
Campinas, Faculdade de Engenharia Elétrica e de
Computação.

1. Projeto Conexão do Saber da Unicamp. 2.
Educação. I. Mendes, Leonardo de Souza. II.
Universidade Estadual de Campinas. Faculdade de
Engenharia Elétrica e de Computação. III. Título.

Título em Inglês: Optimized process for educational modules development – a
case study of the project Conexão do Saber

Palavras-chave em Inglês: Connection project know of the Unicamp,
Education

Área de concentração: Telecomunicações e Telemática

Titulação: Doutor em Engenharia Elétrica

Banca examinadora: Guilherme do Val Toledo Prado, Gean Davis Breda,
Iwens Gervasio Sene Junior, João Crisóstomo Weyl
Albuquerque Costa

Data da defesa: 25/03/2011

Programa de Pós Graduação: Engenharia Elétrica

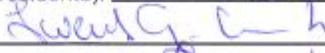
COMISSÃO JULGADORA - TESE DE DOUTORADO

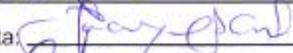
Candidata: Ana Carolina Gondim Inocencio

Data da Defesa: 25 de março de 2011

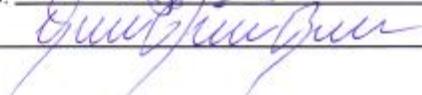
Título da Tese: "Processo Otimizado Para a Produção de Módulos Educacionais - Um Estudo de Caso do Projeto Conexão Do Saber"

Prof. Dr. Leonardo de Souza Mendes (Presidente):  _____

Prof. Dr. Iwens Gervasio Sene Junior:  _____

Prof. Dr. João Crisóstomo Weyl Albuquerque Costa:  _____

Prof. Dr. Guilherme do Val Toledo Prado:  _____

Prof. Dr. Gean Davis Breda:  _____

Agradecimentos

Agradeço, inicialmente, a Deus e a Maria Santíssima pela proteção e auxílio nos momentos mais difíceis. Muitas vezes minha querida mãe do céu pegou em minhas mãos e trouxe a calma que meu coração precisava para continuar caminhando.

Aos meus pais, Nivaldo e Marisa, pelo incentivo e apoio em todos os obstáculos, pela paciência em todas as conversas telefônicas e pelo carinho e ajuda que fizeram com que eu me tornasse a pessoa que sou hoje. Por aguentarem todas as minhas crises, onde eu acreditava que não iria conseguir. Vocês me mostraram a cada dia o quanto é importante ter uma família, ter um porto seguro onde buscamos toda a confiança que precisamos na caminhada da vida. Agradeço a você mamãe querida do meu coração e a você papai querido do meu coração as alegrias que compartilhamos todos esses anos, as risadas e os bons acontecimentos.

Agradeço ao meu irmão Gabriel, que me ajudou a acreditar que é possível viver cada dia aproveitando ao máximo as coisas boas que o hoje nos oferece. Agradeço também ao mais novo membro desta família, o meu sobrinho Gabriel que no natal de 2010 mostrou como uma criança traz alegria e uma confusão gostosa para nossa casa.

Ao projeto Conexão do Saber que proporcionou vivências importantes para o amadurecimento deste trabalho. Foram tantas as viagens e amizades cultivadas ao longo destes anos que seria necessário um livro de mais de 500 páginas para ilustrar todos os acontecimentos importantes deste período. Sendo assim, não posso deixar fora deste agradecimento todas as pessoas que foram importantes para o projeto e para o desenvolvimento deste trabalho. Agradeço ao professor Leonardo Mendes, idealizador do projeto Conexão do Saber, que acreditou no potencial desta ideia e me ofereceu a oportunidade de desenvolver este trabalho junto a sua equipe; à professora Duda de São José do Rio Preto que confiou no projeto, mesmo quando este era apenas uma pesquisa; agradeço ao Maurício Bottoli, que tenho como meu irmão mais velho, pelos conselhos e amizade durante estes anos; à Meire Angélica que muitas vezes fez o papel de mãe de

todos no projeto e nunca nos negou um sorriso ou uma palavra de carinho quando precisávamos; à Maria Dorothea por tornar possível que eu aprendesse mais sobre pedagogia e descobrisse a riqueza desta área; à Juliana que se mostrou uma excelente profissional e uma grande amiga, que posso recorrer a qualquer momento, obrigada Ju pelas conversas no Starbucks e por sempre ter palavras de conforto quando mais precisei; à toda equipe de produção (Marina, Stefanie, Raísa, Thais, Renata, Rodrigo, Rafael, Pedro, Edgar, Milena) que mostrou ser mais que uma equipe e sim um grupo de pessoas que luta pelo mesmo objetivo com responsabilidade e competência; à equipe pedagógica (Ana Aragão, Carol Aragão, Guilherme, Adriana Pierini e Adriana Mendes) que mostraram novos possíveis para o trabalho desenvolvido no projeto Conexão do Saber. A todos os professores e alunos dos municípios participantes que, ao utilizar os módulos educacionais, mostraram a riqueza deste material por meio de depoimentos compartilhados nos cursos de formação. Foi a utilização dos módulos educacionais, nos cursos de formação e no acompanhamento das crianças nos laboratórios, que fez com que eu acreditasse que a informática tem um lado humano rico em possibilidades.

Quaisquer palavras que eu escreva seriam poucas para agradecer o apoio de minha querida amiga Karina Yoshinaga. Karina é uma pessoa linda e com um coração imenso, que se preocupa com todos ao seu redor de forma única e sem limites, uma pessoa que não mede esforços para nos auxiliar em qualquer dificuldade, sempre sorridente e com uma força de vida difícil de encontrar, obrigada por tudo Ká.

Agradeço à Lettícia Leite pelas tardes ao redor da mesa de café em intermináveis conversas, que me auxiliaram em diversos momentos; sua amizade foi essencial no desenvolvimento deste trabalho, pois me apresentou a arte de ser disciplinada. Obrigada Lettícia por não desistir de mim, obrigada pelos conselhos e pela ajuda quando mais precisei.

Agradeço a Márcia (Marcy) por ser esta pessoa carinhosa e que faz de tudo para tornar os ambientes mais agradáveis, como sempre digo Marcy é a japa querida do meu coração.

Agradeço à Letícia (Paraná), Letícia (São Vicente), Fernanda e Dani pela amizade e por tornarem esta caminhada mais leve, com as risadas e os sorrisos.

Ao Mexicano (Miguel) pela amizade e conselhos sobre estatística e coleta de dados que ajudaram na realização deste trabalho.

Agradeço à minha amiga e vizinha Adna, pelos conselhos, amizade, e pelo carinho dispensado com os meus queridos animais de estimação.

Ao Guilherme Rios pelas diversas discussões que enriqueceram o texto, aqui apresentado.

Ao Bruno Zarpelão e Juliana Godeny, pela ajuda na redação final desta tese, e pelos conselhos para melhorias no texto apresentado.

Ao meu orientador Leonardo Mendes pela amizade e por acreditar no meu trabalho, em minha capacidade e auxiliar nas tomadas de decisões.

Aos professores Guilherme do Val Toledo Prado, Gean Davis Breda, Iwens Gervásio Sene Júnior, João Crisóstomo por participarem desta banca.

E a todos que, direta ou indiretamente, contribuíram para que o desenvolvimento deste trabalho pudesse ser realizado de maneira satisfatória.

Dedico este trabalho à minha mãe, Marisa;
ao meu pai, Nivaldo; ao meu irmão Gabriel e
ao meu sobrinho Gabriel.

Resumo

A inserção do computador na área da educação tem provocado grandes discussões sobre a vigente concepção de ensino e aprendizagem. A abundância de programas educacionais e os diversos tipos de uso do computador indicam que esta tecnologia pode ser de grande utilidade nos processos de ensino e aprendizagem. Um importante projeto onde se estuda o impacto do uso de módulos educacionais em um programa de ensino mediado por computador é o projeto Conexão do Saber, desenvolvido pelo Laboratório de Redes de Comunicações da Faculdade de Engenharia Elétrica e Computação da UNICAMP, por meio de parcerias com laboratórios de pesquisa do Brasil e do exterior e junto com equipes educacionais e pedagógicas de oito municípios brasileiros. Este trabalho discute o projeto Conexão do Saber no que tange os processos de desenvolvimento dos módulos educacionais, propondo um processo otimizado para o seu desenvolvimento. O processo proposto é baseado em padrões de engenharia de software e tem dois objetivos principais: (i) diminuir o tempo necessário para a produção de um módulo educacional; (ii) promover o envolvimento profundo dos professores neste processo de produção. Os resultados obtidos durante o acompanhamento da produção dos módulos mostram que foi possível reduzir o tempo de produção sem comprometer qualidade. Além disso, o processo possibilitou que o professor defina os requisitos dos módulos produzidos e acompanhe todo o seu desenvolvimento, participando ativamente da sua produção.

Abstract

The insertion of computer in education area has caused a true revolution in the current conception of learning and teaching. The great amount of educational softwares and the different purposes of computer usage indicate that this technology may be very useful in the teaching-learning process. An important research project that studies the impact of educational module application in a computer-mediated education program is the project named Conexão do Saber. It is developed by the Laboratory of Communication Networks at the School of Electrical and Computer Engineering of the University of Campinas, through partnerships with Brazilian and other countries research laboratories, besides education departments of eight Brazilian cities. This work proposes a simplified process to develop educational modules in the project named Conexão do Saber. The proposed process is based on software engineering patterns. It has two main objectives: (i) reduce the development time of an educational module; (ii) promote a strong teachers' involvement in educational modules development. The results obtained during the development of modules showed that it was possible to reduce the development time. Moreover, the proposed process enables teachers to define the module requirements and to participate in the module development process.

Sumário

Agradecimentos	v
Resumo	xi
Abstract	xii
Sumário	xiii
Lista de Figuras	xvi
Lista de Tabelas	xix
Glossário	xxi
CAPÍTULO 1 – Introdução	1
1.1. Introdução	1
1.1.1. Sociedade da Informação	3
1.1.2. Evolução das TICs na Educação	4
1.1.3. O Projeto Conexão do Saber	8
1.2. Motivação e Justificativa	10
1.3. Objetivo da Pesquisa	10
1.4. Desenvolvimento do Trabalho	11
CAPÍTULO 2 – Arquiteturas de Desenvolvimento de Ferramentas Educacionais	13
2.1. Introdução	13
2.2. Definição de Módulos Educacionais	13
2.2.1. Módulos Educacionais e Objetos Educacionais	15
2.3. Desenvolvimento de Ferramentas Educacionais	16
2.3.1. Padrão de desenvolvimento proposto por Barbosa [2004]	16
2.3.2. Processo de desenvolvimento proposto por Cristian [2003]	20
2.3.3. Processo de desenvolvimento proposto por Huang [2004]	23
2.3.4. Processo de desenvolvimento proposto por Baruque [2003]	24
2.3.5. Sistema de desenvolvimento proposto por Janicki [2001]	27
2.4. Envolvimento do usuário no desenvolvimento de software	30
2.4.1. O Envolvimento do Usuário no Desenvolvimento de Software Educacional	33
2.5. Metodologia PGL para o Desenvolvimento de Conteúdos Digitais	35
2.6. Uma Análise das Arquiteturas e suas Características	41
2.7. Considerações	46

CAPÍTULO 3 – Padrões para o Desenvolvimento de Software	49
3.1. Introdução	49
3.2. Processos de Software	49
3.2.1. Análise de Requisitos.....	50
3.2.1.1 Padrão IEEE 830 – Documento de Requisitos.....	51
3.2.2. Projeto	56
3.2.2.1. Documento de Projeto Conforme Padrão IEEE 1016.....	58
3.2.3. Implementação	61
3.2.3.1 Componentes.....	62
3.2.4. Testes	63
3.2.5 Ciclo de Vida com Modelo em Espiral	65
3.2.5.1 Modelo em Espiral	66
3.3. O Modelo CMMI	67
3.4. Considerações	74
CAPÍTULO 4 – Processo Otimizado para a Produção de Módulos Educacionais.....	75
4.1. Introdução	75
4.2. Módulos Educacionais uma Definição.....	76
4.3. Processo Otimizado para a Produção de Módulos Educacionais.....	77
4.3.1 Equipe de Desenvolvimento dos Módulos Educacionais.....	79
4.3.2 Análise de Requisitos.....	82
4.3.3 Projeto	87
4.3.4 Fases Comuns às etapas de Análise de Requisitos e Projeto	91
4.3.4.1. Produção de Roteiros dos módulos Educacionais	93
4.3.5 Implementação	103
4.3.6 Testes	106
4.4. Validação do Processo Otimizado para a Produção de Módulos Educacionais	109
4.5. Considerações	113
CAPÍTULO 5 – Estudo de Caso.....	115
5.1. Introdução	115
5.2. Sistema de Controle de Produção	115
5.3. Componentização dos Módulos.....	133
5.4. Produção de Módulos Educacionais	135

5.4.1. Quantidade de Módulos Produzidos e Tempo de Liberação	135
5.4.2. Tempo de Desenvolvimento	137
5.4.3. Correção de Erros	139
5.5. Utilização das Ferramentas Desenvolvidas	140
5.5.1. Professores que Utilizam os Módulos Educacionais.....	141
5.5.2. Alunos que Utilizam os Módulos Educacionais.....	143
5.5.3. Professores Conteudistas	145
5.6. Considerações	145
CAPÍTULO 6 – Considerações Finais	147
6.1. Considerações Finais	147
6.2. Trabalhos Derivados do Processo Otimizado para Produção de Módulos	148
CAPÍTULO 7 – Referências Bibliográficas.....	151
ANEXO A – Especificação do Sistema de Controle de Produção.....	163
A.1. Diagramas UML do Sistema de Controle de Produção	163
ANEXO B – Desenvolvimento de Jogos Educacionais Temáticos.....	165
B.1. Fases de Atividades do Processo de Jogos	165
B.2. Processo de Desenvolvimento de Jogos Educacionais Temáticos	176
B.3. Considerações	188
ANEXO C – Trabalhos Afins Publicados pelo Autor	191

Lista de Figuras

FIGURA 2.1. COMPONENTES DE UM MÓDULO EDUCACIONAL, SEGUNDO BARBOSA [2004].	14
FIGURA 2.2. PADRÃO DE DESENVOLVIMENTO PROPOSTO POR BARBOSA [2004].	17
FIGURA 2.3. PADRÃO DE DESENVOLVIMENTO PROPOSTO POR CRISTIAN [2003].	21
FIGURA 2.4. PADRÃO DE DESENVOLVIMENTO PROPOSTO POR HUANG [2004].	23
FIGURA 2.5. PADRÃO DE DESENVOLVIMENTO PROPOSTO POR BARUQUE [2003].	25
FIGURA 2.6(A) CONCEITOS DE PROJETO INSTRUCIONAL [JANICKI 2001].	28
FIGURA 2.6(B) FLUXO DO SISTEMA DE AUTORIA PROPOSTO POR JANICKI [2001].	29
FIGURA 2.7 FORMAS DE ENVOLVIMENTO DO USUÁRIO NO PROCESSO DE DESENVOLVIMENTO.	31
FIGURA 2.8 CICLO DE VIDA DO PADRÃO DE DESENVOLVIMENTO DE SOFTWARE EDUCACIONAL MARSICO ET. AL. [2006].	34
FIGURA 2.9. FASES DA METODOLOGIA PGL.	36
FIGURA 2.10(A). RESUMO DOS PROCESSOS ANALISADOS E SUAS SAÍDAS.	41
FIGURA 2.10(B). SAÍDAS DO PROCESSO OTIMIZADO PARA PRODUÇÃO DE MÓDULOS EDUCACIONAIS.	42
FIGURA 3.1. PROCESSO DE LEVANTAMENTO E ANÁLISE DE REQUISITOS.	51
FIGURA 3.2. MODELO GERAL DO PROCESSO DE PROJETO [SOMMERVILLE 2008].	58
FIGURA 3.3. TIPOS DE TESTES.	64
FIGURA 3.4. MODELO DE DESENVOLVIMENTO EM ESPIRAL.	67
FIGURA 3.4(A) CMMI – REPRESENTAÇÃO CONTÍNUA.	72
FIGURA 3.4(B) CMMI – REPRESENTAÇÃO POR ESTÁGIOS.	72
FIGURA 4.1. ELEMENTOS DE UM MÓDULO EDUCACIONAL.	76
FIGURA 4.2 PROCESSO OTIMIZADO PARA A PRODUÇÃO DE MÓDULOS EDUCACIONAIS.	78
FIGURA 4.3 O PAPEL DE CADA EQUIPE NO PROCESSO DE DESENVOLVIMENTO.	80
FIGURA 4.4 ETAPA DE ANÁLISE DE REQUISITOS DO PROCESSO OTIMIZADO.	83
FIGURA 4.5 ETAPA DE PROJETO DO PROCESSO OTIMIZADO.	87
FIGURA 4.6 DOCUMENTO DE PROJETO ESPECÍFICO PARA CADA ATIVIDADE DE UM MÓDULO EDUCACIONAL.	90
FIGURA 4.7 ATIVIDADES COMUNS À ANÁLISE DE REQUISITOS E PROJETO.	92
FIGURA 4.8 (A) 1ª PARTE. DOCUMENTO DE ESPECIFICAÇÃO DE REQUISITOS ESPECÍFICO DE UM MÓDULO EDUCACIONAL.	94
FIGURA 4.8 (A) 2ª PARTE. DOCUMENTO DE ESPECIFICAÇÃO DE REQUISITOS ESPECÍFICO DE UM MÓDULO EDUCACIONAL.	95
FIGURA 4.8 (B) 1ª PARTE. DOCUMENTO DE PROJETO ESPECÍFICO DE UM MÓDULO EDUCACIONAL.	96
FIGURA 4.8 (B) 2ª PARTE. DOCUMENTO DE PROJETO ESPECÍFICO DE UM MÓDULO EDUCACIONAL.	97
FIGURA 4.8 (B) 3ª PARTE. DOCUMENTO DE PROJETO ESPECÍFICO DE UM MÓDULO EDUCACIONAL.	98

FIGURA 4.8 (B) 4ª PARTE. DOCUMENTO DE PROJETO ESPECÍFICO DE UM MÓDULO EDUCACIONAL.....	99
FIGURA 4.8 (B) 5ª PARTE. DOCUMENTO DE PROJETO ESPECÍFICO DE UM MÓDULO EDUCACIONAL.....	100
FIGURA 4.8 (B) 6ª PARTE. DOCUMENTO DE PROJETO ESPECÍFICO DE UM MÓDULO EDUCACIONAL.....	101
FIGURA 4.9. FASES PARA A IMPLEMENTAÇÃO DOS MÓDULOS EDUCACIONAIS.	103
FIGURA 4.9. TESTES REALIZADOS.	107
FIGURA 5.1(A) TELA PARA CADASTRO DE CONTEÚDO (SISTEMA CONTROLA ALOCAÇÃO).....	117
FIGURA 5.1(B) TELA PARA CADASTRO DE CONTEÚDO (MUNICÍPIO CONTROLA ALOCAÇÃO).....	117
FIGURA 5.2 TELA PARA ALOCAÇÃO DE CONTEÚDO (SISTEMA CONTROLA ALOCAÇÃO).....	118
FIGURA 5.3 TELA PARA COLOCAR ROTEIRO COMO ENTREGUE.	119
FIGURA 5.4 TELA PARA APROVAÇÃO DO ROTEIRO ENTREGUE.....	120
FIGURA 5.5 TELA PARA ALOCAÇÃO DO ROTEIRO PARA DESENHO.	121
FIGURA 5.6 TELA ENTREGA DESENHO PARA REVISÃO.....	122
FIGURA 5.7 TELA DE REVISÃO EXEMPLO.....	123
FIGURA 5.8 TELA DE ALOCAÇÃO DE MÓDULO PARA PROGRAMAÇÃO.....	125
FIGURA 5.9 TELA DE ENVIO DO MÓDULO PARA REVISÃO PROFESSOR OU EDIÇÃO DE SOM.....	126
FIGURA 5.10 TELA DE RESPOSTA DE DÚVIDAS.....	127
FIGURA 5.11 GRÁFICO GERAL POR ETAPA DE DESENVOLVIMENTO.	129
FIGURA 5.12 TABELA DE METAS DE DESENVOLVIMENTO.	130
FIGURA 5.13. COMPONENTES PARA A PRODUÇÃO DE MÓDULOS EDUCACIONAIS.	133
FIGURA 5.14. DIVISÃO DOS MÓDULOS EDUCACIONAIS.	134
FIGURA 5.15. QUANTIDADE DE MÓDULOS PRODUZIDOS DESDE 2004 ATÉ 2009.	135
FIGURA 5.16. TEMPO DE LIBERAÇÃO DE UM MÓDULO EDUCACIONAL.	136
FIGURA 5.17. COMPLEXIDADE DE DESENVOLVIMENTO.	137
FIGURA 5.18. QUANTIDADE MÉDIA DE MÓDULOS LIBERADA POR PESSOA.	138
FIGURA 5.19. TEMPO MÉDIO DE DESENVOLVIMENTO DE UM MÓDULO EDUCACIONAL.	138
FIGURA 5.20. MÉDIA DE CORREÇÕES POR MÓDULO.	140
FIGURA 5.21. QUANTIDADE DE PROFESSORES QUE UTILIZAM OS MÓDULOS EDUCACIONAIS.....	141
FIGURA 5.22 (A). PROFESSORES QUE GOSTAM DAS AULAS COM OS MÓDULOS EDUCACIONAIS.....	142
FIGURA 5.22 (B). PROFESSORES QUE USAM OS MÓDULOS COMO UMA FERRAMENTA DE REVISÃO.....	142
FIGURA 5.23. ALUNOS QUE UTILIZAM OS MÓDULOS EDUCACIONAIS.....	143
FIGURA 5.24 (A). PORCENTAGEM DE ALUNOS QUE GOSTARIAM DE ACESSAR OS MÓDULOS EM CASA.....	144
FIGURA 5.24 (B). PORCENTAGEM DE ALUNOS QUE GOSTAM DAS AULAS COM OS MÓDULOS EDUCACIONAIS.....	144

FIGURA 5.25. PROFESSORES CONTEUDISTAS	145
FIGURA A.1. DIAGRAMA DE CASO DE USO DO SISTEMA DE CONTROLE DE PRODUÇÃO.....	163
FIGURA A.2. DOCUMENTOS GERADOS NO PROCESSO DE DESENVOLVIMENTO.....	164
FIGURA B.1. INFORMAÇÕES SOBRE REQUISITOS SE ORIGINAM DE VÁRIOS LUGARES.....	166
FIGURA B.2. PROCESSO DE IMPLEMENTAÇÃO DE JOGOS.....	175
FIGURA B.3. CONCEITOS BÁSICOS PARA TESTE DE JOGOS.....	176
FIGURA B.4. ILHA DOS JOGOS EDUCACIONAIS.....	178
FIGURA B.5. PROCESSO DE DESENVOLVIMENTO DOS JOGOS EDUCACIONAIS.....	181
FIGURA B.6 (A). DOCUMENTO DE DESIGN GERAL DO JOGO EDUCACIONAL.....	183
FIGURA B.6 (B). DOCUMENTO DE DESIGN POR CAPÍTULO.....	184
FIGURA B.7. IMPLEMENTAÇÃO DOS JOGOS EDUCACIONAIS.....	185
FIGURA B.8. ETAPAS PARA TESTE DOS JOGOS EDUCACIONAIS.....	187

Lista de Tabelas

TABELA 2.1. RESUMO DOS PROCESSOS E SAÍDAS GERADAS EM CADA ETAPA	43
TABELA 3.1. RESUMO DOS PONTOS DE VISTA DE PROJETO [IEEE 1016 2009].....	61
TABELA 3.2. ÁREAS DE PROCESSO, SUAS CATEGORIAS E NÍVEIS DE MATURIDADE.	73
TABELA 4.1. DOCUMENTO DE ESPECIFICAÇÃO DE REQUISITOS COMUNS A TODOS OS MÓDULOS	85
TABELA 4.2. DOCUMENTO DE ESPECIFICAÇÃO DE REQUISITOS ESPECÍFICOS DE CADA MÓDULO	86
TABELA 4.3. DOCUMENTO DE PROJETO COMUM AO DESENVOLVIMENTO DE MÓDULOS	89
TABELA 4.4. NÍVEL 2 VERSUS PROCESSO OTIMIZADO PARA A PRODUÇÃO DE MÓDULOS EDUCACIONAIS.....	110
TABELA 4.5. NÍVEL 3 VERSUS PROCESSO OTIMIZADO PARA A PRODUÇÃO DE MÓDULOS EDUCACIONAIS.....	111
TABELA 4.6. NÍVEL 4 VERSUS PROCESSO OTIMIZADO PARA A PRODUÇÃO DE MÓDULOS EDUCACIONAIS.....	112
TABELA 4.7. NÍVEL 5 VERSUS PROCESSO OTIMIZADO PARA A PRODUÇÃO DE MÓDULOS EDUCACIONAIS.....	112
TABELA B.1. PASSOS PARA OBTENÇÃO DE REQUISITOS.....	167

Glossário

CMM	<i>Capability Maturity Model</i>
CMMI	<i>Capability Maturity Model Integration</i>
EJA	Educação de Jovens e Adultos
FUNCAMP	Fundação de Desenvolvimento da Unicamp
HIPO	<i>Hierarchy Plus Input-Process-Output</i>
IDEF0	<i>Integration Definition for Function Modeling</i>
IDEFIX	<i>Integration Definition for Information Modeling</i>
IDL	<i>Interface Definition Language</i>
IEC	<i>International Electrotechnical Commission</i>
IEEE	<i>Institute of Electrical and Electronic Engineers</i>
IPPD	Integrated Product and Process Development
ISD	<i>Instructional System Development</i>
ISO	<i>International Organization for Standardization</i>
JSP	<i>Jackson Structured Programming</i>
KPA	<i>Key Process Area</i>
LO	<i>Learning Object</i>
NPC	<i>Non-player Character</i>
OCL	<i>Object Constraint Language</i>
PCN	Parâmetros Curriculares Nacionais
PDL	<i>Process Definition Language</i>
PGL	Partnership in Global Learning

STScI	<i>Space Telescope Science Institute</i>
TIC	Tecnologia de Informação e Comunicação
UML	<i>Unified Modeling Language</i>
UNICAMP	Universidade Estadual de Campinas
WeBTAS	<i>Web-Based Tutoring Authoring System</i>

CAPÍTULO 1 – Introdução

1.1. Introdução

Com o surgimento das novas Tecnologias de Informação e Comunicação (TICs), novos hábitos estão se incorporando ao cotidiano da população, implicando em novos bens de consumo, novas formas de trabalho e novas competências profissionais. Na área da educação, estas novas tecnologias surgiram como uma alternativa a mais no processo de ensino e aprendizagem.

Segundo Soares [2006], as TICs ampliam as possibilidades de mediação pedagógica entre professor/aluno, aluno/conteúdo e aluno/aluno, proporcionando um “*impacto positivo*” que independe do ambiente, que pode ser presencial, semipresencial ou à distância. Estas tecnologias têm o potencial de funcionar como facilitadoras do acesso à informação, permitindo o uso de técnicas de construção do conhecimento, a troca de ideias e experiências entre usuários simultâneos localizados em diferentes localidades e mediadas por diversos outros recursos, tais como o próprio material disponibilizado em diferentes *sites* da Internet.

Segundo Haddad [2010], a utilização destas tecnologias traz consigo um grande potencial a ser explorado, pois permitem:

- **Aumento das oportunidades educacionais:** as TICs podem superar as barreiras geográficas, sociais e de infra-estrutura, proporcionando oportunidades educacionais independente da localização;
- **Aumento da eficiência:** as TICs conseguem atingir os alunos a qualquer lugar e momento, eliminando a premissa de que o tempo de aprendizagem é igual ao tempo de aula;
- **Maior facilidade na formação de competências:** as TICs têm o potencial de contribuir para a formação de competências, uma vez que a diversidade de conteúdos educacionais oferecidos podem ser mais

facilmente acomodados à real necessidade educacional do aprendiz. Exemplos de TICs que auxiliam nesta formação de competências são: simulações, multimídia baseada em competências, meios de comunicação e de vídeo interativos que oferecem oportunidades síncronas e assíncronas de formação através da Internet, vídeo conferência, entre outros.

Além de todas as vantagens já mencionadas, as TICs possibilitam o alcance de uma grande quantidade de pessoas e constituem um meio essencial para atingir regiões mais isoladas.

O Ministério da Educação (MEC) tem atuado como um agente de inovação tecnológica nos processos de ensino e aprendizagem, promovendo a incorporação das Tecnologias de Informação e Comunicação (TIC) e das técnicas de educação a distância aos métodos didático-pedagógicos. Além disso, o MEC tem criado iniciativas que promovem a pesquisa e o desenvolvimento voltados para a introdução de novos conceitos e práticas nas escolas públicas brasileiras. Através da Secretaria de Educação a Distância (SEED), o MEC desenvolve vários programas e projetos, que utilizam tanto o computador como outros recursos técnicos. Alguns dos programas oferecidos, de acordo com o site do MEC, são: Escola Técnica Aberta do Brasil, RIVED - Rede Interativa Virtual de Educação, Ambiente Colaborativo de Aprendizagem e-ProInfo, Universidade Aberta do Brasil, Mídias na Educação, PAPED - Programa de Apoio à Pesquisa em Educação a Distância, DVD escola, Formação Pela Escola, TV ESCOLA, Proformação, Rádio Escola.

A UNESCO, em cooperação com o governo brasileiro, promove ações de disseminação das TICs nas escolas com o objetivo de melhorar a qualidade do processo ensino-aprendizagem, levando em consideração que o “letramento digital” é decorrente da frequente utilização destas tecnologias. Uma das metas do Ministério da Educação é a de universalizar os laboratórios de informática em todas as escolas públicas até 2010, incluindo as escolas rurais.

1.1.1. Sociedade da Informação

A Sociedade da Informação caracteriza-se como uma era (a era atual) em que a informação flui a velocidades (chegando a centenas de Gigabits por segundo por canal) e em quantidades (Terabytes) inimagináveis há alguns anos atrás, assumindo valores sociais e econômicos fundamentais. Exemplos deste fluxo de informação podem ser vistos em diversas atividades como assistir televisão, falar ao telefone, movimentar a conta no terminal bancário e, pela Internet, verificar multas de trânsito, comprar discos, trocar mensagens com o outro lado do planeta, entre outras [TAKAHASHI 2000].

A fim de proporcionar a base para estas atividades cotidianas, existe uma imensa malha de meios de comunicação que cobre países inteiros, interliga continentes e chega às casas e empresas: são fios de telefone, canais de microondas, linhas de fibra ótica, cabos submarinos transoceânicos, transmissões via satélite. Toda esta malha de comunicação possibilita uma alta capacidade de transmissão aliada a alta qualidade, o que a torna transparente para os usuários, que muitas vezes nem se dão conta da quantidade de recursos utilizados para transmitir ou receber suas informações. O conjunto desses recursos forma uma verdadeira “superestrada” de informações e serviços, frequentemente chamada de “infovia” ou “supervia” [TAKAHASHI 2000].

Em direção à sociedade da informação, as transformações constituem uma tendência dominante e definem um novo paradigma, o da tecnologia da informação e comunicação, que expressa a essência da presente transformação tecnológica em suas relações com a economia e a sociedade.

Esse novo paradigma, segundo Castells [1999], tem as seguintes características: a informação como matéria prima, permitindo ao homem atuar sobre a informação propriamente dita, ao invés de utiliza-la para agir sobre as tecnologias, criando implementos novos ou adaptando-os a novos usos; os efeitos das novas tecnologias têm alta penetrabilidade ao levarmos em consideração que a informação é parte integrante de toda atividade humana e que pode ser afetada diretamente pelas novas tecnologias; predomínio da lógica de redes que pode ser implementada graças às novas tecnologias em qualquer

tipo de processo; flexibilidade ao permitir processos reversíveis e modificação por reorganização de componentes; crescente convergência de tecnologias, pois o desenvolvimento tecnológico em diversas áreas do saber torna-se interligadas [WERTHEIN 2000].

Nesta sociedade em constante mudança, uma das áreas que sofre mais transformações é a educacional, pois o conhecimento é cada vez mais volátil e flexível. Segundo Lévy,

“Pela primeira vez na história da humanidade, a maioria das competências adquiridas por uma pessoa no início de seu percurso profissional estarão obsoletas no fim de sua carreira. (...) Trabalhar quer dizer, cada vez mais, aprender, transmitir saberes e produzir conhecimentos” [LÉVY 1999, pg 157].

Levando em consideração a importância das tecnologias da informação e comunicação nas mudanças ocorridas na área educacional, apresentaremos, na seção seguinte, um levantamento histórico do uso destas tecnologias como uma ferramenta a mais para o processo de ensino e aprendizagem.

1.1.2. Evolução das TICs na Educação

A fim de oferecer elementos para uma referência mais ampla sobre as TICs na educação, apresentamos a seguir um panorama histórico, dividindo sua trajetória em duas etapas distintas: a primeira, mostrando as primeiras experiências educacionais com as tecnologias da informação e comunicação; e a segunda, que aborda o uso do computador e da Internet na educação.

O primeiro registro de educação à distância encontrado na literatura é de 1728, quando o jornal “*A Gazeta de Boston*”, em sua edição de 20 de março, ofereceu em um anúncio: “Material para ensino e tutoria por correspondência”.

Em 1840, Isaac Pitman criou um sistema de taquigrafia à base de fichas e intercâmbio postal com os alunos. Este ensino por correspondência se estendeu

até o ano de 1947 quando, através da Rádio Sorbonne, transmitiram-se aulas de quase todas as matérias literárias da Faculdade de Letras e Ciências Humanas de Paris.

No ano de 1963, surgiu, na Espanha, o Centro Nacional de Ensino Médio por Rádio e Televisão, que substituiu o Bacharelado Radiofônico criado em 1962. Neste mesmo ano, iniciou-se, na França, um ensino universitário por rádio em cinco Faculdades de Letras (Paris, Bordeaux, Lille, Nancy e Strasbourg) e na Faculdade de Direito de Paris para os alunos do curso básico.

Em 1968, o Centro Nacional de Ensino Médio por Rádio e Televisão da Espanha se transformou no Instituto Nacional de Ensino Médio a Distância (INEMAD)

A *British Open University*, instituição considerada pioneira e única do que hoje se entende como educação superior à distância, foi criada em 1969 e iniciou os seus cursos em 1971.

Já no Brasil, as primeiras iniciativas em relação ao uso das TICs na educação aconteceram a partir do ano de 1923, quando Edgard Roquette Pinto fundou a Rádio Sociedade no Rio de Janeiro, que passou a ser chamada de Rádio Ministério da Educação e Cultura e que, mais tarde, tornou-se a Rádio Escola Municipal da Prefeitura do Distrito Federal [DANNEMANN 2010]. A primeira transmissão da Rádio Sociedade do Rio de Janeiro aconteceu às 20h30 do dia 1º de maio de 1923. Este evento aconteceu no interior de uma sala de aula da Escola Politécnica, com o equipamento de radiotelegrafia que a Western Electric trouxera dos Estados Unidos para a Exposição Comemorativa do 1º Centenário da Independência. [ARY 2007]

No ano de 1939, o húngaro Nicolas Goldberger fundou o Instituto Radiotécnico Monitor. Em princípio, era baseado em uma metodologia de aperfeiçoamento, com kits didáticos e materiais impressos, propunha-se a transmitir informações suficientes para o conserto de uma variedade de equipamentos da chamada “Era do Rádio” [CHICO 2010]. Nesta época, o material demorava aproximadamente 90 dias para chegar ao destinatário, porém, segundo o autor, esta demora nunca foi um problema, pois os alunos esperavam a entrega do curso e o concluía com êxito.

O Instituto Universal Brasileiro (IUB) foi fundado em 1941, visando a preparação de jovens através dos cursos profissionalizantes. O IUB é considerado pioneiro no ensino a distância no Brasil [IUB 2006].

Em 1960, foi criado, pelo Ministério da Educação e Cultura, o sistema Avançado de Tecnologias Educacionais (SAT), cujo objetivo era a aplicação de novas tecnologias como rádio, televisão e outros meios à educação brasileira.

Uma iniciativa pioneira da igreja católica com as escolas radiofônicas no meio rural abriu caminho para a criação do MEB (Movimento de Educação de Base) em 1961, cujo objetivo foi o de desenvolver um programa de educação de base por meio de escolas radiofônicas nos estados do Norte, Nordeste e Centro-Oeste do país [NOLETO 2002].

Surgiu, em 1970, o projeto Minerva no serviço de Radiodifusão Educativa do Ministério da Educação e Cultura. Este projeto teve por objetivo fazer a veiculação de cursos supletivos pelos milhares de rádiopostos instalados que funcionavam pelo território nacional.

No ano de 1978, a Fundação Roberto Marinho e a Fundação Padre Anchieta, mantenedora da TV Cultura de São Paulo, assinaram um convênio para a realização de um projeto pioneiro de teleeducação: o Telecurso 2º Grau. Pela primeira vez, a máquina de uma rede comercial de televisão era utilizada para um projeto educacional [TELECURSO 2010].

Mais tarde, em 1992, foi criada a Universidade Aberta de Brasília, com o intuito de atingir três campos distintos: a ampliação do conhecimento cultural com a organização de cursos específicos de acesso a todos, a educação continuada e a reciclagem profissional para diversas categorias de trabalhadores e para aqueles que já passaram pela universidade.

Em 1999, houve um acordo do Ministério da Educação com a Associação Brasileira de Emissoras de Rádio e Televisão (ABERT) para veiculação de programas voltados à educação.

A educação mediada por computadores teve sua origem com as máquinas de ensinar. Uma delas foi inventada pelo Dr. Sidney Pressey, em 1924, para corrigir testes de escolha múltipla. Posteriormente, B. F. Skinner, no início dos anos 50, propôs uma máquina para ensinar usando o conceito de instrução

programada. De acordo com sua proposta, a instrução programada era apresentada na forma impressa. Esta proposta foi muito utilizada no final da década de 50 e início dos anos 60, porém nunca se tornou popular devido à grande dificuldade de produção do material didático e também pela falta de padronização dos materiais existentes, o que inviabilizava sua disseminação. Com o advento do computador, percebeu-se que este material poderia ser apresentado com uma maior flexibilidade. Desta forma, no início dos anos 60, diversos programas de instrução programada foram implementados no computador, quando surgiu a Instrução Auxiliada por Computador (CAI – *Computer Aided Instruction*) [VALENTE 1993].

Durante os anos 60, houve um grande investimento do governo americano e de diversas empresas como IBM, RCA e Digital na produção de CAI. A ideia era a aplicação deste material na educação, contudo, os computadores ainda eram muito caros para serem adquiridos pelas escolas. Sendo assim, este material só era utilizado pelas Universidades. Em 1963, a Universidade de Stanford na Califórnia, através do *Institute for Mathematical Studies in the Social Sciences*, desenvolveu diversos cursos para matemática e leitura para alunos do 1º ciclo [GOLDBERG & SUPPES 1972].

No início dos anos 70, a *Control Data Corporation* e a Universidade de Illinois desenvolveram o PLATO, um sistema implementado em um computador de grande porte com o uso de terminais sensíveis a toque e vídeo com alta capacidade gráfica. Em sua última versão, PLATO IV, dispunha de 950 terminais em 140 locais diferentes e com cerca de 8.000 horas de material educativo, produzido por cerca de 3.000 autores [ALPERT 1975].

Todavia, uma maior utilização dos computadores na educação aconteceu apenas no final dos anos 70, com a chegada dos microcomputadores.

No ano de 1989, ocorreu a divulgação da Internet no ambiente escolar, que trouxe consigo diversos tipos de aplicações educacionais: de divulgação, de pesquisa, de apoio ao ensino e de comunicação [MORAN 1997].

No ano de 2003 tem início, na UNICAMP, o projeto Conexão do Saber. Este projeto é uma solução para educação mediada por computador que teve sua primeira implantação no município de São José do Rio Preto. Nesta época a

utilização de laboratórios de informática, nas escolas, era algo relativamente recente e, apesar de existirem alguns softwares educacionais disponíveis no mercado, o município não se interessou por nenhuma das soluções que haviam sido propostas. Atualmente, o projeto Conexão do Saber é utilizado por seis municípios no estado de São Paulo. O projeto Conexão do Saber é constituído de dois grupos de conteúdo educacional: módulos e jogos educacionais [MENEGHEL 2003], que serão mais bem definidos nos capítulos seguintes.

Nos últimos anos, tem-se presenciado uma grande expansão de diferentes TICs, as quais são associadas diretamente aos computadores e à Internet. Porém, o simples acesso a estas tecnologias não é o mais importante, mas sim a criação de softwares educacionais que permitam um melhor aproveitamento das informações disponíveis [MORAES 1997].

Partindo desta necessidade, este trabalho propõe um processo¹ otimizado para a produção de módulos educacionais², como uma proposta de software educacional a ser instalado nos laboratórios de informática das escolas. Esta proposta visa o desenvolvimento de um software educacional que esteja de acordo com a realidade dos alunos e dos professores. Para que isto ocorra, este processo otimizado possibilita a participação ativa do professor da sala de aula na maioria das etapas de desenvolvimento dos módulos educacionais.

1.1.3. O Projeto Conexão do Saber

O projeto Conexão do Saber surgiu em 2003 como extensão das atividades desenvolvidas pelo LARCOM (Laboratório de Redes de Comunicações da Faculdade de Engenharia Elétrica e Computação da UNICAMP) junto ao projeto PGL (*Partnership in Global Learning*) para o grupo de pesquisa formado na UNICAMP (Universidade Estadual de Campinas); o termo PGL será detalhado na seção 2.4. Dentre as atividades, uma de maior abrangência foi o estudo de

¹ Processo é uma sequência coerente de atividades que objetiva o desenvolvimento ou evolução de sistemas de *software*.

² Módulo é o conjunto de atividades interativas e lúdicas com o intuito de complementar e/ou avaliar um conteúdo já desenvolvido com os alunos em sala de aula. Maiores detalhes serão apresentados no capítulo 4 deste trabalho.

soluções educacionais que poderiam ser embutidas em grandes projetos de redes metropolitanas.

Os principais objetivos do projeto Conexão do Saber são: desenvolvimento de conteúdo didático multimídia, chamado módulo educacional digital; desenvolvimento de jogos educacionais; estudo e implantação do sistema para gerenciamento e distribuição dos conteúdos através da Internet; formação de professores do Ensino Fundamental e Educação Infantil para confecção e utilização dos módulos e jogos educacionais; formação de técnicos em informática para auxiliar o professor na aplicação dos módulos e jogos educacionais.

Em 2003 o projeto Conexão do Saber estava implantado em apenas um município. A partir de 2004, outros municípios foram agregados ao projeto, o que ocasionou um aumento significativo na quantidade de módulos educacionais a serem produzidos, levando a necessidade de uma melhor sistematização do processo de desenvolvimento. Esta necessidade decorreu de alguns fatores como:

- Aumento da equipe de produção de conteúdos, formada pelos professores municipais, e da equipe de desenvolvimento, a qual é formada por programadores, desenhistas e revisores.
- Delimitação das atividades para cada membro da equipe de desenvolvimento;
- Estabelecimento de um formato para o envio dos conteúdos confeccionados, pelos professores municipais para a equipe de desenvolvimento, visando uma melhor compreensão dos módulos para esta equipe;

Sendo assim, em 2004, iniciamos um estudo em busca de um processo para a produção eficiente dos módulos educacionais e, por volta de 2006, formalizamos e implantamos o processo otimizado para a produção de módulos educacionais. Este processo traz consigo alguns padrões de desenvolvimento já estabelecidos pela engenharia de software e alguns padrões que foram

estabelecidos conforme a experiência adquirida por meio do trabalho desenvolvido com os municípios.

Com esta formalização, foi possível especificar um sistema de controle de produção de módulos educacionais que permite: **controlar a alocação** de conteúdos; **controlar a entrega** de conteúdos; **criar uma identificação única** para cada conteúdo entregue; **controlar a prioridade** de produção conforme prazos de entrega estabelecidos na análise de requisitos; **controlar as correções** solicitadas pelas equipes de revisão; **possibilitar, ao professor, o acompanhamento da produção** do seu módulo; **controlar a revisão final do módulo**, a qual deve ser feita pelo professor que desenvolveu o conteúdo; **possibilitar um maior controle de produtividade** das equipes envolvidas no processo de produção; **atribuir atividades** para cada membro da equipe, eliminando, desta forma, atrasos em correções de módulos; **gerenciar as versões** do módulo educacional desenvolvido.

1.2. Motivação e Justificativa

Uma das principais motivações para este trabalho foi a necessidade de sistematizar um processo de desenvolvimento para módulos educacionais que fosse adequado ao contexto de produção do projeto Conexão do Saber, conforme características apresentadas na seção 1.1.3.

1.3. Objetivo da Pesquisa

No desenvolvimento do projeto Conexão do Saber, dois elementos tornaram-se fundamentais na construção da plataforma pedagógica disponibilizada aos professores e alunos: os módulos e os jogos educacionais. A definição formal destes elementos será dada no capítulo 2 e no Anexo B deste trabalho, respectivamente.

Foi na experiência de construção dos módulos educacionais que a principal motivação para a realização deste trabalho apareceu. O processo de desenvolvimento dos módulos demonstrou ser de baixa eficiência, acarretando

assim a busca por um processo de desenvolvimento que se adaptasse às necessidades de construção dos módulos educacionais, mantendo um alto padrão de qualidade, possibilitando uma diminuição no tempo de desenvolvimento e um maior envolvimento do professor no processo de produção dos módulos educacionais. Tornou-se uma necessidade premente e passou a ser o principal objetivo deste trabalho.

1.4. Desenvolvimento do Trabalho

Com a aplicação deste processo otimizado para a produção de módulos educacionais, pretendemos demonstrar que é possível fazer uma tradução dos processos de engenharia de software, de forma a adequá-los à produção de softwares educacionais em forma de módulos educacionais que contemplem tanto características pedagógicas quanto computacionais sem que ocorram perdas em nenhuma dessas vertentes.

A discussão deste trabalho está dividida em sete capítulos e três anexos. O capítulo 2 fará a apresentação de algumas arquiteturas de desenvolvimento de módulos educacionais, além de apresentar o PGL (*Partnership in Global Learning*), que foi o projeto que deu origem ao Conexão do Saber. Os padrões para desenvolvimento de software serão apresentados no capítulo 3. O processo otimizado para a produção de módulos educacionais, o qual é o foco deste trabalho será apresentado no capítulo 4. O capítulo 5 tem como enfoque os resultados e aplicações decorrentes do processo otimizado para a produção de módulos educacionais. As considerações finais e os trabalhos derivados da proposta deste trabalho serão apresentados no capítulo 6. O capítulo 7 traz as referências bibliográficas utilizadas neste trabalho. O anexo A apresenta a especificação do sistema de controle de produção, resultante do processo que desenvolvemos. Alguns conceitos sobre o desenvolvimento de Jogos Educacionais e o processo desenvolvido para a produção de jogos educacionais temáticos serão apresentados no anexo B. O anexo C apresenta os trabalhos afins publicados pelo autor.

CAPÍTULO 2 – Arquiteturas de Desenvolvimento de Ferramentas Educacionais

2.1. Introdução

O estudo e a pesquisa de arquiteturas de desenvolvimento de software, em particular de software educacional, é fundamental na busca de processos de desenvolvimento que agilizem a produção e incrementem a qualidade das ferramentas educacionais, de forma que estas possam atender requisitos pedagógicos e tecnológicos exigidos pelos educadores. Com este propósito, serão apresentadas, ao longo das próximas seções, algumas arquiteturas de desenvolvimento para ferramentas educacionais com o enfoque na produção de módulos educacionais, encontradas na literatura.

Este capítulo apresenta, na seção 2.2, uma breve definição de módulos educacionais, para que o leitor possa se familiarizar com o conceito. A seção 2.3 traz a apresentação e análise de algumas arquiteturas, encontradas na literatura, para o desenvolvimento de ferramentas educacionais com enfoque no desenvolvimento de módulos educacionais. O envolvimento do usuário no processo de desenvolvimento de software será apresentado na seção 2.4. A seção 2.5 apresenta as regras para produção de conteúdo educacional trazidas do projeto PGL, a seção 2.6 apresenta uma análise das propostas de processos apresentadas e, por fim, a seção 2.7 apresenta algumas considerações sobre o que foi discutido neste capítulo.

2.2. Definição de Módulos Educacionais

Segundo Barbosa et al. [2003], módulos educacionais são unidades concisas de estudo, compostas por conteúdos teóricos integrados a atividades práticas e avaliações, cuja disponibilização aos aprendizes é apoiada por recursos tecnológicos e computacionais. Os componentes de um módulo educacional, segunda a autora, podem ser visualizados na figura 2.1, a seguir:

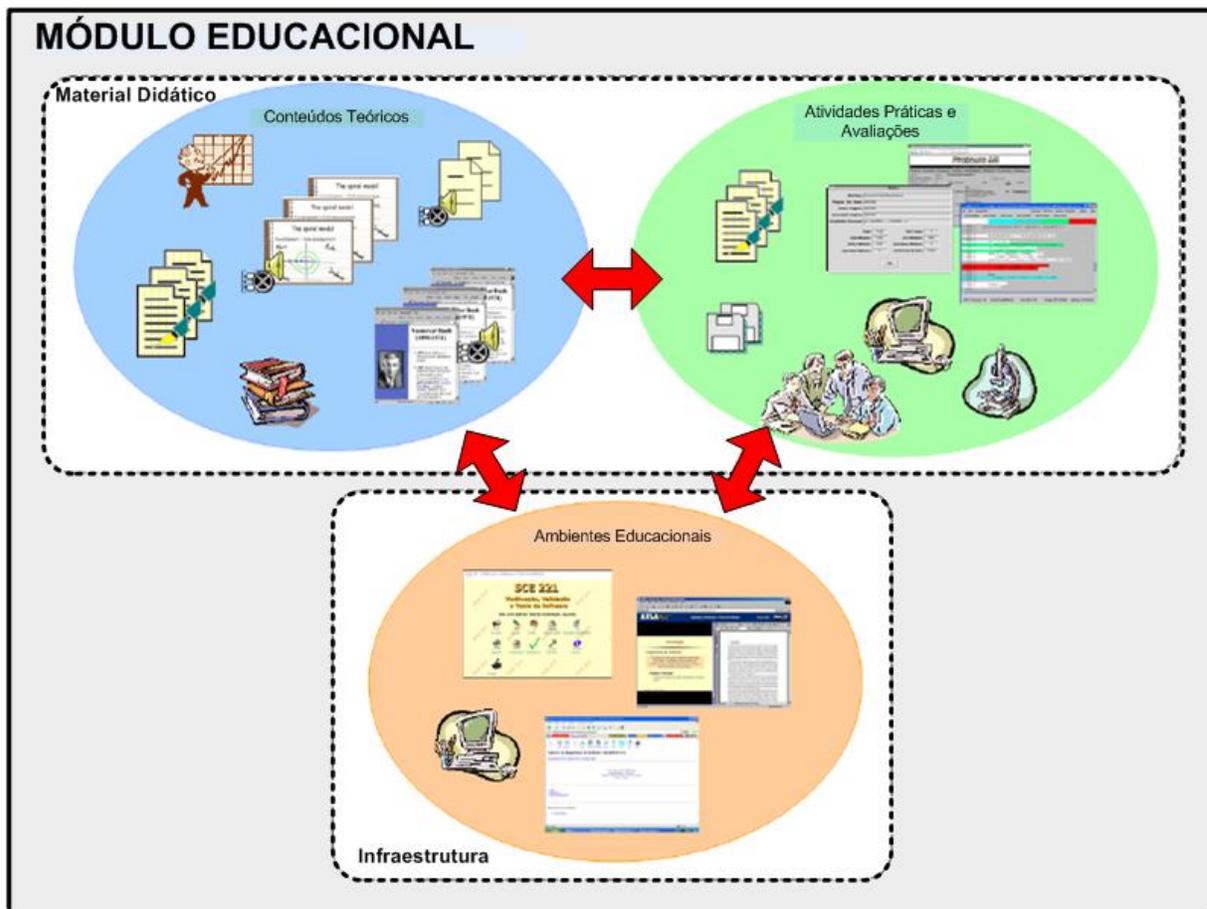


Figura 2.1. Componentes de um módulo educacional, segundo Barbosa [2004].

Uma característica dos módulos educacionais, segundo Barbosa [2004], é a de serem unidades independentes passíveis de reutilização em diferentes cenários e contextos de ensino e formação, atendendo a diversos perfis de aprendizes com objetivos de aprendizado distintos.

Conforme é apresentado na figura 2.1 o material didático de um módulo educacional é constituído por conteúdos teóricos e conteúdos práticos. Conteúdos teóricos são livros, artigos, referências web, entre outros. Os conteúdos práticos são caracterizados em função das atividades e avaliações conduzidas e de seus produtos resultantes.

Os conteúdos práticos e teóricos são combinados e disponibilizados aos aprendizes por meio de ambientes e sistemas educacionais que formam a infraestrutura necessária para esta disponibilização.

2.2.1. Módulos Educacionais e Objetos Educacionais

Segundo Melo et al. [2003], citado por Barbosa [2004], módulos educacionais podem ter seu desenvolvimento baseado na combinação de blocos de conteúdo, os quais podem ser utilizados várias vezes por mais de um autor, em sequências e com objetivos diferentes. Essas unidades, que podem ser chamadas de “autossuficientes” e reutilizáveis em diferentes contextos, têm sido chamadas de Objetos Educacionais (*Learning Objects*³- LOs) [TSAI 2006], [WILEY 2000], [IEEE Std 1484.12.1 - 2002].

No decorrer do estudo realizado para este trabalho, encontramos algumas definições para objetos educacionais, dentre as quais podemos destacar a definição feita pelo IEEE. Esta define os objetos educacionais como entidades digitais ou não que podem ser usadas e reutilizadas durante um processo de suporte tecnológico ao ensino e à aprendizagem. Segundo Wiley [2000], a principal ideia dos objetos educacionais é a de quebrar o conteúdo educacional em pequenos pedaços, os quais podem ser reutilizados em vários ambientes educacionais.

Existem alguns processos propostos para o desenvolvimento de objetos educacionais, porém, como já foi dito na introdução deste trabalho, nosso enfoque está em processos para o desenvolvimento de módulos educacionais.

Devido à proximidade das definições de módulos e de objetos educacionais, algumas características do processo de produção de módulos educacionais, apresentadas no capítulo 4, podem ser adaptadas ao processo de desenvolvimento de objetos educacionais. Porém não é nossa intenção garantir a característica de reusabilidade, que é relevante no desenvolvimento de objetos educacionais.

³ Qualquer entidade, digital ou não, que pode ser utilizada para aprendizagem, educação e formação. IEEE 1484.12.1- 2002, julho 2002, IEEE Learning Technology Standards Committee (LTSC).

2.3. Desenvolvimento de Ferramentas Educacionais

Existem, atualmente, algumas iniciativas para a padronização do processo de desenvolvimento de ferramentas educacionais, as quais trazem consigo a busca por melhores resultados e maior satisfação dos usuários. Esta seção objetiva apresentar alguns dos padrões, encontrados na literatura, com enfoque nas características que devem ser observadas no desenvolvimento de módulos educacionais.

2.3.1. Padrão de desenvolvimento proposto por Barbosa [2004]

O primeiro padrão de desenvolvimento de módulos educacionais a ser analisado será o que foi proposto por Barbosa [2004] em sua tese de doutoramento, baseado no padrão de desenvolvimento de software ISO/IEC 12207 e no padrão para equipes geograficamente dispersas, proposto por Maidantchik [1999]. A figura 2.2 ilustra a estrutura geral do processo para o desenvolvimento de módulos educacionais proposto por Barbosa [2004]. Ao observarmos esta figura, é possível verificar como foi realizada a combinação do padrão ISO/IEC 12207 e do padrão para equipes geograficamente dispersas resultando no processo para o desenvolvimento de módulos educacionais. Para melhor explicar esta combinação, observamos:

- Os processos em laranja foram extraídos da norma ISO/IEC 12207;
- Os processos em verde foram extraídos e adaptados a partir do processo padrão para equipes geograficamente dispersas e,
- Os processos em azul são específicos ao contexto de módulos educacionais.

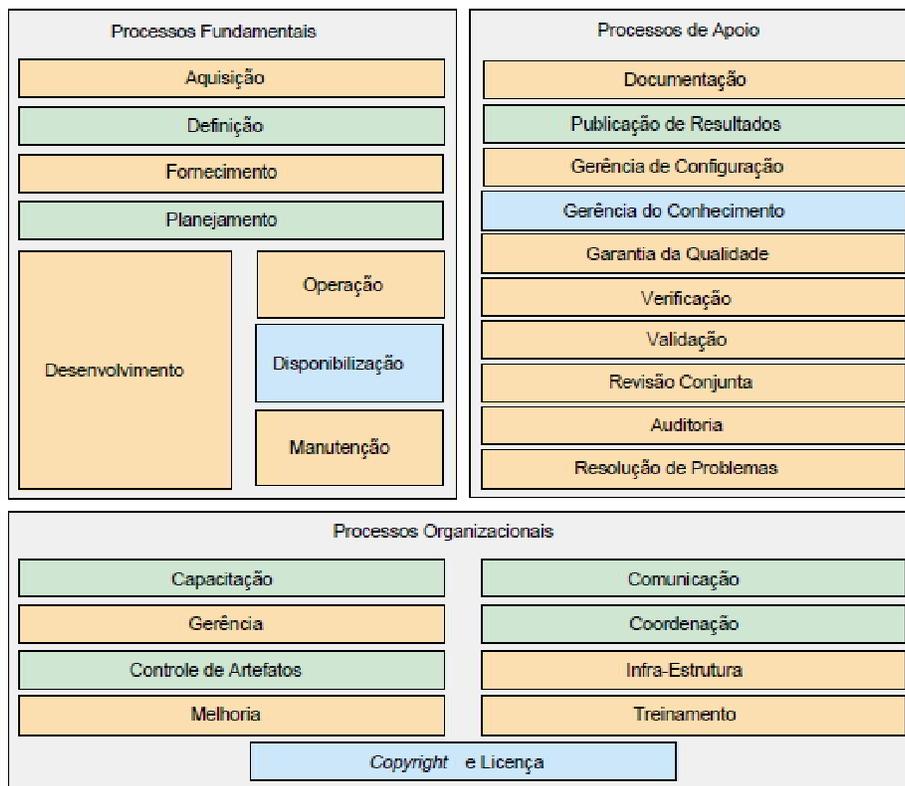


Figura 2.2. Padrão de desenvolvimento proposto por Barbosa [2004].

Neste processo de desenvolvimento, as atividades do ciclo de vida de um módulo educacional são estabelecidas por meio de três classes de processos: Processos Fundamentais, Processos de Apoio e Processos Organizacionais.

Os **Processos Fundamentais** são responsáveis por estabelecer as principais atividades e tarefas a serem realizadas durante o ciclo de vida do produto. No contexto de produção de software, podemos destacar vários modelos como cascata, prototipagem, incremental, espiral, entre outros. Os processos fundamentais que fazem parte deste padrão são:

- *Aquisição*: atividades e tarefas a serem realizadas pelo adquirente, aquele que tem a necessidade de obter um módulo educacional;
- *Fornecimento*: atividades e tarefas do fornecedor do módulo educacional;

- *Desenvolvimento*: atividades e tarefas que compõem o ciclo de vida de desenvolvimento do produto;
- *Operação*: atividades e tarefas do operador, abrangendo a operação do módulo educacional e o suporte operacional aos usuários;
- *Disponibilização*: atividades e tarefas do instrutor do módulo educacional. Estabelecidas especificamente no contexto de produção de módulos educacionais, não possuindo atividades e tarefas correspondentes na norma ISO/IEC 12207.
- *Manutenção*: atividades e tarefas do mantenedor do módulo educacional. Ocorrem conforme a necessidade apresentada pelo sistema, que seriam correções, implantação de novos processos e possíveis modificações.

Os **Processos de Apoio** são responsáveis por estabelecer as atividades e tarefas de suporte aos outros processos do ciclo de vida do módulo educacional. Foram definidos dez processos de apoio:

- *Documentação*: são estabelecidas atividades necessárias para o registro das informações produzidas ao longo do ciclo de vida do módulo educacional;
- *Publicação dos Resultados*: responsável pela publicação dos resultados decorrentes das atividades do ciclo de vida do módulo;
- *Gerência de Configuração*: é responsável pela aplicação de procedimentos técnicos e administrativos a fim de identificar e definir os itens de configuração do módulo;
- *Gerência do Conhecimento*: responsável por tratar dos aspectos pertinentes ao gerenciamento e controle do conhecimento sob o qual o módulo está fundamentado;
- *Garantia da Qualidade*: responsável pelas atividades conduzidas, a fim de garantir que os processos e produtos do módulo estejam em conformidade com os requisitos especificados e com os planos estabelecidos;

- *Verificação*: responsável por estabelecer as atividades para verificação do módulo educacional, sendo utilizado para determinar se os subprodutos de uma atividade atendem completamente os requisitos ou às condições impostas em atividades anteriores;
- *Validação*: responsável por estabelecer as atividades para validação do módulo educacional, sendo utilizado para determinar se o produto final atingiu os requisitos especificados;
- *Revisão Conjunta*: responsável por avaliar o estado e os subprodutos de uma atividade de projeto;
- *Auditoria*: define as atividades para determinar a adequação do módulo aos requisitos, aos planos e ao contrato, quando apropriado;
- *Resolução de Problemas*: estabelece um processo para analisar e resolver os problemas encontrados durante a execução dos outros processos, identificando ainda tendências de novas ocorrências.

Os **Processos Organizacionais** referem-se às características, capacitação, recursos e infraestrutura das organizações que desenvolvem módulos educacionais, sendo empregados com o objetivo de estabelecer e implantar a estrutura necessária para a condução das tarefas estabelecidas pelos demais processos. Foram definidos nove processos organizacionais:

- *Capacitação*: é responsável pela determinação e avaliação da capacidade de cada equipe de desenvolvimento por meio da identificação de recursos humanos, computacionais e econômicos;
- *Comunicação*: são abordados todos os aspectos do desenvolvimento que requerem a troca de informações entre as equipes de trabalho;
- *Gerência*: são estabelecidas as atividades genéricas aplicáveis no gerenciamento de um dado processo;
- *Coordenação*: são estabelecidas as atividades para coordenar as equipes de desenvolvimento;
- *Controle de Artefatos*: refere-se às atividades para controlar a produção e a integração dos artefatos (subprodutos) elaborados pelas equipes de desenvolvimento;

- *Infraestrutura*: é responsável por definir as atividades para estabelecer e manter a infraestrutura necessária para a execução dos demais processos;
- *Melhoria*: são estabelecidas as atividades básicas que a organização deve executar a fim de estabelecer, avaliar, medir, controlar e melhorar os processos de ciclo de vida do módulo educacional;
- *Treinamento*: é responsável por estabelecer as atividades referentes à melhoria do conhecimento das equipes de desenvolvimento;
- *Copyright e Licença*: é responsável por tratar as atividades que estabelecem a propriedade intelectual sobre o módulo e os detalhes para sua utilização, modificação e distribuição.

O processo de desenvolvimento proposto por Barbosa [2004] apresenta uma preocupação não apenas com padrões para a produção do produto “módulo educacional”, mas também de detalhes organizacionais e de apoio, os quais dão o suporte necessário para a obtenção de um módulo com qualidade em todos os aspectos da produção.

2.3.2. Processo de desenvolvimento proposto por Cristian [2003]

O processo de desenvolvimento proposto por Cristian [2003] foi experimentado no *Space Telescope Science Institute (STScI)* e contou com a participação de cientistas do instituto e também de cientistas externos.

O processo de desenvolvimento tem seu início com uma avaliação das necessidades dos usuários e, após esta avaliação, é possível ter uma definição clara dos objetivos a serem alcançados com a criação do produto e também do método de desenvolvimento a ser usado para assegurar as necessidades estabelecidas inicialmente. Para melhor visualizar este processo, observe a figura 2.3.

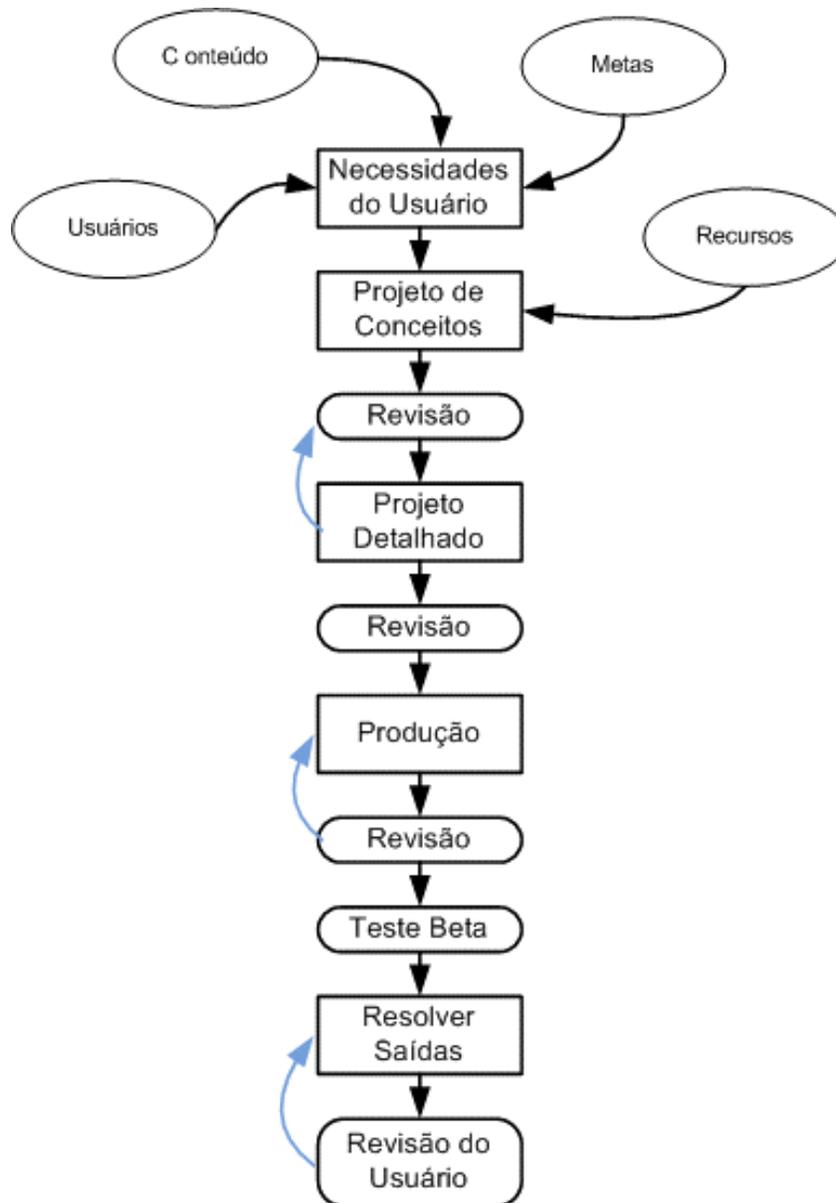


Figura 2.3. Padrão de desenvolvimento proposto por Cristian [2003]

Ao observarmos a figura 2.3, percebemos que o padrão de desenvolvimento proposto é dividido em algumas etapas, as quais detalharemos, a seguir:

- **Necessidades dos Usuários:** Nesta etapa, é feito o levantamento das necessidades do usuário. É importante ressaltar que, neste primeiro momento, possivelmente não teremos uma definição clara destas

necessidades e o método, aplicado ao desenvolvimento, deve prever possíveis mudanças.

- **Projeto de Conceitos:** Tendo definido as necessidades, é possível, à equipe de produção, formular elementos específicos do produto. Sendo assim, nesta etapa é feita uma especificação das funcionalidades gerais do produto, levando em consideração os conteúdos didáticos a serem abordados, as funcionalidades que correspondem às atividades pedagógicas e os métodos de avaliação a serem incorporados.
- **Projeto Detalhado e Planejamento da Produção:** Nesta etapa, a equipe de desenvolvimento faz uma revisão do que foi gerado durante a etapa *Projeto de Conceitos* e identifica as ferramentas, dados e informações do produto a ser desenvolvido. Desta forma, é possível prever a complexidade do desenvolvimento do produto solicitado. O projeto detalhado descreve a aparência, logística básica e o layout básico do produto e algumas vezes são criados protótipos de alguma ferramenta particular para testar a aplicabilidade do produto. Nesta fase, também são especificadas as interfaces com recursos externos, por exemplo, a interface com bancos de dados.
- **Produção:** Nesta fase, o líder de produção conduz a execução e o plano de produção. Esta condução implica em uma revisão periódica do que está sendo produzido e na possibilidade de correção do conteúdo e material proposto durante o desenvolvimento. Normalmente, nesta etapa, os usuários são chamados para monitorar a produção e o processo de revisão.
- **Teste:** Este padrão foi planejado prevendo vários estágios de teste, incluindo teste “alpha”, que prevê a revisão do conteúdo, projeto, enfoque pedagógico, funcionalidade e usabilidade e teste “beta”, que prevê o teste por usuários externos ao ambiente de desenvolvimento.

Todo o processo, aqui detalhado, teve o acompanhamento constante dos cientistas do instituto *Space Telescope Science Institute (STScI)* em todas as

etapas, o que resultou na obtenção de produtos com alto nível de integridade, exatidão científica e profissionalismo, segundo Cristian [2003].

O processo apresentado nesta seção tem como principal característica o envolvimento dos usuários finais durante toda a produção do módulo de aprendizagem. Esta participação auxilia na obtenção de um produto que atenda de maneira satisfatória às necessidades do usuário final.

2.3.3. Processo de desenvolvimento proposto por Huang [2004]

O processo proposto por Huang [2004] é voltado para o desenvolvimento de módulos educacionais interativos e é composto por cinco etapas, conforme é demonstrado na figura 2.4.



Figura 2.4. Padrão de desenvolvimento proposto por Huang [2004]

As cinco fases que compõem este processo são detalhadas por Huang [2004], conforme segue:

- **Fase 1- Fundamento:** esta fase tem por objetivo a compreensão de quem será o público alvo do módulo a ser desenvolvido e como este módulo vai auxiliar na aprendizagem do usuário (quais são os desafios necessários, as necessidades específicas e o tipo de avaliação);
- **Fase 2 – Projeto de Conteúdo:** nesta fase, o módulo é projetado, tendo como ponto de partida a visão do usuário.
- **Fase 3 – Desenvolvimento Multimídia:** fase de construção dos componentes multimídia e interativos utilizando as melhores práticas.
- **Fase 4 – Testes de Usuários:** nesta fase, ocorre a verificação de como os usuários respondem ao módulo.
- **Fase 5 – Melhorias:** nesta fase, o módulo pode ser aperfeiçoado conforme a resposta obtida com o uso.

O processo de desenvolvimento, proposto por Huang [2004], se baseia nas melhores práticas em educação, tecnologia instrucional e interação humano-computador para criar um ambiente de aprendizagem de acordo com as necessidades dos usuários.

Uma das principais características do processo proposto por Huang [2004] é a possibilidade do aperfeiçoamento do módulo após a sua utilização que permite uma evolução do módulo conforme a necessidade do usuário, impossibilitando assim, a existência de módulos desatualizados.

2.3.4. Processo de desenvolvimento proposto por Baruque [2003]

Este processo tem como objetivo projetar conteúdos de e-learning, tendo como base as tecnologias ISD (*Instructional Systems Design*) e LO (*Learning Object*), sendo ISD um conjunto de procedimentos para sistematizar o projeto e desenvolvimento de materiais instrucionais.

Baruque [2003] propôs uma metodologia de desenvolvimento de módulos educacionais baseada em LOs, a qual foi fortemente influenciada por três teorias básicas de aprendizagem: a **comportamentalista** (conhecida como *behaviorismo de Skinner*) que se fundamenta no fato de que a aprendizagem é basicamente uma mudança de comportamento que ocorre por meio de reforços imediatos e contínuos a uma resposta emitida pelo sujeito; a **cognitiva**, que é a integração do conteúdo aprendido numa edificação mental ordenada (Estrutura Cognitiva) e a **construtivista**, na qual o aprendizado é um processo ativo, baseado em conhecimentos prévios do indivíduo e nos que estão sendo estudados. O indivíduo filtra e transforma a nova informação, formula hipóteses e toma decisões, tornando-se um participante ativo no processo de construção de conhecimento. A metodologia proposta é baseada em cinco fases, assim como demonstra a figura 2.5.

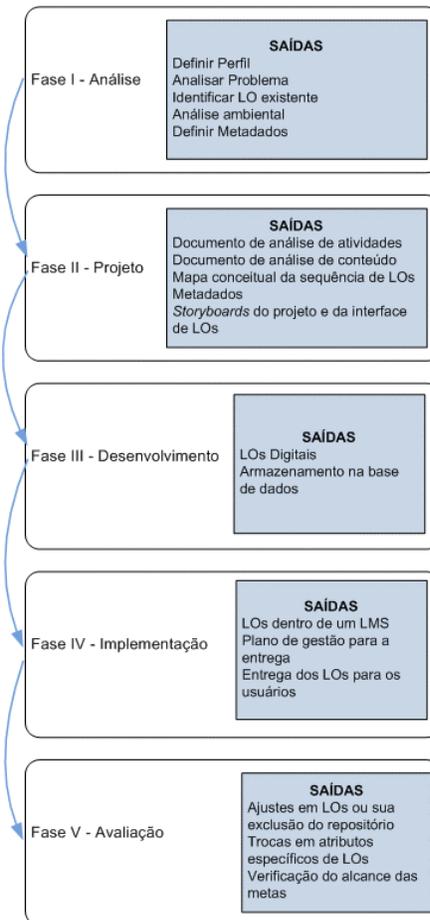


Figura 2.5. Padrão de desenvolvimento proposto por Baruque [2003]

Na **Fase I – Análise** é possível definir os problemas de aprendizagem que serão levados em consideração e o perfil do indivíduo que fará uso dos módulos. Esta fase é muito importante para que seja obtido um sistema personalizado. Nesta fase, são geradas as seguintes saídas:

- Análise do perfil do indivíduo;
- Análise do problema;
- LO existente (se disponível);
- Análise Ambiental;
- Metadados.

Na **Fase II – Projeto** é feito o projeto do conteúdo educacional e também é a fase chamada de “*look-and-feel*”⁴ da interface dos LOs selecionados. São geradas as seguintes saídas:

- Documento de análise de atividades;
- Documento de análise do conteúdo;
- Mapa conceitual da sequência de LOs;
- Metadados;
- *Storyboards* do design da interface de LOs.

Na **Fase III – Desenvolvimento** ocorre a produção dos LOs digitais e seu armazenamento, tendo como saída LOs digitais e o armazenamento destes em uma base de dados.

Na **Fase IV – Implementação** ocorre a entrega das instruções para o usuário. São geradas as seguintes saídas:

- LOs dentro de um LMS (*Learning Management System*⁵) ou de uma página Web para entrega;

⁴ Olhe e sinta

⁵ Sistema de Gerenciamento de Aprendizagem, que seria uma aplicação de software para automatizar a administração, rastreamento e comunicação de eventos de aprendizagem.

- Plano de gestão para a entrega;
- Entrega dos LOs para os usuários.

Na **Fase V – Avaliação** são feitas uma avaliação e uma adequação do que foi entregue. Esta fase gera as seguintes saídas:

- Ajustes em LOs ou sua exclusão do repositório;
- Trocas em atributos específicos de LOs;
- Verificação se o que foi entregue está alcançando as metas de aprendizagem.

O processo proposto por Baruque [2003] é um processo bem estruturado conforme os padrões estabelecidos pela engenharia de software e apresenta saídas bem definidas para cada uma das etapas de desenvolvimento. Outra característica importante é o uso de objetos educacionais, que permite uma maior reusabilidade e interoperabilidade para os módulos desenvolvidos.

2.3.5. Sistema de desenvolvimento proposto por Janicki [2001]

O sistema de desenvolvimento de módulos de aprendizagem WeBTAS surgiu da proposta de pesquisadores que perceberam a falta da integração de práticas pedagógicas a tecnologias de aprendizagem baseadas em web, a qual pode ser observada na produção de tutoriais que apresentam pouco conteúdo educacional [JANICKI 2001].

Este processo combina conceitos de design instrucional para educação e tecnologia instrucional. Os conceitos de design instrucional podem ser observados na figura 2.6(a).

Para que o modelo de desenvolvimento seja baseado em práticas pedagógicas, os conceitos de design instrucional apresentados na figura 2.6(a) devem ser incluídos no *framework*⁶. O fluxo lógico do sistema desenvolvido pode ser observado na 2.6 (b).

⁶ Tem por objetivo capturar a funcionalidade comum a várias aplicações.

O sistema WeBTAS apresenta cinco conceitos de aprendizagem embutidos no processo de autoria para o desenvolvimento de módulos de aprendizagem, sendo que cada um torna-se uma etapa no processo de autoria dos módulos educacionais. Estes conceitos são:

- **Definição dos objetivos de aprendizagem:** É solicitado, ao desenvolvedor, a definição dos objetivos de aprendizagem do módulo a ser construído, assim como é feito em um plano de aula;

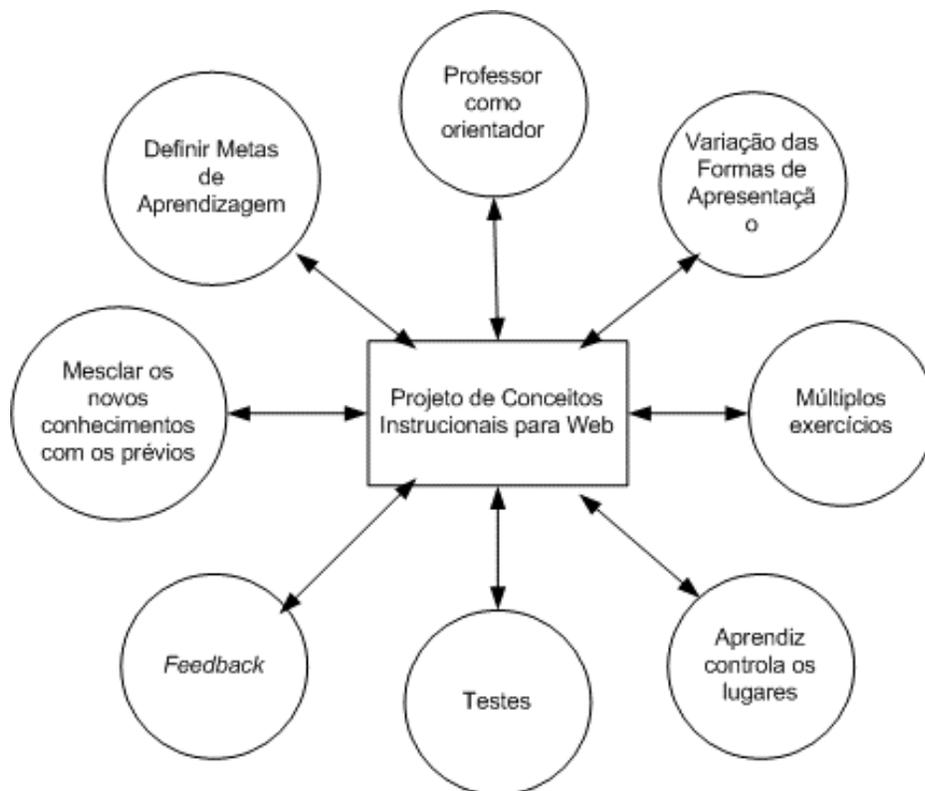


Figura 2.6(a) Conceitos de Projeto Instrucional [JANICKI 2001].

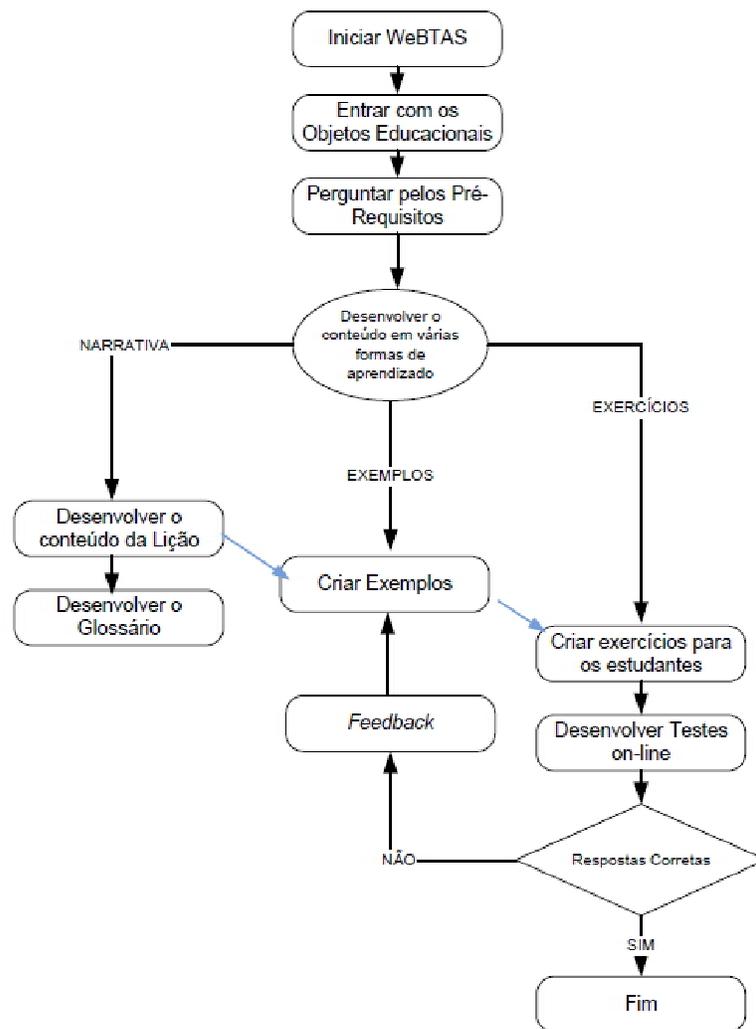


Figura 2.6(b) Fluxo do Sistema de Autoria proposto por Janicki [2001].

- **Listagem dos pré-requisitos:** Um dos pontos de vista da teoria cognitiva é a de que um novo conhecimento é construído a partir da fusão de conhecimentos prévios com novas informações, segundo Hannafin & Peck [1988] citado por JANICKI [2001]. Sendo assim, é solicitado ao desenvolvedor a definição dos pré-requisitos(atualmente, denominado como conhecimentos prévios) que o usuário deve ter antes de iniciar a utilização do tutorial;
- **Disponibilização de três diferentes formas de apresentação do conteúdo educacional:** após definir os objetivos de aprendizagem e os

conhecimentos prévios, é solicitado ao desenvolvedor o desenvolvimento do conteúdo em três diferentes formas de apresentação (narrativa, exemplo e exercícios);

- **Permissão ao aprendiz para controlar a direção do módulo educacional:** é importante possibilitar, ao usuário, o controle da direção do módulo educacional, pois desta forma cada um tem a possibilidade de escolher a melhor forma para estudar o conteúdo proposto;
- **Prever um espaço para provas que permita um *feedback*:** O sistema WeBTAS incorpora formatos de vários testes (verdadeiro / falso, múltipla escolha, resposta curta e correspondência) e possibilita, ao desenvolvedor, inserir questionários, quizzes, e testes de alternativas. Também é possível registrar e rastrear a pontuação em um teste realizado por um usuário individual.

O sistema apresentado nesta seção possibilita ao usuário a criação do seu próprio módulo a partir de padrões já estabelecidos considerando algumas formas de aprendizagem dos alunos. Desta forma temos a possibilidade de uma personalização dos módulos conforme a necessidade de aprendizagem de uma determinada turma ou mesmo de um determinado aluno.

2.4. Envolvimento do usuário no desenvolvimento de software

O envolvimento do usuário no processo de desenvolvimento de software é uma tarefa importante, porém desafiadora [HEISKARI 2009]. Projetistas criam frequentemente novos padrões para o desenvolvimento de software, porém muitas vezes o usuário final, que deveria ser o foco principal para o desenvolvimento é esquecido. [KRAMER 2000]

Segundo Kujala [2003], o “**envolvimento do usuário**” é um termo geral utilizado para descrever a participação do usuário no processo de desenvolvimento de software. Porém não existe uma definição clara para o envolvimento do usuário, embora este termo já tenha sido assunto de diversas discussões e pesquisas.

De acordo com Damodaran [1996], citado por Heiskari [2009], o usuário pode assumir três papéis no processo de desenvolvimento de software: *informativo, consultivo e participativo*.

Os papéis que definem o envolvimento do usuário são definidos como:

- **Informativo:** o usuário é apenas um provedor de informações;
- **Consultivo:** é permitido ao usuário fazer comentários sobre o projeto e procedimentos pré-definidos.
- **Participativo:** o usuário participa ativamente do processo de desenvolvimento e tem poder de decisão sobre o sistema.

A figura 2.7 seguinte apresenta estas formas de envolvimento.

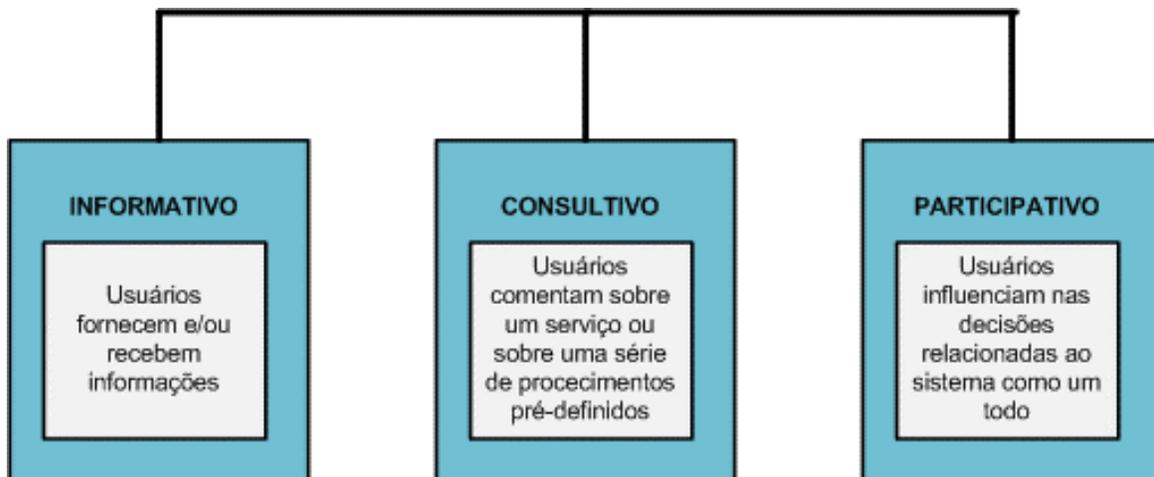


Figura 2.7 Formas de envolvimento do usuário no processo de desenvolvimento.

Segundo Ives [1984], citado por Heiskari [2009], o Grau de envolvimento do usuário se divide nas seguintes categorias:

- **Nenhum envolvimento (*No Involvement*):** Os usuários não estão dispostos ou não são convidados a participar do processo de desenvolvimento;

- **Envolvimento Simbólico (*Symbolic Involvement*)**: Informações dos usuários são requisitadas, porém são ignoradas;
- **Envolvimento através de Conselho (*Involvement by Advice*)**: São solicitadas informações através de entrevistas e questionários;
- **Envolvimento através de um Fraco Controle (*Involvement by Weak Control*)**: Usuários têm a responsabilidade de inserir uma pausa em cada estágio do processo de desenvolvimento do sistema;
- **Envolvimento através da realização (*Involvement by Doing*)**: Os usuários são membros do time de desenvolvimento, ou possuem uma ligação “oficial” com o grupo que fornece informações para o desenvolvimento do sistema;
- **Envolvimento através de um Forte Controle (*Involvement by Strong Control*)**: Dependendo da avaliação feita pelo usuário em relação ao resultado do desenvolvimento, este pode solicitar um novo desenvolvimento mesmo que ultrapasse o orçamento inicial.

Segundo Ståhlbröst [2008], outra forma de diferenciar o grau de envolvimento do usuário é pela divisão em categorias que se referem à responsabilidade deste usuário no processo de desenvolvimento.

A primeira categoria seria o “*Design for*” onde o projeto é feito para o usuário através de teorias gerais e modelos de comportamento que são construídos com o uso de entrevistas ou a utilização de um grupo foco. *With*, que seria a segunda categoria, utiliza dados como preferências, necessidades e exigências do usuário como em um projeto para aproximação. Além disso, este caso inclui uma demonstração de conceitos/soluções diferente para os usuários, que podem reagir a soluções que sejam discrepantes. Na terceira categoria “*by users*”, que seria o “desenvolvido pelo usuário” tem-se a participação ativa do usuário no desenvolvimento do produto.

Várias são as vantagens alcançadas pelo envolvimento do usuário no processo de desenvolvimento de software. Segundo Kujala [2005], o envolvimento do usuário pode levar a uma melhor qualidade dos requisitos, ao aumento da possibilidade de sucesso do projeto e à uma maior satisfação do

usuário. Damodaran [1996], através de alguns estudos, demonstrou que o envolvimento efetivo do usuário no processo de desenvolvimento apresenta certas vantagens, como as listadas a seguir:

- Melhora da qualidade do sistema, pois as exigências dos usuários são mais precisas;
- Previne custos desnecessários, pois não serão implementadas funções dispensáveis para o usuário;
- Aumenta o nível de aceitação do sistema;
- Melhora o entendimento do sistema pelo usuário, resultando em um uso mais efetivo;
- Aumento da participação nas decisões da organização.

Segundo Damodaran [1996], as formas mais comuns de envolvimento do usuário podem ser definidas por meio de:

- Um grupo de pessoas que coordena;
- Um grupo de pessoas do time de desenvolvimento;
- Um grupo de pessoas para resolução de problemas;
- Consultoria individual ou em grupo;
- Participante no uso de protótipos ou simulações;
- Garantia na qualidade dos procedimentos;

2.4.1. O Envolvimento do Usuário no Desenvolvimento de Software Educacional

Segundo Marsico et. al. [2006], a maioria dos esforços existentes para apoiar o projeto, preparação e desenvolvimento de aplicações de e-learning acessíveis propõe diretrizes com relação a aspectos técnicos e deixam de lado o interesse dos principais usuários que seriam os estudantes e os especialistas em didática que preparam os conteúdos. Para solucionar este problema, este autor faz uma proposta de desenvolvimento de ambiente de aprendizagem no qual o *design* é

centrado no aluno. Para esta proposta foi necessário compor uma equipe de desenvolvimento com especialistas em educação e especialistas que saibam identificar as reais necessidades dos usuários, possibilitando, assim, a participação de estudantes para o teste dos protótipos intermediários.

O diagrama que representa o ciclo de vida do processo, apresentado por Marsico et. al. [2006], pode ser visualizado na figura 2.8, a seguir:

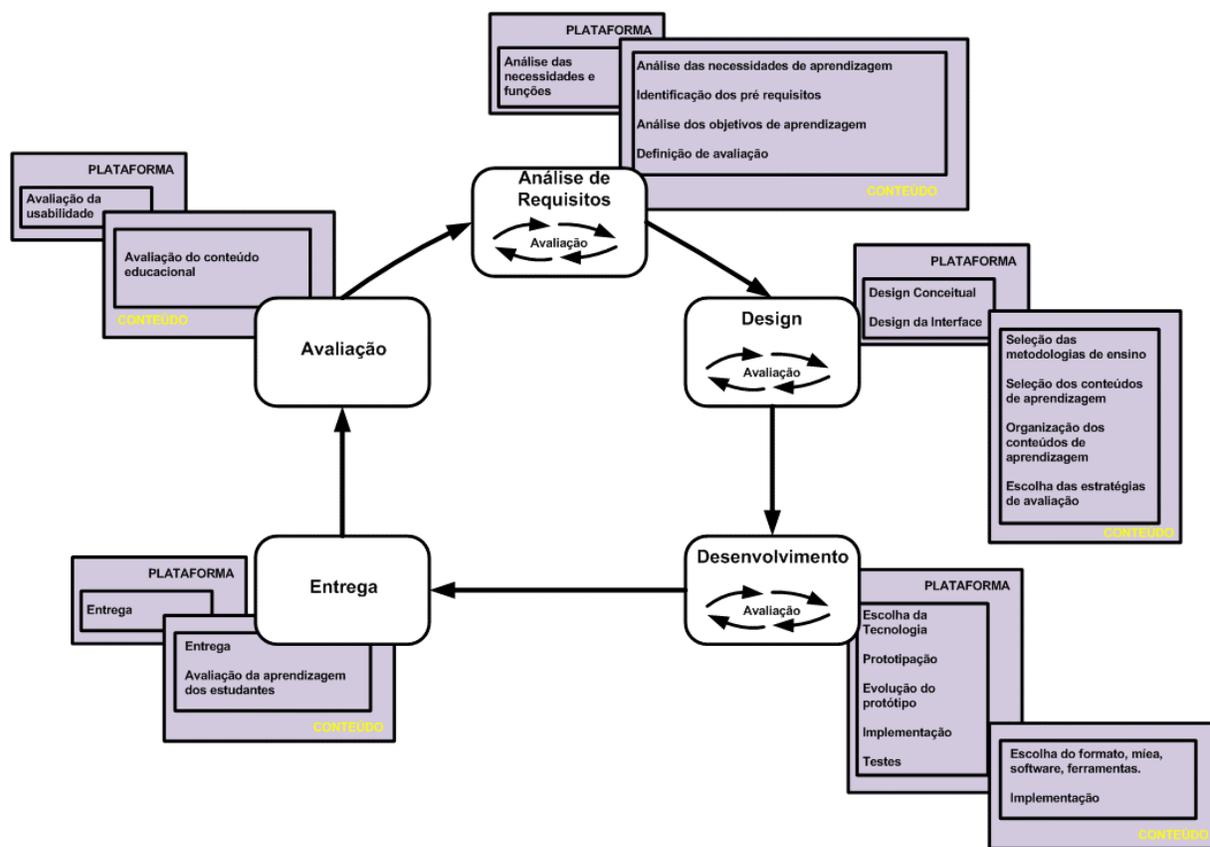


Figura 2.8 Ciclo de Vida do Padrão de Desenvolvimento de Software Educacional Marsico et. al. [2006].

As etapas do ciclo de vida do processo de desenvolvimento são: Análise de Requisitos, Projeto, Desenvolvimento, Entrega e Avaliação.

Para a etapa de **Análise de Requisitos**, é necessária a participação de especialistas multidisciplinares (especialistas de domínio, especialistas pedagógicos, desenvolvedores instrucionais, professores e estudantes). Estes especialistas devem ser envolvidos em uma situação real de aprendizagem em

uma instituição ou organização para que os requisitos relacionados aos aspectos pedagógicos possam ser relatados com atividades típicas de aprendizagem, comunicação, apresentação de conteúdo e avaliação.

A etapa de **Projeto** é realizada com a participação de uma equipe multidisciplinar, assim como foi realizado na etapa de análise de requisitos. A partir das exigências coletadas na etapa anterior é possível identificar as melhores soluções para o desenvolvimento de um ambiente no qual o foco é o usuário. Para isto é necessário envolver especialistas em acessibilidade no time de projeto, para que seja possível desenvolver uma interface fácil de utilizar.

No **Desenvolvimento** desta plataforma para e-learning, as escolhas tecnológicas não devem guiar o processo do projeto e da implementação. Ao invés disso, é necessário identificar a melhor ferramenta para implementar os serviços solicitados. A melhor contribuição nesta escolha pode vir dos professores, pois estes conhecem as necessidades dos estudantes e podem sugerir a melhor ferramenta.

Depois de **Entregue** a plataforma, uma **Avaliação** deve ser realizada para a averiguação da eficácia do produto desenvolvido. Para esta etapa é solicitada uma avaliação por parte dos estudantes e dos professores.

2.5. Metodologia PGL para o Desenvolvimento de Conteúdos Digitais

O PGL - *Partnership in Global Learning* é uma iniciativa de escopo internacional, projetada para produzir *e-learning*⁷ em uma escala global [LEARNING 2005]. O projeto estabelecia um programa de colaboração entre as seguintes universidades: a **Universidade da Flórida** (UF/USA), a **Universidade Estadual de Campinas** (UNICAMP/Brasil), a **Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro** (PUC-RJ/Brasil), a **Fundação Getúlio Vargas** (FGV/Brasil) e o **Instituto de Tecnologia de Monterrey** (ITESM/México). Os principais objetivos do PGL eram:

⁷ Ensino com auxílio da tecnologia.

- Criar uma infraestrutura capaz de dar suporte ao desenvolvimento de um programa de ensino a distância entre as instituições participantes;
- Trazer contribuições para um aprendizado tecnologicamente avançado e distribuído em escala global e qualificar professores do Ensino Fundamental e Médio para inovar o sistema educacional.

Inicialmente, a intenção do PGL era produzir conteúdo somente para as áreas de ciências e matemática, porém, com o decorrer dos estudos, percebeu-se a necessidade de abranger todo o conteúdo do currículo escolar.

O projeto consiste em três fases principais denominadas: *PGL Module*, *PGL Process* e *PGL Training*, assim como demonstra a figura 2.9.

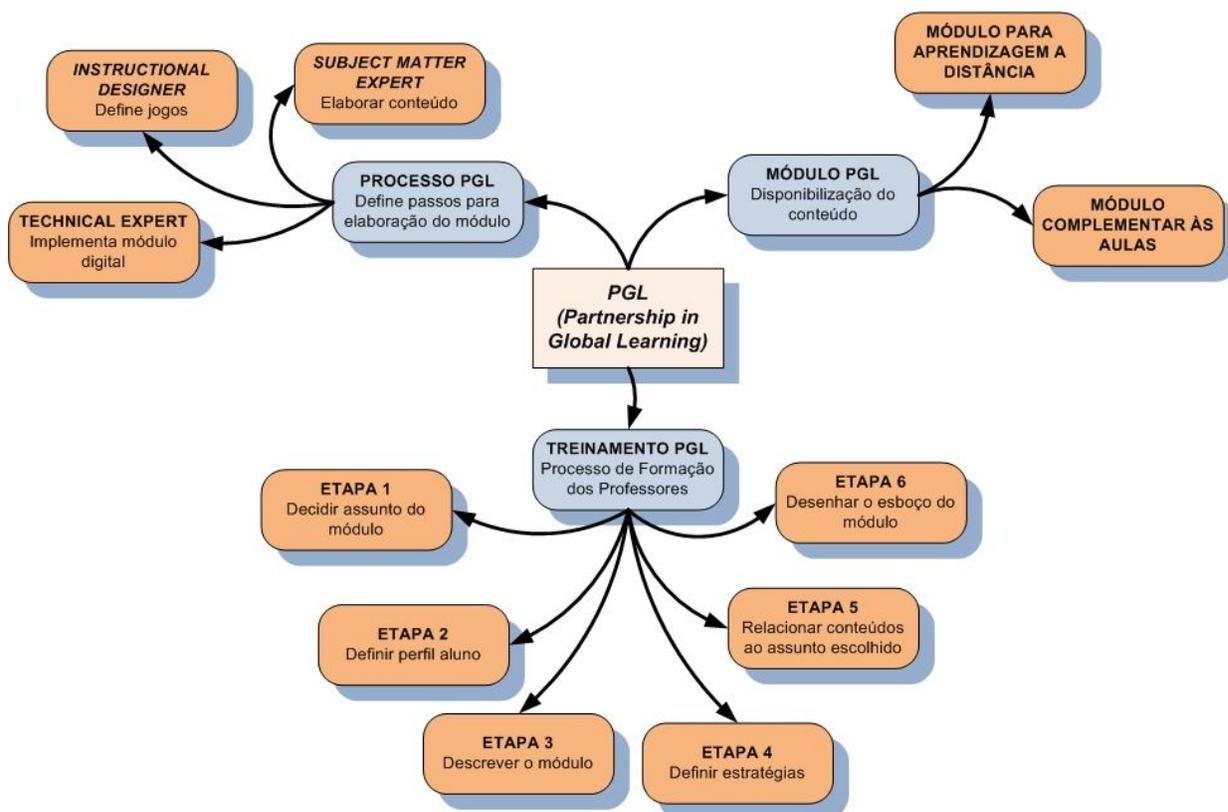


Figura 2.9. Fases da metodologia PGL.

A fase **PGL MODULE (MÓDULO)** descreve como o conteúdo do módulo será disponibilizado aos alunos. São propostos dois tipos de módulos:

- **Módulo de aprendizagem à distância:** Neste módulo o aluno tem todo material e recursos necessários para fazer o módulo totalmente à distância. O conteúdo está disponível através do uso de multimídia, atividades interativas e representação visual do conteúdo.
- **Módulo complementar às aulas presenciais:** Este módulo pode ser utilizado pelo professor em uma atividade extra-aula, no laboratório de informática da escola ou em casa, como um complemento às aulas presenciais.

A fase **PGL PROCESS (PROCESSO)** descreve o processo que a equipe deve seguir para a elaboração do projeto de um módulo. A equipe do projeto PGL é composta pelos seguintes profissionais: *Subject Matter Expert*, *Instructional Designer* e *Technical Expert*. A descrição das atividades de cada um destes profissionais é feita a seguir:

- O **Subject Matter Expert**, também conhecido como conteudista⁸ ou professor conteudista, é o profissional que tem o domínio do conteúdo do módulo e fornece o material do módulo em qualquer formato como texto, imagem, fotografia, ilustrações, vídeos ou áudio, para os demais membros da equipe;
- O **Instructional Designer**, também chamado de projetista, é um profissional com várias habilidades, responsável pela modelagem instrucional e computacional e por fazer a intermediação entre os especialistas em conteúdo e os profissionais de informática. Este profissional revisa o conteúdo do módulo e, com base em algumas informações, como por exemplo, o perfil dos alunos, faz sugestões de como utilizar a tecnologia para melhor atender aos objetivos do módulo;
- O **Technical Expert** é o profissional da área de informática com conhecimentos e habilidades para trabalhar com várias tecnologias. Com

⁸ Conteudista: professor responsável pela produção de conteúdos para os módulos educacionais

este conhecimento, o profissional de informática é capaz de desenvolver e implementar o conteúdo do módulo para ser disponibilizado na Internet.

A fase **PGL TRAINING (TREINAMENTO)** tem como principal objetivo a formação de professores para utilizar a metodologia PGL na elaboração do projeto de um módulo. Durante este treinamento, as etapas a serem seguidas para a produção do conteúdo são passadas para o professor conteudista. Estas etapas estão listadas, a seguir:

- **Etapa 1 – Decidir o assunto a ser abordado no módulo:** Nesta etapa, o conteudista, a partir da sua área de domínio, decide qual assunto será abordado no módulo. A seguir, são listadas algumas perguntas que ajudam o conteudista em sua decisão, possibilitando, desta forma, que o mesmo alcance seus objetivos:
 1. Qual é a sua área de domínio?
 2. Dentro desta área, qual o assunto de seu maior domínio?
 3. Segundo os PCNs (Parâmetros Curriculares Nacionais), qual é a disciplina, a série e o bimestre em que o assunto deste módulo pode ser aplicado?
 4. Este assunto é apropriado para ser disponibilizado em mídia digital? Por quê?
 5. Dê exemplos de imagem, som, animação e outras formas de ilustração.
- **Etapa 2 – Definir o perfil do aluno:** Nesta etapa, o conteudista realiza uma análise do perfil de cada aluno para obter um conhecimento detalhado do público-alvo do módulo a ser desenvolvido.
 1. Qual a faixa etária dos alunos?
 2. Qual a série escolar dos alunos?
- **Etapa 3 – Descrever o módulo:** Nesta etapa, é feita a descrição dos pré-requisitos que o aluno deverá ter para utilizar o módulo, dos

objetivos de aprendizagem e dos mecanismos de avaliação que serão utilizados no decorrer do módulo.

Para descrever os pré-requisitos, o professor identifica quais habilidades e conhecimentos o aluno deve possuir antes do início do módulo.

Nos objetivos de aprendizagem, são definidos os conhecimentos que o aluno deve adquirir durante o módulo e as habilidades que os alunos estarão aptos a fazer após a aplicação do módulo, quando é submetido a uma avaliação.

O projeto PGL propõe três tipos de avaliação: avaliação diagnóstica, avaliação formativa e avaliação somativa:

1. A **avaliação diagnóstica** é aplicada antes de o aluno iniciar o módulo, como uma forma de avaliar seus conhecimentos prévios.
 2. A **avaliação formativa** é aplicada durante o curso com o objetivo de ajudar o professor a identificar se as estratégias e alternativas utilizadas para apresentação do conteúdo estão sendo eficientes e efetivas e, se seus objetivos de aprendizagem estão sendo alcançados.
 3. A **avaliação somativa** é aplicada ao final de cada período de aprendizado e tem o objetivo de avaliar o conhecimento adquirido pelo aluno.
- **Etapa 4 – Definir as estratégias:** Ao elaborar o projeto de um módulo, é de fundamental importância definir, de acordo com o assunto relacionado, o público-alvo e estratégias didáticas adotadas, para isto, são apresentadas algumas perguntas que ajudam nestas definições:
 1. Como será a dinâmica do módulo?
 2. Como o módulo será organizado?
 3. Como estarão distribuídas as atividades durante o módulo?

4. Como o módulo deve ser apresentado para atrair e manter a motivação dos alunos?
5. Que cores utilizar nas páginas?
6. Qual é o nível de vocabulário dos textos?
7. Serão utilizados mais textos, gráficos, animações, imagens, vídeos?
8. Quais atividades ajudarão a avaliar o desempenho?
9. Como o aluno poderá demonstrar que ele entendeu o conteúdo?
10. As atividades estão de acordo com os objetivos de aprendizagem?

- **Etapa 5 – Relacionar conteúdos ao assunto escolhido:** Nesta etapa, aconselha-se fazer pesquisas sobre conteúdos relacionados ao assunto escolhido através da Internet, Cd-rom, livros, jornais, revistas e outros.

- **Etapa 6 – Desenhar um esboço do módulo:** A etapa de desenhar um esboço do módulo é a ação de planejar cada página do módulo. Este planejamento envolve o conteúdo didático, as descrições das imagens, animações, vídeo e som e também as ações que serão convertidas em conteúdos para então serem apresentados em mídia digital. Para desenhar o esboço do módulo, é importante que as etapas anteriores estejam bem definidas. Antes de começar a desenhar, é importante analisar as possíveis questões pendentes.

No capítulo 4, deste trabalho, será possível verificar a aplicação destas etapas no processo otimizado que foi desenvolvido para elaboração de módulos educacionais. A aplicação está representada nas etapas de análise de requisitos e de projeto específicos de um módulo educacional.

2.6. Uma Análise das Arquiteturas e suas Características

Antes de passarmos para os próximos capítulos, é importante analisar as principais contribuições das arquiteturas de desenvolvimento apresentadas e a contribuição proposta por este trabalho. Para esta análise, observe a tabela 2.1 e as figuras 2.10(a) e 2.10(b), que resumem estas arquiteturas e as saídas geradas em cada etapa.

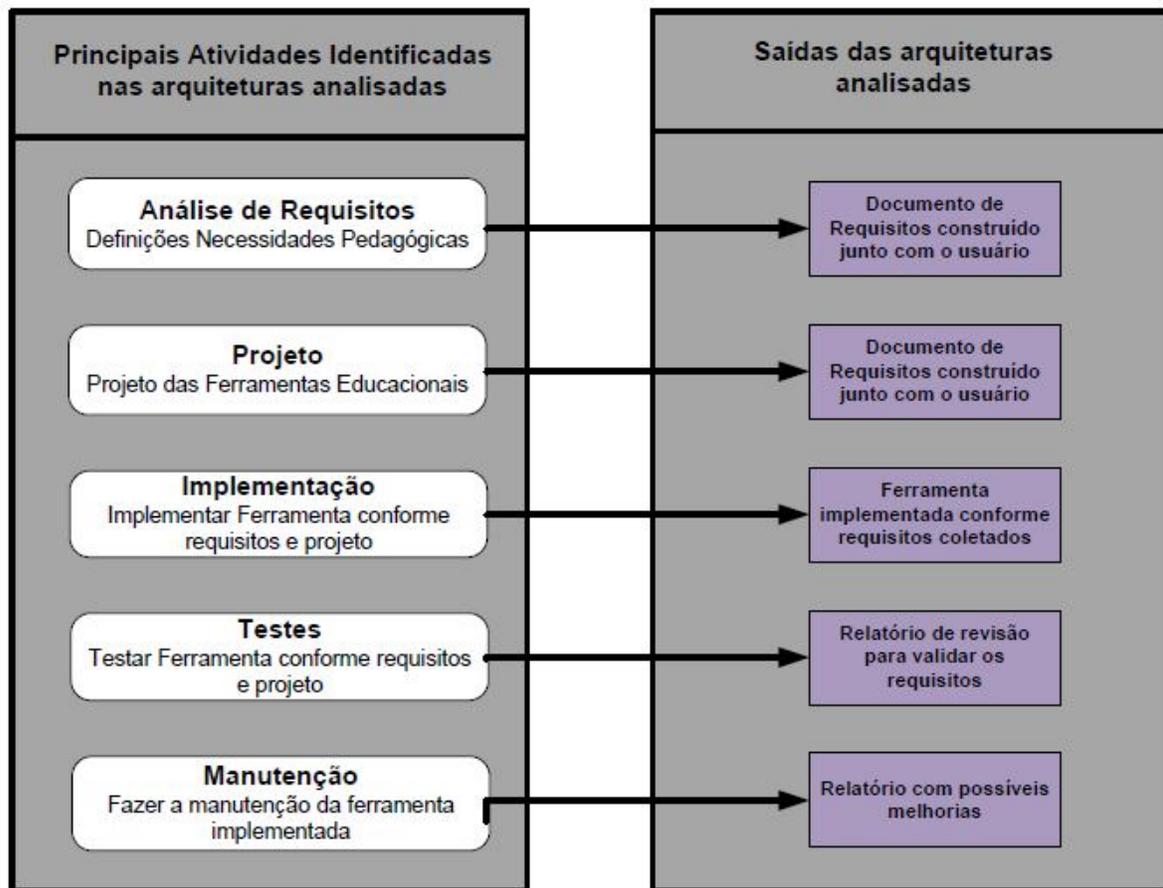


Figura 2.10(a). Resumo dos processos analisados e suas saídas.

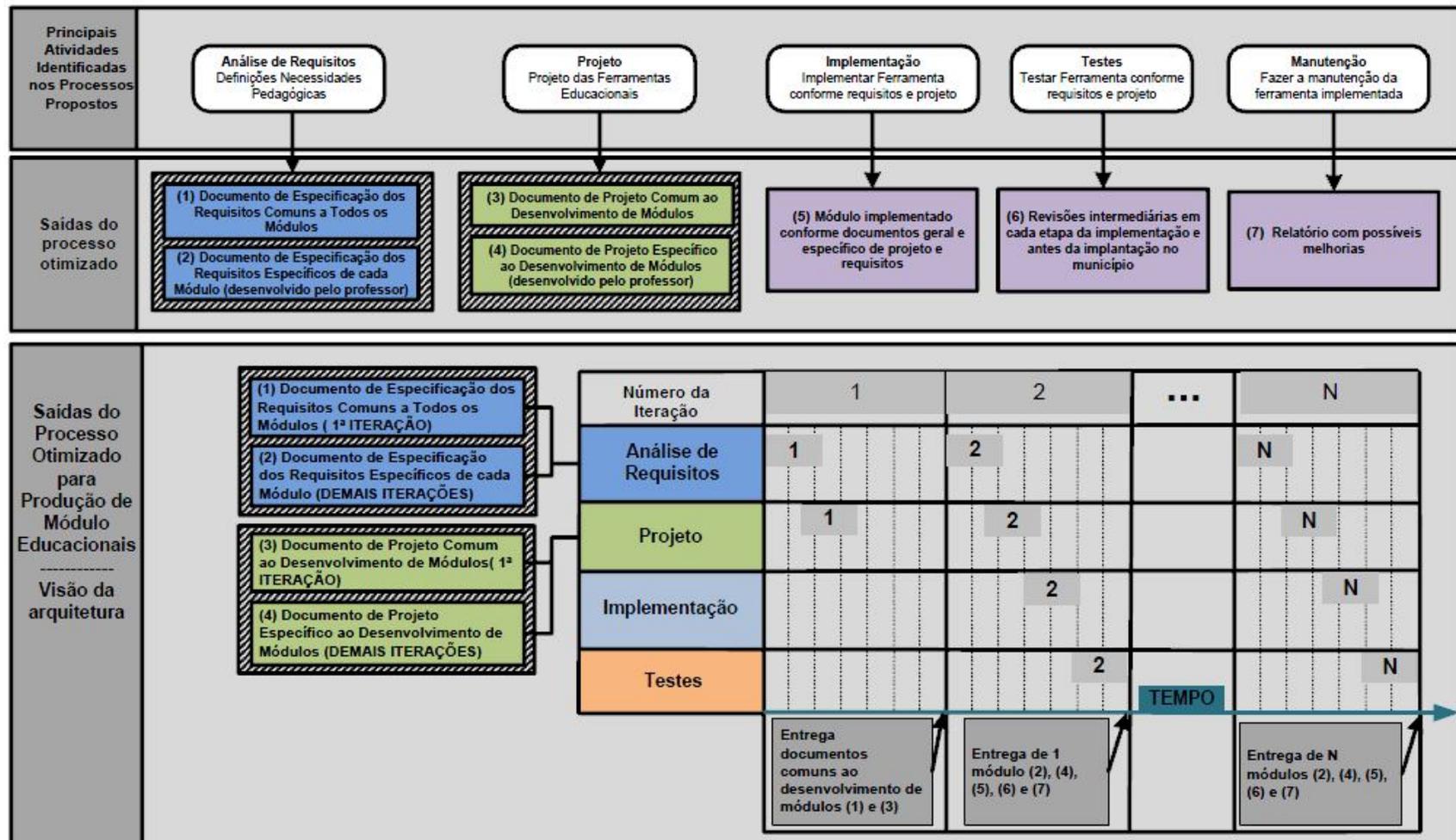


Figura 2.10(b). Saídas do Processo Otimizado para Produção de Módulos Educacionais.

Tabela 2.1. Resumo dos processos e saídas geradas em cada etapa

Padrão	Etapas do Processo	Saídas
Proposto por Barbosa [2004] para Processo Fundamental	Aquisição	Documentação do Processo de Aquisição com a preparação do pedido de proposta, preparação e atualização do contrato, monitoramento do fornecedor, aceitação e conclusão.
	Definição	Documentação do Processo de Definição com a definição do problema e das necessidades de aprendizado.
	Fornecimento	Documentação do processo de fornecimento com a descrição das tarefas do fornecedor do módulo educacional.
	Planejamento	Documentação do processo de planejamento com a determinação dos componentes do módulo e dos padrões.
	Desenvolvimento	Documentação do processo de desenvolvimento, instalação do módulo no ambiente educacional, implementação e integração, teste, construção e atualização de metadados.
	Operação	Documentação do Processo de Operação com testes operacionais, operação do módulo, identificação de problemas e melhorias.
	Disponibilização	Documentação do processo de disponibilização com acompanhamento e suporte instrucional.
	Manutenção	Documentação do processo de manutenção com análise de problema e modificação, implementação da modificação, revisão e aceitação, manutenção do repositório de terminologias, manutenção de metadados, migração e descontinuação do módulo.
Proposto por Cristian [2003]	Necessidades dos Usuários	Levantamento das necessidades dos usuários.
	Projeto de Conceitos	Especificação das Funcionalidades gerais do produto.
	Projeto Detalhado	Identificação das ferramentas, dados e informações do produto a ser desenvolvido; descrição da aparência, logística básica e do layout básico do produto.
	Produção	Produção do produto conforme diretrizes estabelecidas
	Teste	Testes <i>alpha</i> com revisões do conteúdo, projeto, enfoque pedagógico, funcionalidade e usabilidade e teste beta que seria o teste por usuários externos ao ambiente de desenvolvimento.
Proposto por Huang [2004]	Fase 1 - Fundamento	Definição dos desafios necessários, necessidades específicas, tipo de avaliação.
	Fase 2 – Projeto de Conteúdo	Módulo projetado.
	Fase 3 – Desenvolvimento Multimídia	Componentes multimídias construídos segundo as melhores práticas.
	Fase 4 – Testes de Usuários	Verificação de como usuários respondem ao módulo.
	Fase 5 - Melhorias	Aperfeiçoamento do módulo conforme a resposta que obteve com o uso.
Proposto por Baruque [2004]	Fase I – Análise	Definição perfil, análise do problema, identificação dos LOs existentes, análise ambiental, metadados.
	Fase II – Projeto	Análise das atividades, análise de conteúdo, mapa conceitual da sequência de LOs, metadados, <i>storyboard</i> do projeto.
	Fase III – Desenvolvimento	LOs digitais, armazenamento na base de dados.
	Fase IV – Implementação	LOs dentro de um LMS, plano de gestão para entrega, entrega dos LOs para usuários.
	Fase V – Avaliação	Ajuste em LOs ou exclusão, trocas em atributos, verificação do alcance das metas.
Proposto por Janicki [2001]	Definição dos objetivos de aprendizagem	Definição dos objetivos, assim como em um plano de aula.
	Listagem dos pré-requisitos	Conhecimentos prévios para executar o módulo.
	Disponibilização de três diferentes formas de apresentação	Construir forma de apresentação narrativa, exemplo e exercícios.
	Permissão ao aprendiz para controlar direção do módulo	O usuário controla a direção do módulo.
	Prever um espaço para provas que permita um feedback	Construção de testes a partir de alguns padrões.

Uma importante observação a respeito da figura 2.10(a) é a apresentação apenas das principais atividades de cada um dos processos analisados, sem nos ater ao ciclo de vida de cada um deles. Isto acontece porque o nosso objetivo foi o de apresentar as saídas oriundas de cada uma destas atividades e demonstrar a contribuição do processo otimizado para produção de módulos educacionais nas etapas de análise de requisitos e projeto, que são os documentos destacados na figura 2.10(b).

A seguir, apresentaremos uma análise de cada processo citado com relação as suas principais características e contribuições.

Ao analisar o processo de desenvolvimento proposto por Barbosa [2004], percebemos um processo completo que se preocupa não só com padrões para a produção do produto “módulo educacional”, mas sim com um processo que trata de detalhes organizacionais e de apoio, os quais dão o suporte necessário para a obtenção de um módulo com qualidade em todos os aspectos da produção.

Uma característica importante que observamos no processo de desenvolvimento proposto por Cristian [2003], é o grau de envolvimento dos usuários finais durante toda a produção do módulo de aprendizagem. Esta participação é de extrema importância para a obtenção de um produto que atenda de maneira satisfatória às necessidades do usuário final.

O processo de desenvolvimento proposto por Huang [2004] tem como uma de suas principais características a possibilidade do aperfeiçoamento do módulo após a sua utilização. Esta possibilidade permite que o módulo passe por uma evolução conforme a necessidade do usuário, impossibilitando assim, a existência de módulos desatualizados. Esta característica é importante, pois permite mudanças nos requisitos iniciais caso estes não tenham sido especificados corretamente no início do projeto.

O processo de desenvolvimento proposto por Baruque [2003] tem como principais características ser bem estruturado conforme os padrões estabelecidos pela engenharia de software e apresentar saídas bem definidas para cada uma das etapas de desenvolvimento, além de fazer uso de objetos educacionais, característica que permite uma maior reusabilidade e interoperabilidade para os módulos desenvolvidos. É importante ressaltar que, na fase de análise deste

processo, existe a preocupação em definir os problemas de aprendizagem que serão levados em consideração.

O sistema proposto por Janicki [2001] possibilita ao usuário a criação do seu próprio módulo a partir de padrões já estabelecidos. Outra característica importante é que o sistema considera algumas formas de aprendizagem dos alunos, possibilitando ao mesmo a seleção da forma de apresentação do conteúdo a ser estudado.

Após esta breve análise dos processos de desenvolvimento apresentados neste capítulo, identificamos que em todos existe uma significativa preocupação na definição dos requisitos iniciais, bem como com os aspectos pedagógicos que devem ser levados em consideração na produção dos módulos educacionais. Cada um dos processos apresentados divide as etapas de desenvolvimento segundo algum padrão, com o objetivo de construir módulos que atendam tanto os aspectos tecnológicos como os pedagógicos, sem que nenhum seja prejudicado.

Sendo assim, ao iniciarmos o desenvolvimento de módulos educacionais, partimos da possibilidade de fazer uma análise inicial dos requisitos pedagógicos e, a partir desta análise, construir módulos educacionais com as ferramentas tecnológicas que tínhamos disponíveis.

Para melhor entender o desafio que tivemos no início do desenvolvimento dos módulos educacionais, faremos um breve resumo do cenário no início do projeto Conexão do Saber. Éramos uma equipe vinculada à Faculdade de Engenharia Elétrica e Computação da Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP) e tínhamos em nossas mãos as ferramentas tecnológicas disponíveis na época para o desenvolvimento dos módulos educacionais.

A cidade de São José do Rio Preto, primeiro município participante, solicitou o desenvolvimento de módulos educacionais para os seus laboratórios de informática. Com o conhecimento adquirido por meio do projeto PGL, foi realizado um levantamento dos requisitos nesta cidade e montamos uma equipe de conteudistas na cidade de Campinas, que foi responsável pelo desenvolvimento do conteúdo solicitado por São José do Rio Preto. Contudo, ao concluir os primeiros módulos, não conseguimos alcançar as necessidades colocadas pelos

professores de São José do Rio Preto e foi necessário refazer 90% dos módulos elaborados.

A partir deste insucesso na construção dos primeiros módulos, percebemos que era preciso não só um padrão para coleta de requisitos, mas também o envolvimento do professor conteudista, vinculado ao município participante no processo de desenvolvimento, assim como nos é apresentado na seção 2.4 deste capítulo.

Segundo Marsico et. al. [2006], o envolvimento do usuário em um processo de desenvolvimento de software educacional requer a participação ativa deste usuário em todo o processo de desenvolvimento e na avaliação final. Esta proposta é interessante na obtenção de softwares educacionais que estejam de acordo com a realidade de seus usuários, porém no cenário de desenvolvimento, onde o processo otimizado está inserido, é inviável uma participação “permanente” dos professores no processo de desenvolvimento. Sendo assim, foram elaborados padrões para coleta dos requisitos, desenvolvimento do projeto e avaliação final que possibilitem ao professor conteudista elencar as principais características do seu módulo educacional e validar o módulo desenvolvido. Estes padrões proporcionaram uma participação efetiva do professor nas etapas de análise de requisitos, projeto e revisão final, além de possibilitar um desenvolvimento de conteúdo de forma distribuída.

2.7. Considerações

Este capítulo, conforme apresentado na introdução, preocupou-se em mostrar o que foi encontrado na literatura, até a conclusão deste trabalho, sobre arquiteturas para desenvolvimento de ferramentas educacionais com o enfoque em módulos educacionais e o envolvimento do usuário nestes processos de desenvolvimento.

Também foi apresentada a proposta da metodologia PGL para a confecção de conteúdos educacionais. A metodologia PGL foi a precursora do processo otimizado para a produção de módulos educacionais.

A partir da discussão apresentada por este capítulo, foi possível realizar uma análise das principais características de cada uma das arquiteturas e o diferencial proposto pelo processo otimizado para produção de módulos educacionais, o qual será melhor detalhado no capítulo 4 deste trabalho.

CAPÍTULO 3 – Padrões para o Desenvolvimento de Software

3.1. Introdução

Para a sistematização do processo otimizado para produção de módulos educacionais foram realizados alguns estudos sobre padrões de desenvolvimento de software. Desta forma, este capítulo tem por finalidade a apresentação das principais características destes padrões que foram utilizadas para esta sistematização.

Para esta explanação, a divisão deste capítulo foi feita da seguinte forma: na seção 3.2, são apresentados alguns conceitos relacionados a processos de desenvolvimento de software, o modelo CMMI (*Capability Maturity Model Integration*) é apresentado na seção 3.3 e, por fim, a seção 3.4 apresenta algumas considerações sobre este capítulo.

3.2. Processos de Software

Durante alguns anos, as organizações tinham como foco principal a produção em massa, o mais importante era o produto final e não existia uma preocupação significativa com o processo pelo qual este produto era obtido.

Contudo, devido ao aumento da complexidade, à busca por uma maior confiabilidade e ao aumento do tamanho dos softwares desenvolvidos nos últimos anos, a preocupação passa do desenvolvimento em massa para uma produção de qualidade dentro dos prazos e custos estabelecidos, tendo como meta atender às expectativas dos clientes. De acordo com CMMI [2006],

“Atualmente, mais do que nunca, as empresas desejam entregar melhores produtos e serviços, mais rapidamente e com melhor preço. Hoje, normalmente uma empresa não desenvolve sozinha todos os componentes de um produto ou serviço. O mais comum é que alguns componentes sejam produzidos internamente e alguns sejam adquiridos. Posteriormente, todos os componentes são

integrados ao produto ou serviço final. As organizações devem ser capazes de gerenciar e controlar esse complexo processo relacionado a desenvolvimento e manutenção.” CMMI [2006, p.3].

Levando em consideração esta realidade, são necessários padrões que, ao acontecerem de maneira ordenada e coerente, controlam todo o processo de desenvolvimento.

Segundo Braude [2005], um processo de desenvolvimento é o conjunto das atividades e resultados associados que geram um produto de software.

As seções seguintes apresentam uma descrição detalhada de cada uma das atividades envolvidas no processo de desenvolvimento de software, alguns padrões para a escrita de documentos e padrões relacionados à gerência de qualidade de processos, que auxiliaram na sistematização do processo otimizado para produção de módulos educacionais.

3.2.1. Análise de Requisitos

Nos últimos anos é possível observar que o aumento do tempo utilizado no entendimento do problema é um excelente investimento. Os requisitos de software formam a base a partir da qual a qualidade do produto final é medida.

A análise de requisitos é o processo de entender e colocar no papel uma declaração do que uma aplicação destina-se a fazer depois de construída. Esse processo pode parecer simples, mas não é. Uma análise de requisitos feita de forma incorreta pode trazer vários problemas no processo de desenvolvimento do software, desde um aumento considerável nos custos de produção a prazos prorrogados de entrega, acontecimentos que acarretam a insatisfação do usuário final. A figura 3.1 apresenta o processo proposto por Sommerville [2008] para o levantamento e análise de requisitos.

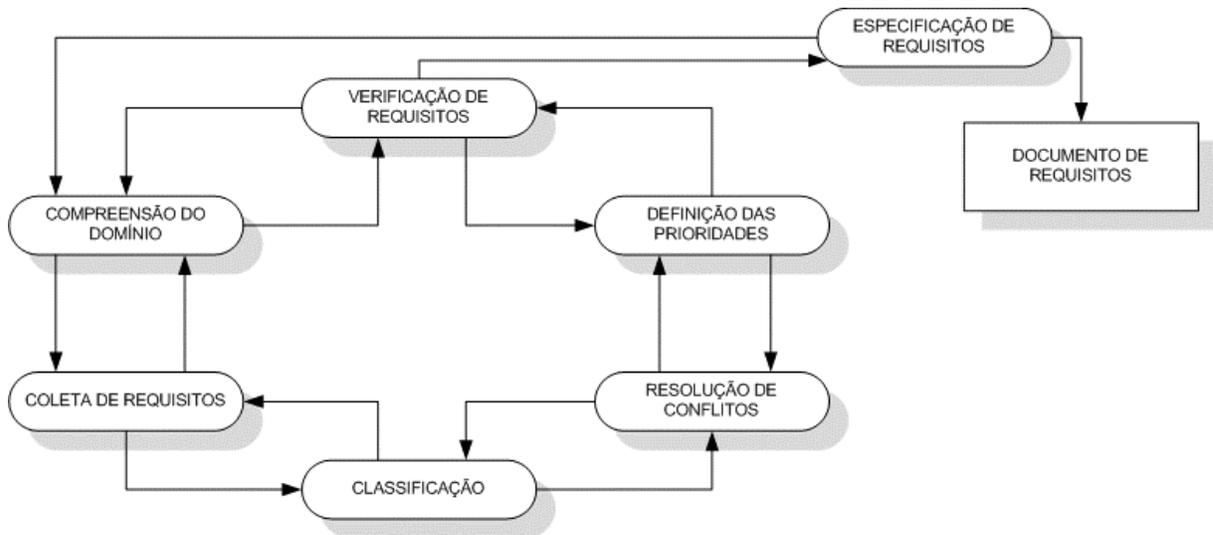


Figura 3.1. Processo de Levantamento e Análise de Requisitos.

A partir da figura 3.1, percebemos que o levantamento e a análise de requisitos é um processo iterativo que permite um *feedback* contínuo de cada atividade para as outras. Temos, inicialmente, a compreensão do domínio e terminamos com a verificação dos requisitos. Este processo resulta no documento de requisitos.

Levando em consideração que a saída do processo de análise de requisitos deve ser um documento que expresse de forma clara e objetiva os principais requisitos do software a ser desenvolvido faremos, a seguir, uma apresentação do padrão IEEE 830 [IEEE Std 830 1998] para a escrita deste documento de especificação.

3.2.1.1 Padrão IEEE 830 – Documento de Requisitos

A escrita de um documento de especificação de requisitos deve levar em consideração algumas informações [IEEE Std 830 1998].

A primeira informação a ser considerada é a **natureza** deste documento, pois o documento de requisitos é uma especificação de um software, produto, programa ou conjunto de programas que executam certas funções em um ambiente específico, podendo ser escrito por um ou mais representantes do fornecedor, um ou mais representantes do cliente, ou por ambos. Segundo o

padrão IEEE 830 [IEEE Std 830 1998], a escrita deste documento deve levar em consideração os seguintes pontos:

- *Funcionalidade*: O que deve fazer o software?
- *Interfaces externas*: Como o software interage com as pessoas, com o hardware do sistema, com outro hardware e com outro software?
- *Desempenho*: Qual é a velocidade, disponibilidade, tempo de resposta, tempo de recuperação das várias funções do software, etc.?
- *Atributos*: Quais as considerações relativas à portabilidade, correção, manutenção, segurança, etc.?
- *Restrições de projeto impostas numa implementação*: Existem exigências padrão, linguagem de implementação, políticas para integridade da base de dados, limites de recursos, ambientes operacionais, etc.?

Outra informação a ser considerada é o **ambiente**, pois o documento de requisitos deve apresentar as interfaces entre o ambiente externo e o sistema que será desenvolvido.

Um bom documento de requisitos deve apresentar as seguintes **características**:

- *Estar Correto*: todas as exigências expressas serão correspondidas pelo software;
- *Não ser ambíguo*: todas as exigências expressas têm apenas uma única interpretação;
- *Estar Completo*: um documento de requisitos é tido como completo se inclui os seguintes elementos: todas as exigências significantes estão reconhecidas e retratadas, estão definidas as respostas do software a todas as classes realizáveis de entradas de dados em todas as classes de situações, legendas e referências completas para todas as figuras, tabelas e diagramas do documento, bem como a definição de todos os termos e unidades de medida.

- *Ser Consistente*: um documento de requisitos deve ser internamente consistente, ou seja, nenhum subconjunto individual de exigências descrito nele entra em conflito.
- *Ser Classificável por importância e/ou estabilidade*: um documento de requisitos encontra-se classificado por importância e/ou estabilidade se cada exigência, nele contida, tem associado um identificador de estabilidade e/ou importância. A estabilidade pode ser expressa em termos do número de modificações esperadas a uma exigência. Já a necessidade pode ser classificada em essencial, condicional, opcional.
- *Ser Verificável*: um documento de requisitos é considerado verificável se existe um processo finito e de custo aceitável por meio do qual uma pessoa ou uma máquina pode verificar se o produto de software cumpre essa exigência.
- *Ser Modificável*: para considerar um documento de requisitos modificável, sua estrutura e estilo devem ser passíveis de mudanças conforme exigências, e estas devem ser efetuadas de forma fácil, completa e consistente, preservando simultaneamente estrutura e estilo. Um documento de requisitos, para ser modificável, requer as seguintes características: possuir uma estrutura coerente, não conter redundâncias e cada exigência deve ser expressa de forma separada.
- *Ser Rastreável*: para que um documento de requisitos possa ser considerado rastreável, cada uma de suas exigências deve ser expressa de forma clara e de fácil identificação.

Outra característica de um documento de requisitos é a **preparação conjunta**, pois o desenvolvimento de software deve ter início com um acordo entre cliente e fornecedor sobre o que o software deve fazer quando finalizado. Este acordo, expresso em um documento de requisitos, deve ser preparado de forma conjunta, pois, normalmente, nem o cliente nem o fornecedor estão completamente qualificados para escrever um bom documento de requisitos de forma unilateral.

É possível que o documento de requisitos tenha que evoluir à medida que o desenvolvimento do produto de software avance, pois muitas vezes é impossível especificar todos os detalhes no início do projeto, desta forma uma das características deste documento é a **evolução** e todas as modificações que venham a ocorrer durante o desenvolvimento do produto devem ser passíveis de revisão e tão claras quanto as exigências originais para que o documento permaneça consistente.

Na fase de confecção do documento de requisitos, utiliza-se a **prototipagem**⁹ como um recurso frequentemente. Para isto, existem ferramentas que permitem a criação de um protótipo que exiba algumas características do sistema de forma rápida e fácil. A utilização de um protótipo permite ao cliente uma maior visibilidade da leitura de um documento de requisitos, além de exibir aspectos de comportamento do sistema que, possivelmente, não foram previstos. Outra vantagem da prototipagem é que os sistemas que adotam este método tendem a sofrer menos modificações durante o seu desenvolvimento encurtando, assim, o tempo de produção.

Outra característica a ser considerada na confecção de um documento de requisitos é a **incorporação do projeto**, pois deve-se fazer a distinção clara entre a definição de restrições de projeto e o vínculo a um projeto específico. É importante ressaltar que cada exigência de um documento de requisitos limita as alternativas de projeto. Um documento de requisitos deve, normalmente, especificar os seguintes itens de projeto: subdivisão do software em módulos, alocação de funções a módulos, descrição do fluxo de informação ou controle entre módulos e escolha da estrutura de dados.

Para concluir as informações que um documento de requisitos deve conter, ressaltamos que o foco deve estar no produto a ser desenvolvido e não no processo de produção deste. As **exigências do projeto** representam um acordo entre o cliente e o fornecedor sobre questões contratuais relacionadas ao processo de software. Nestes itens incluem-se referências a: custo, datas de

⁹ Prototipagem é o desenvolvimento de uma primeira versão do software, com o objetivo de abordar questões relativas à interface com o usuário, validar requisitos e apresentar a viabilidade do sistema.

entrega, procedimentos de informe, métodos de desenvolvimento de software, certificação de qualidade, critérios de verificação e validação, procedimentos de aceitação.

Após descrever as principais informações de um documento de requisitos, apresentaremos, a seguir, as principais partes deste documento:

1. Introdução – fornece uma visão geral do documento

- 1.1. Propósito - *apresenta o propósito do documento.*
- 1.2. Escopo - *explica o que o produto fará, sua aplicação, benefícios e objetivos.*
- 1.3. Definições, acrônimos e abreviações - *fornece uma definição dos termos, acrônimos e abreviações que forem necessários.*
- 1.4. Referências – *apresenta uma lista de todos os documentos referenciados, identificando cada um pelo seu título, número de relatório, data e organização que o publica; especifica também as fontes de onde as referências podem ser obtidas.*
- 1.5. Organização - *descreve o conteúdo do documento e explica a sua organização.*

2. Descrição Geral - descreve os fatores gerais que afetam o produto e suas exigências.

- 2.1. Perspectiva do produto - *tem por finalidade colocar o produto em uma perspectiva com os demais produtos com os quais este se relaciona. Caso o produto seja independente, esta característica deve ser explicada nesta subseção.*
- 2.2. Funcionalidades do produto - *fornece um resumo das principais funções que o software vai desempenhar.*
- 2.3. Características do usuário - *fornece características do usuário alvo do produto, incluindo nível de formação, experiência e proficiência técnica.*
- 2.4. Restrições - *descreve todos os itens que limitem as opções de desenvolvimento, incluindo regulamentos, limitações de hardware, interfaces com outras aplicações, operações em paralelo, funções de auditoria, funções de controle, exigências de alto nível da linguagem, entre outras.*
- 2.5. Suposições e dependências - *apresenta cada um dos fatores que afetam as exigências ditadas no documento de requisitos. É importante ressaltar que estes fatores não são restrições de projeto do software, mas sim fatores*

que, ao mudarem. Afetam as exigências presentes no documento de requisitos.

- 3. Exigências específicas** - contém todas as exigências do software com um nível de detalhe suficiente que permita a confecção de um projeto de sistema que contemple todas as exigências. Para cada exigência deve existir, no mínimo, uma descrição de cada entrada ao sistema e cada saída, além de todas as funções a serem realizadas em resposta a uma entrada ou em suporte a uma saída.
- 4. Apêndices** - considerado como informação de suporte tendo por objetivo tornar mais simples o manuseio do documento de requisitos. O apêndice pode ser utilizado para demonstrar formatos de entrada/saída, informações de suporte ou de fundo que possam ajudar o leitor, descrição dos problemas a serem resolvidos pelo software.
- 5. Índice remissivo** - considerado como informação de suporte, o índice remissivo é importante na organização do documento e facilita o seu manuseio.

3.2.2. Projeto

O objetivo desta atividade é transformar os resultados obtidos durante a análise de requisitos em um conjunto de documentos que possam ser interpretados diretamente pelo programador.

Segundo Sommerville [2008], o projeto de software deve ser uma descrição da estrutura de software a ser implementada, dos dados que são parte do sistema, das interfaces entre os componentes e, em alguns casos, dos algoritmos a serem utilizados.

Para Braude [2005], um projeto de software completo deve ser explícito o suficiente para que o programador possa implementar a aplicação a partir dele, sem a necessidade de quaisquer outros documentos.

Durante a fase de projeto um dos maiores desafios encontrados é a tendência de mudança dos requisitos, enquanto a aplicação está em desenvolvimento. Porém, na prática, dificilmente esta tendência não acontecerá.

Sendo assim, o projeto de software possui alguns objetivos para que ocorrências como estas não prejudiquem o desenvolvimento da aplicação.

O primeiro e um dos principais objetivos do projeto de software é satisfazer aos requisitos da aplicação. Neste caso o objetivo é assegurar a **suficiência**, ou seja, os códigos que venham a ser desenvolvidos “*façam o que devem fazer*”. [BRAUDE 2005]

Outro objetivo, que um projeto de software deve conter, é a **robustez**, ou seja, o projeto deve ser capaz de tratar condições incomuns e heterogêneas como dados corrompidos, erros de usuário e de programação e condições de ambiente.

Como descrito anteriormente, uma das tendências no desenvolvimento de software é a mudança nos requisitos. Considerando esta tendência, um objetivo importante a ser alcançado pelo projeto é a **flexibilidade**. O projeto deve ir além do que os requisitos ditam, é função da pessoa responsável prever possíveis mudanças e fazer com que o projeto seja flexível o suficiente para englobá-las de modo a não *prejudicar* o desenvolvimento.

A **reusabilidade** também é um dos objetivos a ser alcançado pelo projeto de software. Ao alcançar este objetivo, é possível ter uma diminuição significativa no desenvolvimento e custo do projeto, pois partes do sistema que já tenham sido desenvolvidas em outros projetos podem ser reutilizadas.

O processo de projeto, segundo Sommerville [2008], pode envolver o desenvolvimento de vários modelos do sistema em diferentes níveis de abstração. Um modelo geral para este processo é apresentado na figura 3.2.

O diagrama apresentado na figura 3.2 sugere que os estágios do processo de projeto sejam sequenciais. Contudo, as atividades deste processo são intercaladas e uma especificação para o próximo estágio é a saída de cada atividade de projeto. À medida que o processo de projeto continua, essas especificações tornam-se mais detalhadas.

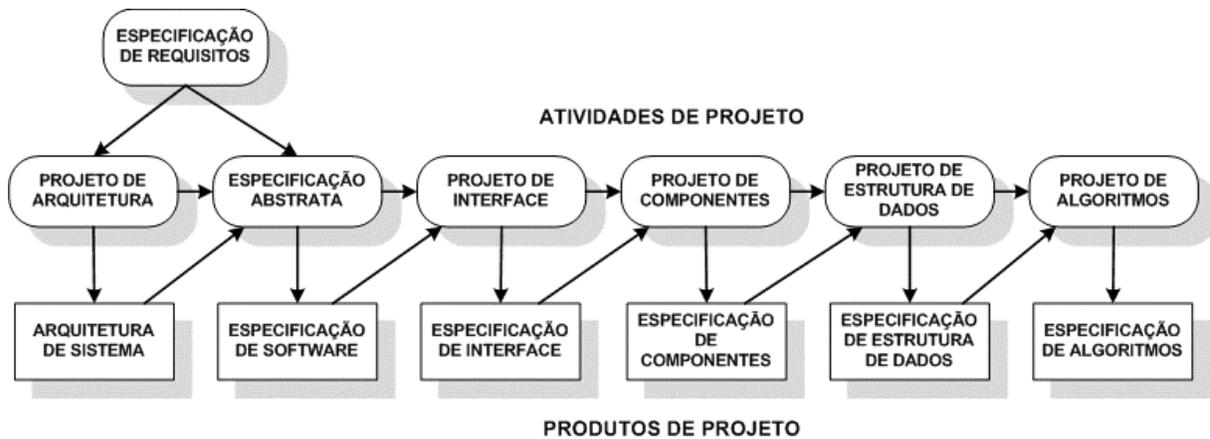


Figura 3.2. Modelo Geral do Processo de Projeto [SOMMERVILLE 2008].

A seção 3.2.2.1 tem por objetivo a apresentação das principais características que devem ser levadas em consideração para a produção de um projeto de software, segundo o padrão IEEE 1016.

3.2.2.1. Documento de Projeto Conforme Padrão IEEE 1016

O padrão IEEE 1016 é direcionado para *stakeholders*¹⁰ técnicos e gerenciais que preparam e usam o documento de projeto.

Para uma organização envolvida com o desenvolvimento de software, este padrão assegura a escrita de um projeto completo, conciso, consistente, flexível, apropriado para registrar experiências de projetos e lições aprendidas, bem organizado, e de fácil entendimento [IEEE 1016 2009].

Um documento de projeto bem escrito deve conter a **identificação do documento de projeto** que apresenta data e status, escopo, organização, autoria, referências, contexto, uma ou mais linguagens de projeto para cada ponto de vista de projeto utilizado, conteúdo, resumo, glossário e histórico de modificações.

Outra informação importante que deve constar no documento de projeto é a **identificação dos stakeholders de projeto** e o assunto relacionado a cada um.

¹⁰ Pessoa que está envolvida ou é afetada pelo projeto.

Cada documento de projeto deve estar organizado dentro de uma ou mais **visões de projeto**, permitindo ao *stakeholder* focar em detalhes específicos e requisitos relevantes.

Outra característica que deve ser levada em consideração é o **ponto de vista de projeto**, onde cada ponto de vista deve ser especificado pelo nome, assuntos e tópicos, elementos de projeto, métodos analíticos e outras operações que foram usadas para construir uma visão de projeto baseada em um ponto de vista.

Qualquer item que esteja presente em uma visão de projeto é denominado **elemento de projeto** e deve possuir um nome, um tipo e um conteúdo.

Para apresentar informações adicionais para as visões de projeto, já definidas são utilizados **complementos (overlay) de projeto**. Cada complemento deve ter uma identificação única e estar associado a uma visão.

Com a finalidade de demonstrar o raciocínio do projetista e a justificativa para suas decisões, uma das informações que deve estar presente em um documento é a **base lógica do projeto**.

A **linguagem do projeto** deve ser selecionada conforme o ponto de vista, já especificado, e deve possuir uma boa definição sintática e semântica.

Com a descrição apresentada, é possível observar que a definição dos pontos de vista e a escolha das linguagens a serem utilizadas em um documento de projeto é importante para a sua construção e compreensão. A seguir, alguns detalhes sobre cada um destes pontos de vista:

- **Contexto:** o ponto de vista denominado contexto representa os serviços que um projeto prevê com relação a um contexto explícito. Este contexto é definido tendo como referência os atores como usuários e outros *stakeholders*, que interagem com o projeto em seu ambiente.
- **Composição:** descreve a forma como um projeto é (recursivamente) estruturado dentro de subsistemas, estabelecendo os papéis de cada um.
- **Lógico:** este ponto de vista tem por objetivo projetar tipos existentes e suas implementações por meio da definição de classes e interfaces, contendo suas estruturas estáticas de relacionamento.

- **Dependência:** este ponto de vista especifica as relações de interconexão e acesso entre entidades. Estas relações incluem informação compartilhada, ordem de execução ou a parametrização de interfaces.
- **Informação:** este ponto de vista é aplicável quando há uma quantidade substancial de conteúdo de dados persistentes, como assunto em um projeto.
- **Padrões:** este ponto de vista direciona ideias (conceitos emergentes) como modelos de colaboração que envolvem conectores e papéis abstratos.
- **Interface:** o ponto de vista interface tem por objetivo disponibilizar informações aos projetistas, programadores e equipe de testes que são essenciais para conhecer o uso correto de serviços providos por um assunto de projeto. Esta descrição inclui o detalhamento de interfaces externas e internas não providas pelo documento de especificação de requisitos.
- **Estrutura:** este ponto de vista é utilizado para documentar e organizar termos internos de um projeto com relação a elementos parecidos.
- **Interação:** define estratégias para interação entre entidades.
- **Estados Dinâmicos:** sistemas reativos e cujo interesse está no comportamento interno são de interesse deste ponto de vista.
- **Algoritmo:** este ponto de vista tem como objetivo fazer uma descrição detalhada das operações (como métodos e funções), e apresentar detalhes internos e lógicos de cada entidade do projeto.
- **Recurso:** o propósito deste ponto de vista é modelar as características e a utilização dos recursos de um projeto.

A tabela 3.1 apresenta um resumo dos pontos de vista e exemplos de linguagens que podem ser utilizadas em cada um.

Tabela 3.1. Resumo dos pontos de vista de projeto [IEEE 1016 2009].

Ponto de vista de projeto	Referência do Projeto	Exemplo de Linguagens de projeto
Contexto	Serviços de sistema e usuários	IDEF0, UML, Diagramas de caso de uso, Diagrama de Contexto para Análise estruturada
Composição	Composição e modularização do sistema em termos de subsistemas e componentes, comprar versus construir, reuso de componentes	Lógica: Diagrama de pacote UML, Diagrama de componente UML, Linguagem de descrição de arquitetura, IDEF0, Gráfico de estrutura, HIPO Física: Diagrama de desenvolvimento UML
Lógico	Estrutura estática (classes, interfaces, e seus relacionamentos) Reuso de tipos e implementação (classes, tipos de dados)	Diagrama de Classes UML, Diagrama de Objetos UML
Dependência	Interconexão, compartilhamento e parametrização	Diagrama de pacote UML e diagrama de componente
Informação	Informação persistente	IDEFIX, Diagrama entidade relacionalment, Diagrama de classes UML
Padrões	Reuso de padrões e avaliação de modelo de <i>framework</i>	Diagrama de estrutura composto UML
Interface	Definição de serviços, acesso aos serviços	Linguagem de Definição de Interface (IDL), Diagrama de Componentes UML
Estrutura	Elementos internos e organização de assuntos de projeto, componentes e classes	Diagrama de Estrutura UML, Diagrama de Classes
Interação	Comunicação de objetos, mensagens	Diagrama de sequência UML, Diagrama de Comunicação UML
Estado dinâmico	Transformação de estados dinâmicos	Diagrama de máquina de estados UML, Gráfico de estado, tabela de transição de estado, autômato, rede de Petri
Algoritmo	Procedimentos lógicos	Tabela de decisão, Diagrama Warnier, JSP, PDL
Recursos	Utilização de recursos	Perfil de tempo real UML, Diagrama de classes, <i>Object Constraint Language (OCL)</i>

3.2.3. Implementação

Segundo Sommerville [2003], a fase de implementação do desenvolvimento de software:

“é o processo de conversão de uma especificação de sistema em um sistema executável. Esse estágio sempre envolve processos de projeto e programação de software...” [SOMMERVILLE 2003, p. 47]

Idealmente esta fase teria início apenas quando o projeto estivesse concluído, porém, dependendo do processo de software escolhido para guiar as

fases de desenvolvimento, esta fase pode começar antes do término da fase de projeto.

Um sistema pode ser implementado totalmente, ou seja, inteiramente codificado a partir de um projeto ou pode-se fazer uso de componentes que auxiliam principalmente na redução de prazos e custos como descrito na seção 3.2.3.1. Ambas as escolhas são válidas, desde que todas as pessoas que participem do desenvolvimento estejam de acordo com os caminhos sugeridos para esta implementação.

Levando em consideração a possível decisão do uso de componentes na fase de implementação, a seção 3.2.3.1 apresenta alguns conceitos sobre este recurso.

3.2.3.1 Componentes

A produção de software é um processo caro que envolve uma quantidade significativa de recursos financeiros, materiais e humanos. Diariamente, novos requisitos são solicitados pelo consumidor, o que exige produtos mais eficientes, com boa qualidade e confiabilidade. Desta forma, os sistemas tornam-se maiores tanto em tamanho quanto em complexidade.

Levando em consideração essas novas exigências no desenvolvimento de software, surgiu, em meados dos anos 70, a ideia de se reutilizar artefatos de software com o intuito de construir software de forma rápida e barata. Segundo Mcinroy [1968], a produção de componentes de software em massa seria o fim da chamada “crise do software” e os desenvolvedores teriam a possibilidade de construir aplicações com componentes que atendessem às suas necessidades.

Uma definição apresentada para componente por Booch [2000] é a seguinte:

“Um componente é uma parte física e substituível de um sistema ao qual se adapta e fornece a realização de um conjunto de interfaces.” [BOOCH 2000 p.343].

O principal objetivo de uma programação orientada a componentes é criar componentes reutilizáveis que possam ser utilizados no desenvolvimento de aplicações.

Segundo Biggerstaff [1989], os objetivos básicos da reutilização são os seguintes:

- **Aumento da Produtividade:** o esforço no desenvolvimento e manutenção dos produtos é reduzido quando componentes reutilizáveis são empregados.
- **Aumento da Qualidade:** a qualidade do software melhora consideravelmente ao reutilizar componentes anteriormente testados. Com o uso frequente de tais componentes, aumenta-se a probabilidade de que possíveis erros sejam encontrados e corrigidos.
- **Redução de Custos:** o custo inicial da criação de componentes reutilizáveis é gradualmente amortizado na medida em que estes vão sendo utilizados.
- **Redução no Tempo de Entrega:** altos níveis de reutilização podem reduzir o tempo de desenvolvimento de uma aplicação e, desta forma, de entrega ao cliente.
- **Padronização:** ao reutilizar os mesmos componentes, os quais seguem determinados padrões técnicos, o código e os sistemas produzidos tornam-se naturalmente padronizados.
- **Interoperabilidade/ compatibilidade:** utilizar componentes padronizados garante que os sistemas apresentem comportamento comum, aumentando a interoperabilidade entre as aplicações.
- **Benefícios diversos:** aumento da previsibilidade, confiabilidade e funcionalidade dos sistemas e redução de riscos.

3.2.4. Testes

O teste do software (verificação e validação) tem por objetivo mostrar que um sistema está em conformidade com sua especificação e que atende às expectativas do cliente que está adquirindo o sistema [SOMMERVILLE 2008].

Esta fase consiste em fornecer entrada à aplicação e em comparar a saída com aquela determinada pela especificação de requisitos de software. Testes de partes de uma aplicação são chamados de testes de unidade e os testes de uma aplicação inteira são chamados de testes de sistema [BRAUDE 2005].

A fase de teste é indispensável, pois ajuda a descobrir defeitos e, dificilmente, os casos de testes elaborados para esta fase cobrirão todas as possibilidades possíveis de entrada. Porém, ao passar por um rigoroso conjunto de testes, o sistema torna-se mais confiável.

A figura 3.3 apresenta os principais tipos de testes possíveis.

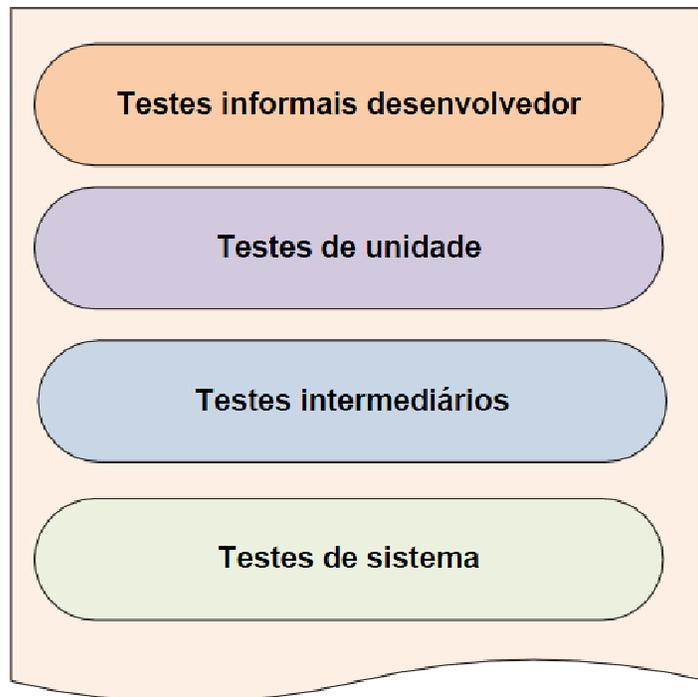


Figura 3.3. Tipos de Testes.

Os **testes informais do desenvolvedor** são realizados por desenvolvedores individuais e possuem uma documentação informal. Os **testes de unidade** são realizados em partes como métodos ou classes e podem ser documentados formalmente. Os **testes intermediários** são feitos em coleções de testes, mas não na aplicação inteira e os **testes de sistema** são realizados na aplicação inteira e devem ser completamente documentados.

Deve-se levar em consideração que, para cada tipo de teste apresentado há duas maneiras de projetar os casos de teste (entradas), teste de caixa branca e de caixa preta [BRAUDE 2005]. O **Teste Caixa Branca** é baseado no projeto e os casos de testes são selecionados para exercitar características específicas de projeto, como desvio, laços, interfaces entre módulos, etc. O **Teste Caixa Preta** compara a saída obtida com a saída especificada pelo documento de requisitos e a seleção dos casos de teste não leva em conta a maneira como a aplicação é projetada.

3.2.5 Ciclo de Vida com Modelo em Espiral

Dependendo de como as atividades descritas nas seções 3.2.1 a 3.2.5 são conduzidas, tem-se uma metodologia de processo aplicada que pode ser tradicional ou ágil.

As metodologias tradicionais de desenvolvimento de software fizeram parte, inicialmente, de um contexto diferente do atual, pois o cenário de produção era voltado para mainframes e terminais burros [ROYCE 1970]. Nesta época, o custo das modificações era alto, devido às limitações dos computadores e à falta de ferramentas de apoio à produção de software. Desta forma, o processo para o desenvolvimento de software, era necessariamente planejado e documentado antes de sua implementação, obedecendo a metodologia tradicional.

Ultimamente, novas metodologias são aplicadas com o objetivo de agilizar o processo de desenvolvimento sem prejudicar a qualidade do produto a ser entregue. Estas metodologias são conhecidas como metodologias ágeis, cuja ideia inicial surgiu em 1990, porém a formalização ocorreu em 2001 através do Manifesto Ágil [MANIFESTO ÁGIL 2001], que indicou alguns princípios destas metodologias:

- **Indivíduos e interações** são mais importantes que processos e ferramentas;

- **Software funcionando** é mais importante do que documentação completa e detalhada.
- **Colaboração com o cliente** é mais importante do que negociação de contratos.
- **Adaptação a mudanças** é mais importante do que seguir o plano inicial.

Para o desenvolvimento do processo otimizado para produção de módulos educacionais utilizamos o modelo de processo em espiral, modelo associado às metodologias tradicionais.

A decisão pelo modelo em espiral é decorrente da necessidade de uma documentação detalhada no cenário em que este processo foi proposto. Esta característica não é significativa nas metodologias ágeis. Desta forma, discutiremos na seção 3.2.5.1 os conceitos relacionados ao modelo de processo em espiral.

3.2.5.1 Modelo em Espiral

Neste modelo, o processo é representado como uma espiral ou como um esquema com número de iterações. Cada iteração representa uma fase do processo de software. Assim, a primeira iteração pode estar relacionada à viabilidade do sistema, à próxima, à definição de requisitos, à próxima, ao projeto de sistema e assim por diante [SOMMERVILLE 2008].

Com relação ao modelo em cascata, o modelo em espiral possui vantagem por apresentar a flexibilidade de se passar várias vezes por uma fase, podendo revisar e realizar possíveis mudanças em cada uma das fases anteriores, sem que o desenvolvimento seja prejudicado. A seguir, a figura 3.4 apresenta o funcionamento do modelo em espiral [BRAUDE 2005].

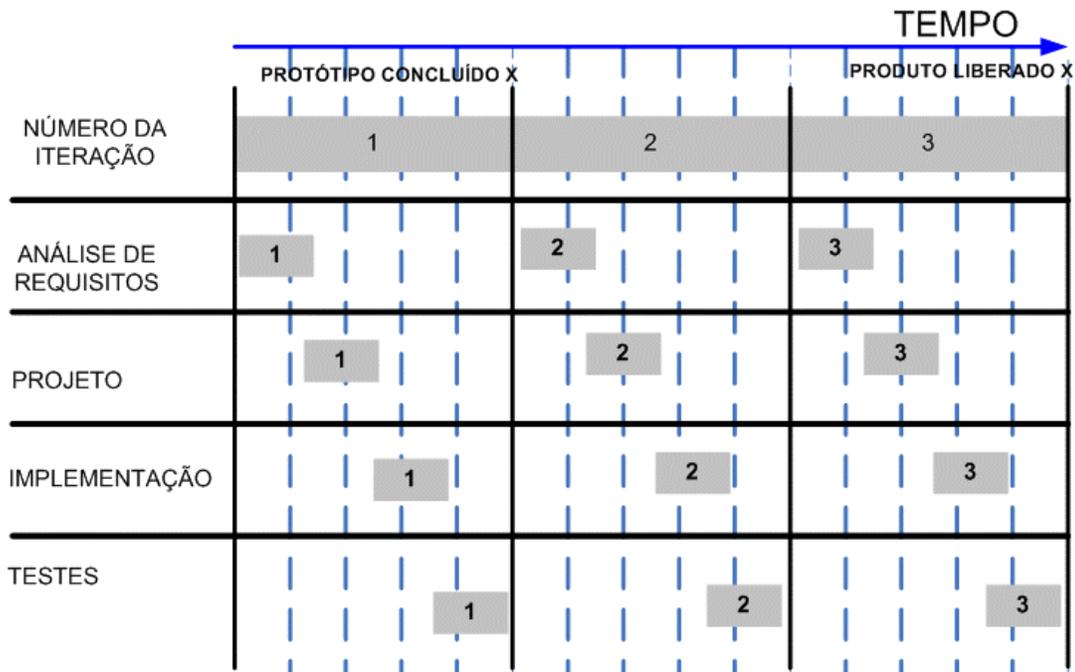


Figura 3.4. Modelo de Desenvolvimento em Espiral.

3.3. O Modelo CMMI

Esta seção tem por objetivo apresentar algumas características e conceitos do modelo CMMI, que auxiliarão na avaliação¹¹ do processo otimizado para a produção de módulos educacionais, que é a proposta deste trabalho.

O modelo CMMI (*Capability Maturity Model Integration* – Modelo Integrado de Maturidade e de Capacidade), desenvolvido pelo SEI (*Software Engineering Institute*), é uma evolução do modelo de qualidade de software CMM (*Capability Model Integration*) que tenta suprir problemas de integração deste. Os modelos de qualidade de software mais conhecidos são: ISO, CMM e CMMI e têm por objetivo garantir a qualidade do produto por meio da definição e normatização de processos de desenvolvimento.

O CMMI fornece orientação para o desenvolvimento de processos de software, tendo como objetivo eliminar suas inconsistências, aumentar sua

¹¹ Uma avaliação é a análise de um ou mais processos realizado por uma equipe de profissionais treinados, utilizando um modelo de referência (por exemplo, CMMI) como base para determinar os pontos fortes e os pontos fracos.

clareza e entendimento, fornecer uma terminologia comum e estilo consistente, estabelecer regras de construção uniformes e assegurar consistência com a ISO/IEC 15504 [PENTEADO 2007].

O CMMI é um modelo de maturidade para melhoria do processo, destinado ao desenvolvimento de produtos e serviços, composto pelas melhores práticas associadas a atividades de desenvolvimento e de manutenção que cobrem o ciclo de vida do produto desde a concepção até a entrega e manutenção [CMMI 2006].

Este modelo não tem como objetivo definir como o processo deve ser implementado, mas sim prescrever suas características estruturais e semânticas em termos de objetivos e de grau de qualidade com que o trabalho deve ser realizado.

O CMMI apresenta duas representações que permitem, à organização, utilizar diferentes caminhos para a melhoria de acordo com o seu interesse.

Porém, antes de detalhar estas representações, é importante ressaltar que o CMMI faz uso de níveis para descrever um caminho evolutivo recomendado para uma organização que deseja melhorar os processos utilizados para desenvolver e manter seus produtos e serviços.

Independente da representação escolhida, o conceito de níveis é o mesmo, pois caracterizam melhorias a partir de um estado em que processos estão mal definidos em direção a um estado que utilize informações quantitativas a fim de determinar e gerenciar melhorias necessárias para satisfazer aos objetivos estratégicos da organização [CMMI 2006].

A seguir, será detalhada cada uma destas representações e seus níveis que, no caso da representação contínua, são **níveis de capacidade** e na representação por estágios são **níveis de maturidade** [PENTEADO 2007]:

A representação **Contínua** permite que uma organização selecione uma área (ou um grupo de áreas) de processo e melhore os processos relacionados. Nesta representação, o enfoque está nas áreas de processo. Existem metas e práticas de dois tipos: específicas a uma determinada área de processo e genéricas aplicáveis indistintamente a todas as áreas de processo, conforme demonstrado na figura 3.4(a). A partir da avaliação e do atendimento dessas

práticas e metas, é possível classificar o nível de capacidade de cada área de processo em níveis de zero a cinco:

- **Nível 0 – Incompleto:** um processo é parcialmente realizado ou não realizado.
- **Nível 1 – Executado:** satisfaz a todos os objetivos específicos da área de processo, apoiando e viabilizando o trabalho necessário para produzir os produtos.
- **Nível 2 – Gerenciado:** este é um processo realizado (nível 1) que também é planejado e executado de acordo com políticas pré-definidas. Possui pessoas hábeis com os recursos adequados para produzir saídas adequadas, envolve os *stakeholders* principais e é monitorado, controlado, revisto e avaliado quanto à aderência à sua descrição. A gerência do processo é relacionada com a realização de objetivos específicos estabelecidos para o processo como custo, cronograma e qualidade. A disciplina de processo refletida pelo nível de capacidade 2 contribui para assegurar que as práticas existentes sejam mantidas durante períodos de *stress*.
- **Nível 3 – Definido:** este é um processo gerenciado e ajustado para o conjunto padrão de processos da organização de acordo com suas políticas de conduta.
- **Nível 4 – Gerenciado Quantitativamente:** um processo que se encontra neste nível é definido e controlado com a ajuda de técnicas quantitativas e estatísticas.
- **Nível 5 – Otimizado:** um processo otimizado é gerenciado quantitativamente, alterado e adaptado para atender aos objetivos de negócio atuais e projetados. Um processo de nível 5 tem como enfoque a melhoria contínua do desempenho do processo por meio de aprimoramentos tecnológicos, inovadores e incrementais.

A representação **por estágios** possui uma abordagem estruturada e sistemática para a melhoria de um estágio por vez. As áreas de processo são

organizadas por níveis de maturidade (1 a 5), que definem o caminho de melhoria que uma organização deve seguir do nível inicial ao nível otimizado.

Na representação por estágios, as práticas são caracterizadas pelos atributos: compromisso para execução, habilidade para execução, atividade para execução, controle e verificação de implementação. Estes atributos podem ser visualizados na figura 3.4 (b). Os níveis de maturidade são:

- **Nível 1- Inicial:** as organizações desse nível têm processos imprevisíveis que são fracamente controlados e reativos. Neste nível não há KPA's ¹². Neste nível de maturidade, as organizações são caracterizadas pela tendência de se comprometer além da sua capacidade, por abandonar o processo em um momento de crise e por serem incapazes de repetir os próprios sucessos.
- **Nível 2 – Gerenciado:** no nível de maturidade 2, os projetos da organização têm a garantia de que os requisitos são gerenciados, planejados, executados, medidos e controlados. O foco, neste nível, é o gerenciamento básico de projetos e possui as seguintes KPA's:
 - Gerenciamento de requisitos;
 - Planejamento do projeto;
 - Controle e monitoração do projeto;
 - Gerenciamento de suprimento;
 - Avaliação e análise;
 - Garantia da qualidade do processo;
 - Configuração do gerenciamento.
- **Nível 3 – Definido:** Neste nível, os processos são mais bem categorizados e entendidos e são descritos em padrões, procedimentos, ferramentas e métodos. O foco neste nível é a padronização do processo, tendo como KPA's:
 - Requisitos de desenvolvimento;
 - Soluções técnicas;

¹² KPA - *Key Process Area* – área de processo é um conjunto de melhores práticas relacionadas a uma área que, quando implementadas, satisfazem a um conjunto de metas consideradas importantes para realizar melhorias significativas naquela área.

- Integração de produtos;
 - Verificação;
 - Validação;
 - Foco no processo organizacional;
 - Definição do processo organizacional;
 - Treinamento organizacional;
 - Gerenciamento de projeto integrado;
 - Gerenciamento de riscos;
 - Integração da equipe de trabalho;
 - Gerenciamento integrado de suprimentos;
 - Análise de decisões;
 - Ambiente organizacional para integração.
- **Nível 4 – Quantitativamente Gerenciado:** neste nível, os processos são medidos e controlados. O foco, neste nível, é o gerenciamento quantitativo e possui as seguintes KPA's:
 - Performance organizacional do processo;
 - Gerenciamento quantitativo de projetos.
 - **Nível 5 – Otimizado:** o mais alto nível de maturidade CMMI, onde uma organização atingiu todos os objetivos específicos atribuídos para os níveis 2, 3, 4 e 5 e os objetivos genéricos atribuídos para os níveis de maturidade 2 e 3. Os processos são continuamente aperfeiçoados, baseados em um entendimento quantitativo em que a variação de um processo existe devido às interações normais e presumidas entre os componentes desse processo. O objetivo deste nível de maturidade é a melhoria contínua do processo. Suas KPA's são:
 - Inovação organizacional;
 - Análise de causas e resoluções.

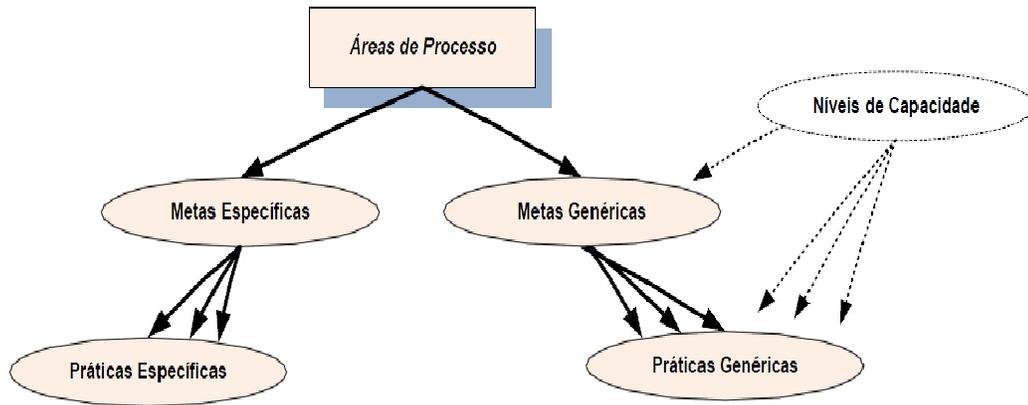


Figura 3.4(a) CMMI – Representação Contínua

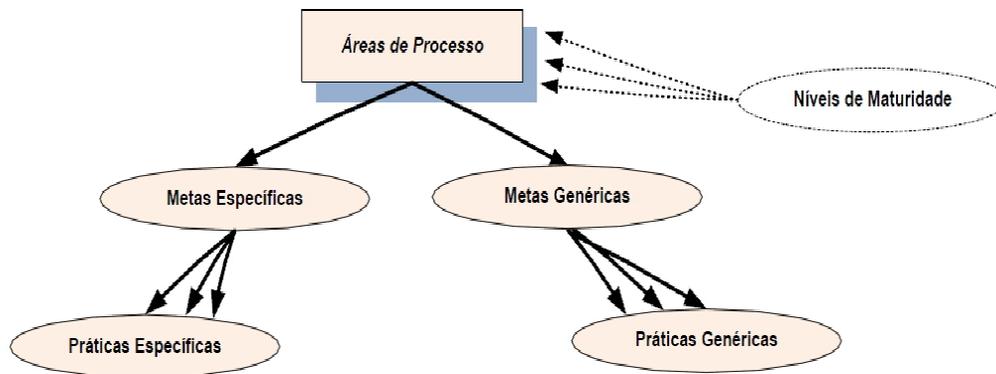


Figura 3.4(b) CMMI – Representação por Estágios

É importante ressaltar que as áreas de processo são vistas diferentemente nas duas representações. Com a representação contínua, é possível à organização escolher o foco de seus esforços para a melhoria de processo ao selecionar áreas de processo ou conjuntos inter-relacionados de áreas de processo que sejam mais vantajosas para a organização e seus objetivos estratégicos. Para facilitar o uso da representação contínua, as áreas de processo são organizadas em quatro categorias: Gestão de Processo, Gestão de Projeto, Engenharia e Suporte. Para melhor compreender as áreas de processo, a categoria de cada uma e o nível de maturidade, observe a tabela 3.2.

Tabela 3.2. Áreas de Processo, suas categorias e níveis de maturidade.

Área de Processo	Categoria	Nível de maturidade
Análise e Resolução de Causas	Suporte	5
Gestão de Configuração	Suporte	2
Análise e Tomada de Decisões	Suporte	3
Gestão Integrada de Projeto + IPPD ¹³	Gestão de Projeto	3
Medição e Análise	Suporte	2
Implantação de Inovações na Organização	Gestão de Processo	5
Definição dos Processos da Organização + IPPD	Gestão de Processo	3
Foco nos Processos da Organização	Gestão de Processo	3
Desempenho dos Processos da Organização	Gestão de Processo	4
Treinamento na Organização	Gestão de Processo	3
Integração de Produto	Engenharia	3
Monitoramento e Controle de Projeto	Gestão de Projeto	2
Planejamento de Projeto	Gestão de Projeto	2
Garantia da Qualidade de Processo de Produto	Suporte	2
Gestão Quantitativa de Projeto	Gestão de Projeto	4
Desenvolvimento de Requisitos	Engenharia	3
Gestão de Requisitos	Engenharia	2
Gestão de Contrato com Fornecedores	Gestão de Projeto	2
Solução Técnica	Engenharia	3
Validação	Engenharia	3
Verificação	Engenharia	3

A representação por estágios considera o tratamento das áreas de processo no contexto do nível de maturidade ao qual pertencem. Para apoiar o

¹³ IPPD: Desenvolvimento Integrado de Processo e Produto (IPPD) que foi um dos modelos para os quais foram desenvolvidos CMMs.

uso da representação por estágios, as áreas de processo estão agrupadas por nível de maturidade, indicando quais áreas de processo devem ser implementadas para alcançar o nível de maturidade.

3.4. Considerações

Os conceitos e características dos padrões de desenvolvimento de software apresentados neste capítulo serviram como base para a sistematização do processo otimizado para a produção de módulos educacionais.

É importante ressaltar que em alguns padrões foram propostas adaptações para a elaboração de um processo que estivesse de acordo com as necessidades e demandas do projeto no qual este trabalho está inserido.

As adaptações, assim como a estrutura geral do processo otimizado para a produção de módulos educacionais serão apresentadas no capítulo 4 .

CAPÍTULO 4 – Processo Otimizado para a Produção de Módulos Educacionais

4.1. Introdução

A padronização de um processo de desenvolvimento de software é de grande importância na obtenção de um software de qualidade. Segundo o modelo CMMI [2006], existem três dimensões críticas no desenvolvimento de um produto de software, que são: pessoas, procedimentos e ferramentas. Para manter a coesão dessas três dimensões, são utilizados processos que permitem alinhar a maneira de fazer negócios, otimizar a utilização de recursos e possibilitar uma melhor compreensão das tendências de negócio.

Outro aspecto importante apresentado por CMMI [2006] é que pessoas e tecnologias são importantes, porém:

*“Estamos vivendo em um mundo onde tecnologias sofrem mudanças que alcançam uma ordem de grandeza a cada dez anos. Da mesma forma, é comum que pessoas trabalhem para várias empresas ao longo de suas carreiras profissionais. Vivemos em um mundo dinâmico. Ao focar em processo, obtêm-se os fundamentos necessários para enfrentar um mundo em constante mudança e para maximizar a produtividade das pessoas e o uso da tecnologia, visando maior competitividade.”*CMMI [2006, p.04]

Levando em consideração que o processo é o que mantém a coesão entre pessoas, procedimentos e ferramentas, a pesquisa proposta neste trabalho teve como objetivo estabelecer um processo para a produção de módulos educacionais, estruturado e compatível com as necessidades que surgiram ao longo dos anos de existência do projeto Conexão do Saber.

As próximas seções foram escritas com a intenção de apresentar primeiro uma definição de módulo educacional, baseado no contexto do projeto Conexão do Saber. Logo após, apresentaremos a equipe envolvida no desenvolvimento destes módulos educacionais e, na sequência, todas as etapas que fazem parte

do processo, que são: Análise de Requisitos, Projeto, Implementação e Testes, cada uma com a sua especificidade conforme os padrões e regras estabelecidos ao longo desta pesquisa.

Para esta explanação, a divisão deste capítulo foi feita da seguinte forma: a definição para módulos educacionais, dentro do nosso contexto, é apresentada na seção 4.2, o processo otimizado para a produção de módulos educacionais é detalhado na seção 4.3 e a validação do mesmo é feita pela seção 4.4. Por fim, algumas considerações sobre o processo otimizado são feitas na seção 4.5.

4.2. Módulos Educacionais uma Definição

No escopo deste trabalho, módulo educacional pode ser definido como o conjunto de atividades interativas e lúdicas com o intuito de complementar e/ou avaliar um conteúdo já desenvolvido com os alunos em sala de aula. Os principais elementos de um módulo educacional podem ser visualizados na figura 4.1, a seguir:

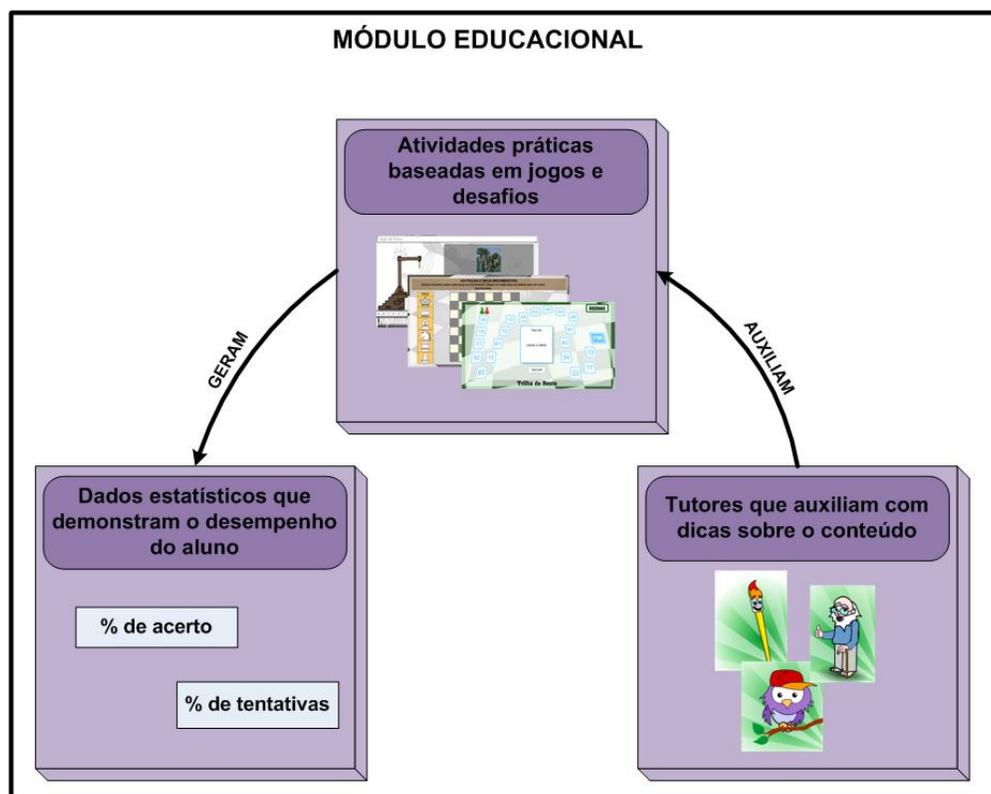


Figura 4.1. Elementos de um módulo educacional

As **Atividades** presentes em um módulo educacional são constituídas por jogos e desafios que visam proporcionar, ao usuário final, o aluno, um contato diferenciado com o conteúdo desenvolvido em sala de aula.

Outro elemento importante nos módulos educacionais é o **Tutor**, cuja finalidade é oferecer dicas que ajudem o usuário final no desenvolvimento da atividade proposta. É importante ressaltar que a finalidade do tutor não é ensinar algum conteúdo e muito menos apresentar textos extensos sobre determinado assunto, seu intuito é sugerir dicas simples para que o usuário final consiga desenvolver o que é sugerido pela atividade com maior facilidade; outra função do tutor de uma disciplina é a de sinalizar para o usuário final seu acerto ou a opção de tentar novamente.

O elemento descrito como **Dados Estatísticos** objetiva fornecer informações sobre o desempenho do usuário final no desenvolvimento das atividades propostas. Este desempenho é medido de acordo com o tempo gasto para a conclusão das atividades, a quantidade de tentativas que foram necessárias para concluir a atividade com êxito, a quantidade de erros e acertos, entre outras informações.

4.3. Processo Otimizado para a Produção de Módulos Educacionais

O processo otimizado para produção de módulos educacionais segue o modelo de processo em espiral, apresentado na seção 3.2.5, onde as fases são repassadas algumas vezes até chegarmos ao produto final. A estrutura geral deste processo pode ser visualizada na figura 4.2.

É importante observarmos que a primeira iteração, apresentada na figura 4.2, contempla apenas as atividades de análise de requisitos e projeto. Este fato acontece, pois primeiro são entregues os documentos gerais de desenvolvimento, que serão detalhados nas seções 4.3.2 e 4.3.3. Nas demais iterações, ocorre a entrega dos módulos educacionais.

As sequências de atividades das etapas de implementação e de testes serão detalhada nas seções 4.3.4 e 4.3.5.

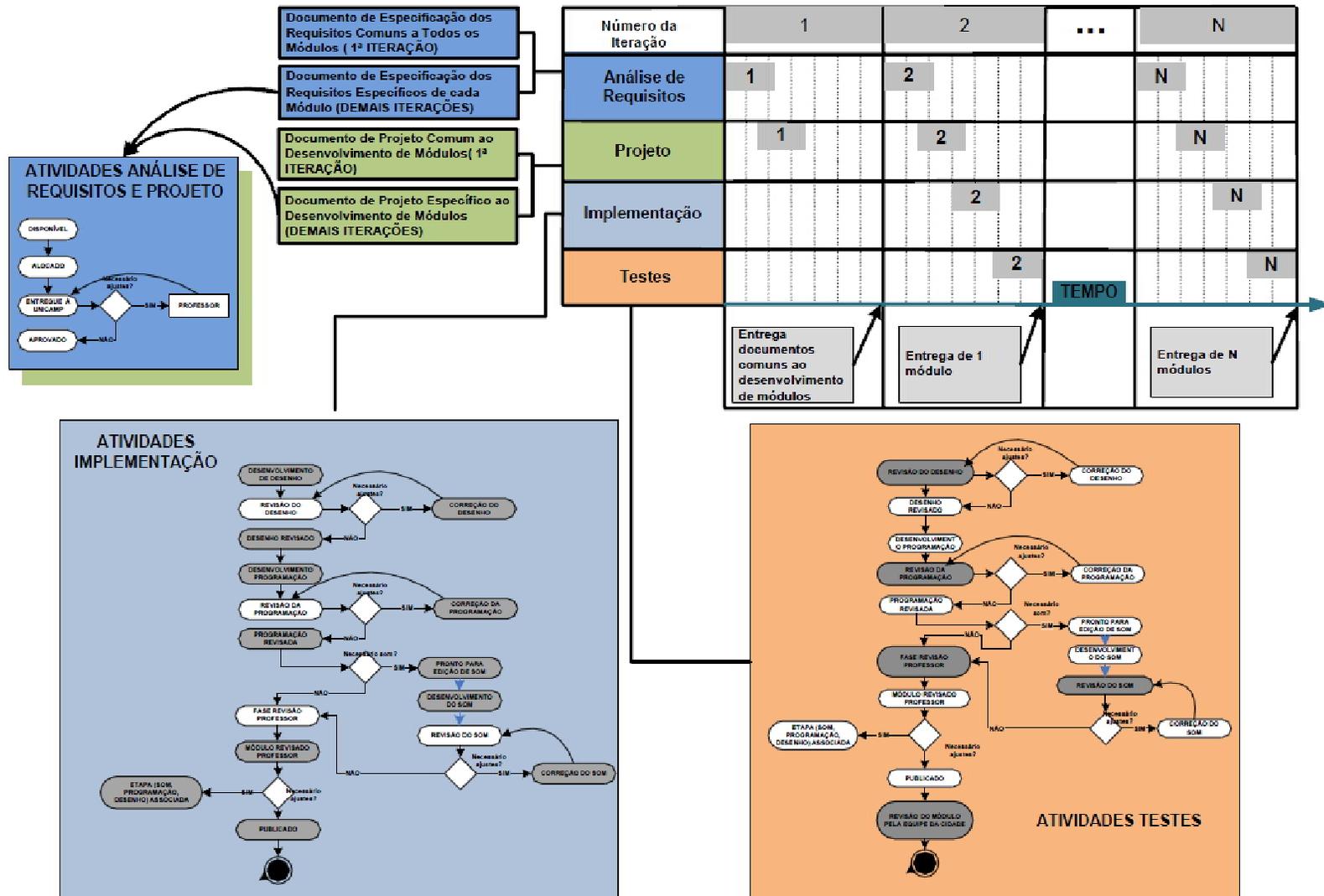


Figura 4.2 Processo Otimizado para a Produção de Módulos Educacionais

O processo otimizado foi elaborado com o objetivo de sistematizar as atividades de produção dos módulos educacionais para que fosse possível obter uma maior qualidade¹⁴ do produto entregue.

É importante ressaltar que, além de sistematizar as atividades para produção dos módulos educacionais, o processo otimizado tem como uma de suas principais vantagens a possibilidade da participação do professor no processo de desenvolvimento. Esta participação é importante porque o professor conhece a realidade da sala de aula e, por meio do processo criado, tem a possibilidade de participar de algumas etapas do desenvolvimento, auxiliando na produção de um produto que esteja de acordo com suas necessidades.

4.3.1 Equipe de Desenvolvimento dos Módulos Educacionais

Antes de detalhar as etapas do processo otimizado para a produção de módulos educacionais é importante apresentar a equipe envolvida no processo, que é diferente do que foi proposto pelo PGL; no qual possuíamos o **conteudista** (responsável por escrever o conteúdo do módulo, definido como *Subject Matter Expert*), o **projetista** (responsável por definir jogos para o conteúdo submetido, definido como *Instructional Designer*) e o **desenvolvedor** (responsável por fazer a tradução para a informática de tudo que foi solicitado pelo conteudista e projetista, definido como *Technical Expert*).

Com o passar dos anos e a experiência adquirida nos municípios participantes, verificou-se a necessidade de uma equipe com profissionais especializados em áreas específicas, como desenho, programação, pedagogia e som. O papel de cada equipe, no processo otimizado para a produção de módulos educacionais pode ser observado na figura 4.3.

¹⁴ A qualidade do processo de desenvolvimento de módulos educacionais é medida em termos da entrega nos prazos estabelecidos, diminuição no tempo de desenvolvimento e da quantidade de correções no produto finalizado.

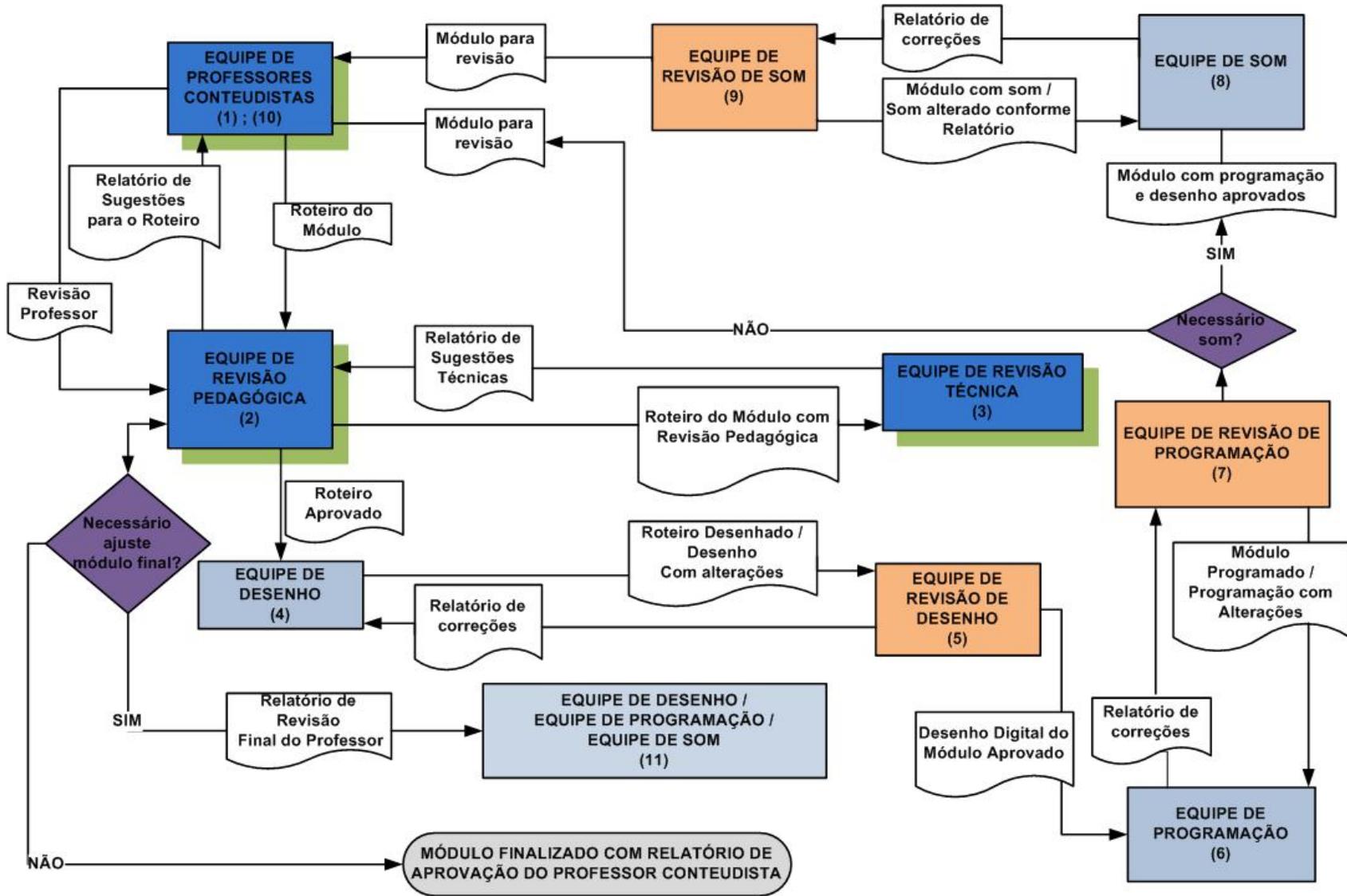


Figura 4.3 O Papel de Cada Equipe no Processo de Desenvolvimento.

A seguir, apresenta-se uma descrição detalhada do papel desempenhado pelas equipes envolvidas no processo otimizado para a produção de módulos educacionais.

A **Equipe de Professores Conteudistas** é responsável pela produção dos roteiros¹⁵ dos módulos educacionais e revisão final dos módulos produzidos. Para o trabalho desta equipe com a utilização do processo otimizado, foi possível criar um cenário de produção de conteúdo distribuído, o qual será detalhado na seção 4.3.4. No decorrer deste trabalho, os membros desta equipe poderão ser referenciados como usuário intermediário. Esta referência deve-se ao fato de que os módulos têm como usuário final o aluno, porém são uma ferramenta a mais nas mãos do professor em seu cotidiano escolar, o que o torna um usuário intermediário do módulo educacional.

A **Equipe de Revisão Pedagógica** é responsável pela revisão pedagógica dos roteiros enviados pela equipe de professores conteudistas e também pela avaliação dos relatórios finais de revisão enviados pela mesma equipe. A revisão dos roteiros se faz necessária, pois estes devem obedecer aos formatos e regras estabelecidos pelo processo de desenvolvimento. É importante ressaltar que não existe uma imposição de metodologia de ensino para a confecção dos roteiros para os módulos educacionais, desta forma, a equipe pedagógica tem a função de analisar o roteiro do ponto de vista do conteúdo e interatividade que este sugere.

A produção do desenho digital do roteiro enviado pelo professor conteudista é realizada pela **Equipe de Desenho**. Uma das principais funções desta equipe é a de tornar as páginas propostas pelo professor mais atrativas visualmente, ou seja, elaborar páginas que chamem a atenção do usuário. É importante ressaltar que, mesmo sendo atrativos visualmente, os módulos educacionais são desenhados com o foco na atividade proposta. Sendo assim, todas as animações e imagens que a equipe de desenho utiliza nas páginas de um módulo têm um propósito e estão de acordo com a atividade.

A **Equipe de Revisão de Desenho** tem como função verificar se o desenho digital, feito pela equipe de desenho, está de acordo com o que foi

¹⁵ Conjunto de documentos enviados pela equipe de professores conteudistas para a produção dos módulos educacionais. Uma melhor definição é feita na seção 4.3.4.1.

solicitado pelo professor conteudista em seu roteiro e se está dentro dos padrões estabelecidos pelo processo otimizado.

A **Equipe de Programadores** desenvolve a programação necessária para que as atividades de um módulo educacional possam ser executadas pelos usuários.

A **Equipe de Revisão de Programação** verifica se a programação desenvolvida pela equipe de programadores está de acordo com o que foi solicitado pelo professor conteudista em seu roteiro.

A **Equipe de Som** edita e aplica o som nos módulos que solicitam este recurso.

A **Equipe de Revisão de Som** é responsável por verificar se o som está de acordo com o que foi solicitado no roteiro original e se apresenta, ou não, alguma falha de edição.

4.3.2 Análise de Requisitos

O fato deste processo de desenvolvimento ser “otimizado” deve-se, principalmente, às etapas de análise de requisitos e projeto.

Esta otimização é referente à divisão dos documentos de especificação de requisitos e de projeto, os quais foram desenvolvidos tendo como base o documento de especificação de requisitos proposto pelo padrão IEEE 830, cuja discussão foi realizada na seção 3.2.1.1 e o documento de projeto proposto pelo padrão IEEE 1016, cuja discussão foi realizada na seção 3.2.2.1.

A etapa análise de requisitos, assim como citado na seção 3.2.1, tem por objetivo especificar de forma clara e objetiva o software a ser desenvolvido e apresenta, como resultado, o documento de especificação de requisitos, assim como descrito pela figura 4.4.

Nesta etapa do processo otimizado, o principal objetivo foi o de possibilitar ao usuário intermediário (professor conteudista) a definição do módulo a ser desenvolvido da forma mais simples possível. Para isto, foi necessário criar recursos e padrões que dessem suporte suficiente para que este usuário

expusesse os requisitos do seu módulo, sem a necessidade de um conhecimento profundo de informática ou mesmo de jogos.

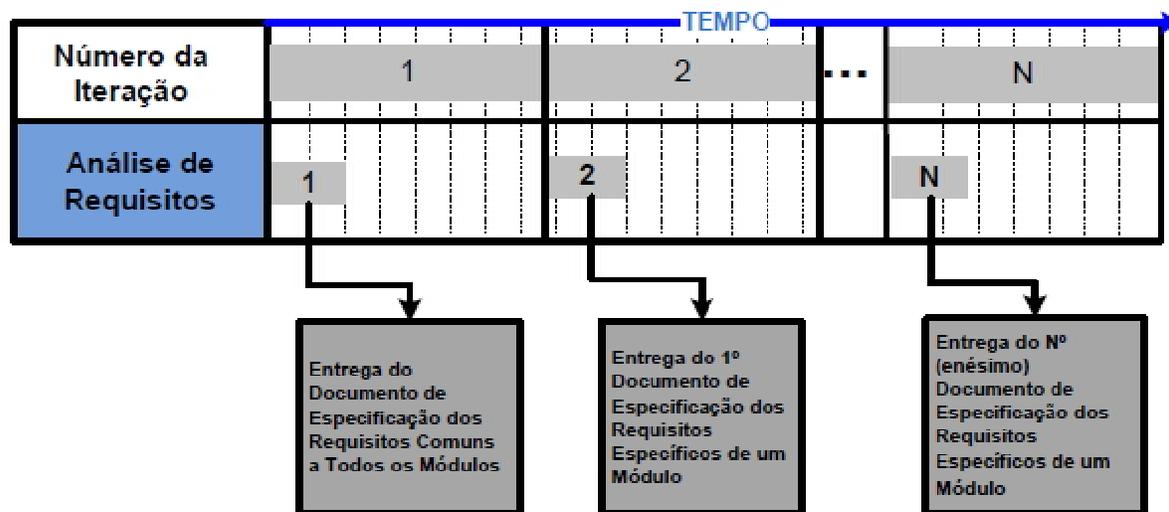


Figura 4.4 Etapa de Análise de Requisitos do Processo Otimizado.

Sendo assim, faz-se necessário apenas o conhecimento deste usuário acerca do conteúdo a ser desenvolvido e das ferramentas disponibilizadas para transformar este conteúdo em atividades interativas e desafiadoras que ajudem em suas necessidades de sala de aula. Para alcançar este objetivo, que se traduz em uma otimização do processo, o documento de especificação de requisitos foi dividido em dois documentos, como segue.

O **Documento de Especificação dos Requisitos Comuns a Todos os Módulos** é entregue na primeira iteração, como demonstra a figura 4.4, e tem como finalidade especificar as características comuns ao desenvolvimento de todos os módulos educacionais. Este documento sofre alterações a cada novo município participante do projeto Conexão do Saber. O padrão deste documento obedeceu às regras apresentadas na seção 3.2.1.1. A tabela 4.1 apresenta e um breve exemplo deste documento.

O **Documento de Especificação dos Requisitos Específicos de cada Módulo** levando em consideração que as especificações comuns ao desenvolvimento dos módulos educacionais são registradas no **documento de**

requisitos comum a todos os módulos, o documento de requisitos específicos torna-se mais simples, o que facilita sua confecção pelo usuário intermediário. É importante ressaltar que, para definir este documento, nos baseamos nas etapas de 1 a 4 da metodologia estabelecida pelo projeto PGL para confecção de conteúdo educacional e no exemplo de documento de especificação de requisitos apresentado na seção 3.2.1.1.

O documento de requisitos específicos de um módulo foi confeccionado, conforme dito anteriormente, para facilitar seu desenvolvimento pelo usuário intermediário. Sendo assim, este documento leva em consideração duas características do documento de especificação de requisitos, apresentado na seção 3.2.1.1: **Características do Usuário** e **Exigências Específicas**. A tabela 4.2 apresenta um exemplo real de especificação de requisitos específicos de um módulo educacional.

Ao final da etapa de Análise de Requisitos, temos a entrega de um documento de especificação comum para o desenvolvimento de todos os módulos educacionais referentes a este município e vários documentos específicos. É importante ressaltar que a quantidade de documentos específicos depende da quantidade de módulos que foi solicitado pelo município participante e esta informação está descrita no Documento de Especificação dos Requisitos Comuns a Todos os Módulos, em **restrições**.

Tabela 4.1.Documento de Especificação de Requisitos Comuns a Todos os Módulos

Introdução	<p>Este documento especifica os requisitos comuns dos módulos educacionais que fazem parte do projeto Conexão do Saber para a cidade <NOME DA CIDADE> .</p> <p>Os requisitos, aqui especificados, são o resultado da contribuição de várias pessoas, que incluem professores das redes públicas de ensino da cidade <NOME DA CIDADE>, pesquisadores do projeto PGL, professores e pesquisadores da Universidade Estadual de Campinas.</p> <p>Cada um dos módulos educacionais produzidos possui características que o diferencia dos demais. Sendo assim, para compreender todos os requisitos de um módulo, é necessário recorrer ao documento de especificação de requisitos comuns (que é geral para todos os módulos DESTA CIDADE) e ao documento de requisitos específicos de cada módulo.</p>
Propósito	<p>Este documento registra os requisitos comuns para o desenvolvimento de módulos educacionais da cidade <NOME DA CIDADE>; independente da característica individual de cada um.</p> <p>Este documento foi produzido para ser acessado pela equipe de desenvolvimento responsável pela implementação e, se necessário for, pela equipe responsável pela produção dos roteiros de cada módulo.</p>
Escopo	<p>Os módulos educacionais disponibilizados pelo projeto Conexão do Saber têm como principal objetivo servir como uma ferramenta de apoio ao conteúdo ministrado em sala, ou seja, são desenvolvidos levando em consideração que o conteúdo pertinente para a realização das atividades já foi ministrado em sala de aula.</p> <p>Cada módulo educacional utiliza um terço de uma aula de laboratório de 45 minutos, possibilitando, desta forma, que os professores selecionem até três módulos para cada aula.</p>
Definições, acrônimos e abreviações	<p>Usuário intermediário: professor conteudista, que produz roteiros para os módulos educacionais ou professor de sala de aula que não seja produtor de roteiros.</p> <p>Usuário final: alunos da Educação Infantil e do Ensino Fundamental de escolas públicas e particulares.</p> <p>Módulo Educacional: conjunto de atividades lúdicas e interativas, com o intuito de aprimorar o conhecimento adquirido em sala de aula.</p>
Referências	IEEE Std 830 – IEEE Recommended Practice for Software Requirements Specifications,1998. ISBN 0-7381-0332-2
Descrição Geral	
Perspectiva do Produto	<p>Os módulos educacionais contêm atividades que complementam a matéria ministrada em sala de aula. Cada módulo possui no mínimo 6 e no máximo 7 páginas de atividades dentro de um determinado conteúdo.</p> <p>As atividades são desenvolvidas com a utilização de jogos e, em sua maioria, são independentes umas das outras, ou seja, a realização de uma atividade não depende da realização da atividade anterior.</p>
Funcionalidades do Produto	Os módulos educacionais servem como uma ferramenta educacional a mais nas mãos do professor. Cada módulo proporciona um ambiente de aprendizagem interativo que possibilita a junção dos desafios dos jogos aos conteúdos ministrados em sala de aula.
Características do Usuário	As características de cada usuário são descritas no Documento Específico de cada módulo.
Restrições	<p>Os módulos educacionais podem ser utilizados nas plataformas Windows e Linux. Na plataforma Linux, indica-se a utilização da versão Ubuntu com flash player 10.</p> <p>Devem ser confeccionados X módulos educacionais, onde X representa a quantidade de módulos solicitados pela cidade <NOME DA CIDADE> .</p> <p>Os conteúdos a serem desenvolvidos são especificados pela cidade <NOME DA CIDADE> conforme suas necessidades.</p>
Suposições e Dependências	Não se aplica.

Tabela 4.2.Documento de Especificação de Requisitos Específicos de cada Módulo

Características do Usuário	Este módulo foi confeccionado para alunos do sexto ano do Ensino Fundamental, que possuem, em sua grade escolar, a disciplina de inglês.
Exigências Específicas	
Conteúdo do Módulo	There to be; family members; where; possessive adjectives; prepositions of place.
Título do Módulo	At home
Conhecimentos Prévios	Verbo “to be”, vocabulário pertinente ao tema “família” e “partes da casa”, caso possessivo, “possessive adjectives”, pronomes pessoais, “short answers”, “there to be”, pequenos textos descritivos.
Objetivos	Permitir aos alunos a prática e a revisão de estruturas linguísticas que possibilitem informar e procurar informações sobre graus de parentesco e localização de objetos e pessoas em uma casa.
Observações Gerais	Para este módulo, deve ser utilizada a gravação que envio em anexo. Esta gravação pode ser editada para correção de possíveis imperfeições. Não devem ser utilizadas imagens infantilizadas, dar preferências a fotos para as atividades propostas.
Descrição das Páginas de Atividades	
Descrição da Página 1	Página de um “blog” de uma garota inglesa em que os alunos terão de relacionar as figuras dos membros de sua família aos nomes desses membros em inglês.
Descrição da Página 2	Trata-se de uma árvore genealógica na qual os alunos terão de encontrar informações sobre os nomes das pessoas a partir do grau de parentesco entre elas.
Descrição da Página 3	Caça-palavras com o vocabulário pertinente ao tema “family members”.
Descrição da Página 4	Nesta página, o aluno terá de localizar onde os membros da família de Anna estão, depois de terem ouvido o vocabulário referente a cada cômodo da casa.
Descrição da Página 5	No primeiro exercício, os alunos terão de identificar as sentenças verdadeiras, a partir da observação do quarto de Anna. No segundo exercício, terão de arrastar os objetos certos para os lugares indicados em um pequeno texto.
Descrição da Página 6	O aluno deverá montar o quebra-cabeça, no máximo, em 2 minutos. Em seguida, deverá clicar sobre as frases verdadeiras de acordo com o que aparece na casa de bonecas da figura. Palavras-chave: Family members, house, family tree, Ensino Fundamental, língua inglesa, English.

4.3.3 Projeto

Esta fase tem como objetivo transformar os resultados obtidos na fase de análise de requisitos em documentos que possam ser lidos e interpretados pelo programador. Tal qual a fase de análise de requisitos, a fase de projeto também foi dividida em dois documentos, com o intuito de facilitar a participação do usuário intermediário, otimizando o processo de desenvolvimento. A figura 4.5 apresenta a estrutura geral da fase de projeto.

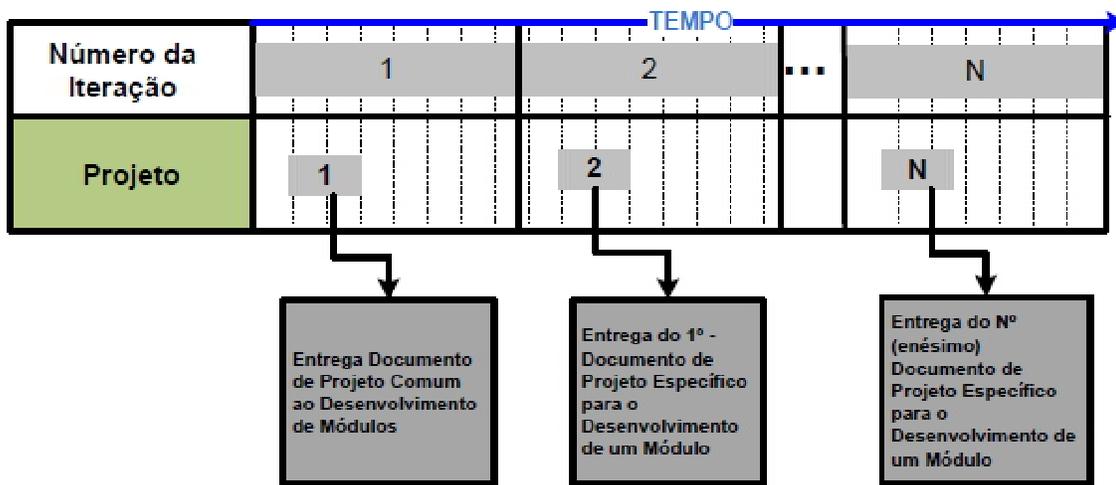


Figura 4.5 Etapa de Projeto do Processo Otimizado

O **Documento de Projeto Comum ao Desenvolvimento de Módulos** é entregue na primeira iteração, como demonstra a figura 4.5. Este documento sofre alterações a cada novo município a participar do projeto Conexão do Saber, pois depende da estrutura estabelecida junto à cidade participante. Por exemplo, em algumas cidades, o professor conteudista pode determinar o conteúdo do módulo a ser desenvolvido sem a necessidade de alocá-lo com antecedência, outras vezes a cidade solicita que esta alocação de conteúdo seja controlada pelo projeto. A elaboração deste documento seguiu as regras apresentadas pela seção 3.2.2.1 e um exemplo sucinto é apresentado na tabela 4.3.

O **Documento de Projeto Específico ao Desenvolvimento de Módulos** leva em consideração que os detalhes de projeto comuns ao desenvolvimento dos módulos educacionais são registrados no **documento de projeto comum ao desenvolvimento de módulos**, sendo assim este documento torna-se mais simples, o que facilita sua confecção pelo usuário intermediário. É importante ressaltar que, assim como o documento de requisitos específicos de um módulo, o documento de projeto faz uso das etapas 5 e 6 propostas pela metodologia PGL para elaboração dos conteúdos para os módulos educacionais e dos padrões estabelecidos para o desenvolvimento de um documento de projeto apresentados pela seção 3.2.2.1. Parte de um documento de projeto específico pode ser visualizado na figura 4.6.

O documento de projeto específico de um módulo educacional é organizado em no mínimo 6 e no máximo 7 páginas, onde cada uma apresenta uma estrutura parecida com a que é apresentado na figura 4.6.

Ao observarmos a figura 4.6, é possível observar que existem elementos obrigatórios e não obrigatórios na descrição do projeto de uma atividade. Os elementos obrigatórios são:

- **Atividades:** Este elemento engloba as atividades que são propostas para esta página. O usuário intermediário deve esboçar cada atividade da forma mais objetiva possível.
- **Enunciado:** Todas as páginas de atividades de um projeto devem conter um enunciado, também denominado comanda, pois é este que apresenta, ao usuário final, o que deve ser executado na página.
- **Resposta:** É obrigatório enviar a resposta de todas as atividades propostas.
- **Explicação no verso:** Esta explicação permite ao professor conteudista, detalhar a forma como a atividade deve ser implementada. É de extrema importância que esta explicação seja o mais detalhada possível, para que a implementação da atividade seja feita conforme as necessidades deste professor.

Tabela 4.3. Documento de Projeto Comum ao Desenvolvimento de Módulos

Título	Projeto Comum para o Desenvolvimento de Módulos Educacionais
Dados Gerais	
Projeto	Projeto Elaborado para a cidade <Nome da Cidade>
Fase	Número da parceria. Aqui é especificado em que fase estamos na cidade participante. Fase 1 – Primeira participação Fase 2 – Metas estabelecidas para a primeira participação foram finalizadas e estamos na fase 2 que seria a segunda participação. E assim segue, sucessivamente, conforme a quantidade de participações estabelecidos com cada cidade.
Responsáveis	Neste campo elencamos as pessoas responsáveis pela elaboração do projeto de desenvolvimento. Algumas cidades dividem o desenvolvimento dos módulos conosco. Sendo assim, aqui deve estar o nome de todos os participantes.
Introdução	Este documento descreve o projeto comum ao desenvolvimento dos módulos educacionais e sofre mudanças a cada novo município vinculado ao projeto Conexão do Saber. Tem por finalidade apresentar as principais características de projeto, conforme as necessidades apresentadas pelo documento de especificação de requisitos comum ao desenvolvimento de módulos educacionais.
Observações Gerais	Este documento deve ser lido em conjunto com os documentos de projeto específicos para cada módulo educacional
Usuários dos Módulos <i>(não estão listados todos os usuário)</i>	Usuário intermediário: professor conteudista, que produz roteiros para os módulos educacionais ou professor de sala de aula que não seja produtor de roteiros. Usuário final: alunos da Educação Infantil e do Ensino Fundamental de escolas públicas e particulares.
Aluno	O aluno é o usuário final dos módulos educacionais.
Professor	O Professor é o usuário intermediário dos módulos educacionais, pois estes são uma ferramenta a mais no seu cotidiano para o aprimoramento do conteúdo ministrado em sala de aula.
Atividades dos Usuários <i>(não estão listadas todas as atividades)</i>	
Executar atividades dos Módulos	Esta atividade pode ser executada tanto pelo usuário aluno como pelo usuário professor
Desenvolver Roteiros	A atividade de desenvolvimento de roteiros é realizada pelo professor conteudista
Alocar Conteúdos	Para o desenvolvimento de roteiros, o professor conteudista deve alocar conteúdos no sistema de controle de produção.

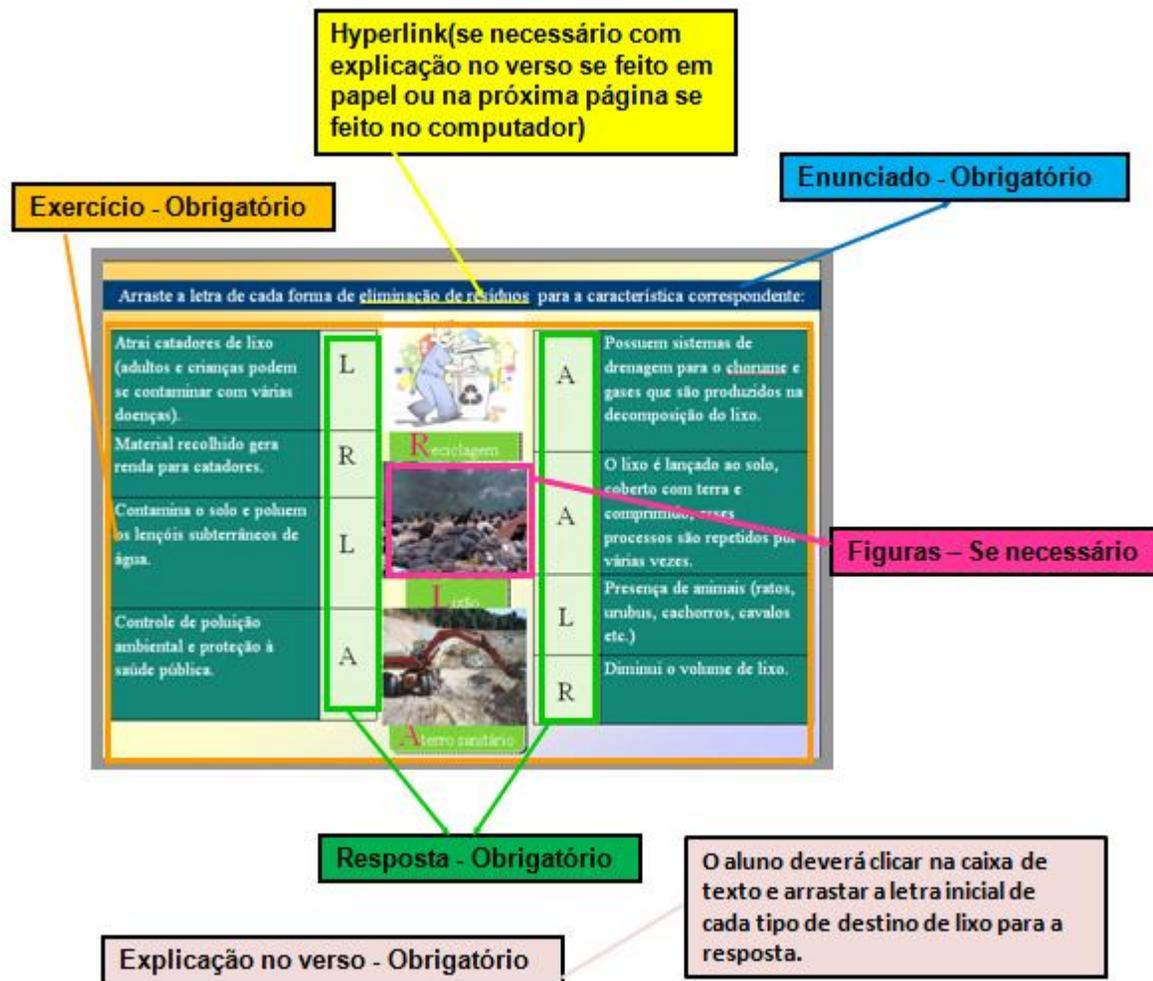


Figura 4.6 Documento de Projeto Específico para cada Atividade de um Módulo Educacional.

Os elementos opcionais foram acrescentados ao documento de projeto específico de um módulo, para que o professor conteudista tivesse uma maior quantidade de recursos para melhor detalhar o projeto do seu módulo educacional. Estes elementos são:

- **Hyperlink:** Este recurso pode ser utilizado pelo professor para a inserção de uma pequena explicação que ajude o aluno ou o próprio professor, que utilize o módulo na realização da atividade. Também pode ser utilizado para apresentar uma curiosidade sobre o conteúdo que é apresentado na atividade.
- **Figuras:** As figuras podem ser utilizadas desde que estejam dentro do contexto do módulo educacional; não é permitido o uso de figuras apenas para “enfeitar” uma atividade.
- **Som:** A utilização de som segue a mesma regra estabelecida para o uso de figuras, porém para os módulos confeccionados para Educação Infantil, o uso de som é obrigatório e independe do pedido do professor conteudista.

4.3.4 Fases Comuns às etapas de Análise de Requisitos e Projeto

Na figura 4.2, observamos que a confecção e entrega dos documentos específicos de um módulo demandam algumas fases do processo otimizado, as quais são apresentadas na figura 4.7.

A fase **Disponível** tem por objetivo incluir na base de desenvolvimento todos os conteúdos solicitados pelos coordenadores pedagógicos do município, para que os professores conteudistas possam escolher e desenvolver os documentos específicos de um módulo educacional. A fase disponível deve ser executada após o levantamento de requisitos realizado na primeira iteração do processo otimizado.

Na fase **Alocado** o professor conteudista escolhe um conteúdo e este passa para a fase **alocado**. Cada professor conteudista pode alocar até três conteúdos para desenvolver. É importante ressaltar que as fases **alocado** e **disponível** são

opcionais e serão inseridas no processo conforme solicitação da cidade participante. Desta forma, possibilitamos ao município participante o controle dos conteúdos a serem desenvolvidos caso seja este o seu interesse.



Figura 4.7 Atividades Comuns à Análise de Requisitos e Projeto

Na fase **Entregue à UNICAMP** os documentos específicos, entregues pelos professores conteudistas, são analisados pela equipe pedagógica e pela equipe técnica. Caso não estejam de acordo com as regras estabelecidas pelo projeto, estes documentos são reenviados para o professor conteudista com um relatório de sugestões pedagógicas e técnicas. Caso não haja necessidade de mudanças, estes documentos passam para a fase **aprovado**. O formato de entrega dos documentos específicos de um módulo será apresentado na seção 4.3.4.1.

É importante ressaltar que 80% dos roteiros **Entregues à Unicamp** não necessitam de ajustes para sua confecção. Este fato demonstra a qualidade, que é possível alcançar, nesta parceria de desenvolvimento de módulos educacionais com os professores municipais.

Na fase **Aprovado** estão todos os documentos específicos que passaram pela equipe pedagógica e técnica, foram aprovados e aguardam o início da implementação.

4.3.4.1. Produção de Roteiros dos módulos Educacionais

Após as fases apresentadas na seção 4.3.4, tem início a implementação do módulo educacional. Porém, antes da apresentação das fases para a implementação, será demonstrado o padrão de entrega destes documentos específicos, que em nosso contexto são denominados roteiro de um módulo educacional, que é a junção dos seguintes documentos: **documento de especificação de requisitos específicos de um módulo educacional** e **documento de projeto específico de um módulo educacional**.

Este roteiro possibilita ao professor conteudista a abstração de detalhes técnicos e formais do desenvolvimento de um módulo educacional. Estes detalhes, assim como apresentado anteriormente, são descritos nos documentos denominados comuns na etapa de análise de requisitos e na etapa de projeto.

A divisão de documentos, que foi apresentada nas seções 4.3.2 e 4.3.3, tornou-se, para o processo de desenvolvimento de um módulo educacional, fator determinante para a produção da quantidade de módulos que foi solicitado pelos municípios participantes, pois simplificou-se o documento a ser entregue pelo professor conteudista e possibilitou-se a este descrever o seu módulo de uma maneira simples e adequada ao seu cotidiano.

Para melhor visualizar a junção destes dois documentos que resulta no roteiro de um módulo educacional, serão apresentadas, a seguir, as figuras 4.8(a) e 4.8(b) que representam, respectivamente, o documento de especificação de requisitos específicos e o documento de projeto específico de um módulo educacional.

Módulo de Inglês

6º ano – Ciclo II – Ensino Fundamental

“At home”

**Conteúdo: There to be; family members;
where; possessive adjectives;
prepositions of place.**

Professora: Cristina Varanda

Santos – SP

Maio/2008

Figura 4.8 (a) 1ª parte. Documento de Especificação de Requisitos Específico de um Módulo Educacional

Ficha do Módulo

- Nome do professor: Cristina Varanda
- Nome da escola: Equipe Interdisciplinar da Secretaria de Educação de Santos
- E-mail: crisvaranda-seduc@santos.sp.gov.br
- Telefone: (13) 32281818 ramal 1840
- Conteúdo do Módulo: There to be; family members; where; possessive adjectives; prepositions of place.
- Título do Módulo: "At home"
- Disciplina/série: Inglês – 6º ano – Ciclo II – Ensino Fundamental
- Objetivos do módulo: permitir que os alunos revisem as estruturas aprendidas em sala de aula, por meio de jogos e atividades lúdicas computacionais.
- Pré-requisitos: verbo "to be", vocabulário pertinente ao tema "família" e "partes da casa", caso possessivo, possessive adjectives, pronomes pessoais, short answers, there to be, pequenos textos descritivos.
- Objetivos de aprendizagem: permitir aos alunos a prática e a revisão de estruturas linguísticas que possibilitem informar e procurar informações sobre graus de parentesco e localização de objetos e pessoas em uma casa.
- Descrição do módulo:
- Página 1: página de um "blog" de uma garota inglesa em que os alunos terão de relacionar as figuras dos membros de sua família aos nomes desses membros em inglês.
- Página 2: trata-se de uma árvore genealógica na qual os alunos terão de encontrar informações sobre os nomes das pessoas a partir do grau de parentesco entre elas.
- Página 3: caça-palavras com o vocabulário pertinente ao tema "family members".
- Página 4: nesta página, o aluno terá de localizar onde os membros da família de Anna estão, depois de terem ouvido o vocabulário referente a cada cômodo da casa.
- Página 5: no primeiro exercício, os alunos terão de identificar as sentenças verdadeiras, a partir da observação do quarto de Anna. No segundo exercício, terão de arrastar os objetos certos para os lugares indicados em um pequeno texto.
- Página 6: o aluno deverá montar o quebra-cabeça, no máximo, em 2 minutos. Em seguida, deverá clicar sobre as frases verdadeiras de acordo com o que aparece na casa de bonecas da figura.
Palavras-chave: Family members, house, family tree, Ensino Fundamental, língua inglesa, English.

Figura 4.8 (a) 2ª parte. Documento de Especificação de Requisitos Específico de um Módulo Educacional

1

At home

Este é o *blog* de Anna, uma garota inglesa. Ligue as fotos de cada membro da família dela com os nomes em inglês:

Web **Blog** Neste blog Fotoblog Sites pessoais

Buscar

Anna Taylor

05/12/2006

Hi everyone! My name's Anna. This is a photo of my family: my father, my mother, my brother and me. My parents' names are Paul and Linda. My brother's name is Ted.

:: Escrito por : Anna Taylor
 [(0) Comente] [envie esta mensagem] [link]

[página principal] [ver mensagens anteriores]



brother



mother



father

(Ao arrastar o nome para o lugar correto, a palavra "Congratulations" aparecerá. Se errar, a frase: "Sorry, try again." aparecerá).

Figura 4.8 (b) 1ª parte. Documento de Projeto Específico de um Módulo Educacional

At home 2

Anna teve de montar a sua árvore genealógica como lição de casa. Ajude-a a completar as frases sobre sua família, arrastando os nomes de cada pessoa para os lugares certos:

(1) _____ is Anna's brother.

(2) _____ is Anna's mother.

(3) _____ is Anna's father.

(4) _____ is Linda's sister.

(5) _____ is Paul's brother.

(6) _____ is John's wife.

(7) _____, _____, _____ and _____ are Anna's grandparents.

(8) _____ is Mary's husband.

(9) _____ is Anna's uncle.

(10) _____ and _____ are Anna's aunts.

(Ao arrastar o nome para o lugar correto na frase, a palavra "Congratulations" aparecerá. Se errar, a frase: "Sorry, try again." aparecerá).

Figura 4.8 (b) 2ª parte. Documento de Projeto Específico de um Módulo Educacional

At home

3

Encontre os membros da família com o "mouse", de acordo com as pistas que Anna nos dá:

Family Members

H	E	B	Y																							
	P	Z	S	O	L	T	U	B																		
		Z	G	B	Q	Y	Y	Z	S	Q	G	W														
			R	I	R	G	S	R	N	T	M	R	I	T												
				R	P	C	A	P	N	X	O	W	A	S	H	U										
					Q	R	U	N	C	L	E	D	N	W	W	M	K									
						C	L	N	I	D	B	P	S	D	E	Q	Y	S	B							
							B	T	S	C	F	X	I	M	U	R	S	F	D	Z						
								L	M	U	A	A	A	S	O	E	E	Y	M	M	W	V				
									R	O	K	K	A	T	T	Y	H	I	N	M	D	E	L			
										C	R	T	N	E	H	L	T	G	E	T	M	O	A	B		
											O	I	M	R	E	E	O	M	Y	Z	E	M	P	F	L	
												A	G	R	V	R	H	P	M	T	X	H	X	K	J	
													C	X	C	B	S	Z	U	D	C	M	M	W	D	R
														P	L	S	U	U	L	Z	J	E	W	U	S	G

1. My father's sister	4. My mother's husband	7. My father's wife
2. My mother's son	5. My father's father	8. My mother's daughter
3. My uncle's daughter	6. My father's mother	9. My father's brother



(Ao clicar sobre o nome correto, a palavra "Congratulations" aparecerá. Se errar, a frase: "Sorry, try again." aparecerá).

Figura 4.8 (b) 3ª parte. Documento de Projeto Específico de um Módulo Educacional

At home 4

Esta é a casa de Anna. Cada pessoa de sua família está em um lugar diferente da casa. Clique em cada cômodo da casa para ouvir o nome. Em seguida, responda às perguntas abaixo, clicando na alternativa correta:

(Ao clicar sobre a resposta correta, a palavra "Congratulations" aparecerá. Se errar, a frase: "Sorry, try again." aparecerá).



Is Anna in the living room?

Yes, she is.

No, she isn't.

Is Anna's father in the kitchen?

Yes, he is.

No, he isn't.

Where is Anna's mother?

She is in the living room.

She is in the kitchen.

Where is Anna?

She is in the attic.

She is in her bedroom.

Figura 4.8 (b) 4ª parte. Documento de Projeto Específico de um Módulo Educacional

5

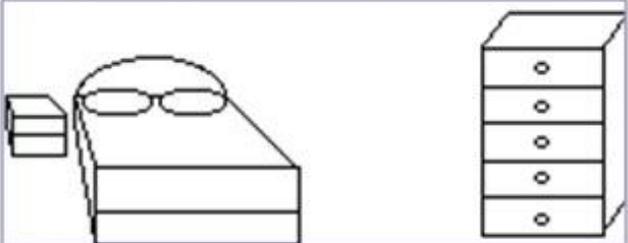
Este é o quarto de Anna. Observe-o bem e clique nas sentenças verdadeiras.



- There is an alarm clock on the bedside table.
- There is a wardrobe next to the window.
- There is a picture on the wall.
- There are two pillows on the bed.
- There is an armchair.

(Ao clicar sobre a resposta correta e arrastar os objetos para os locais certos, a palavra "Congratulations" aparecerá. Se errar, a frase: "Sorry, try again." aparecerá).

Anna quer mudar a decoração de seu quarto. Ajude-a, arrastando para o novo quarto os objetos de acordo com a descrição que ela dá.

There is a picture on the wall. There is a lamp on the bedside table. There is a TV set on the chest of drawers. There is a rug on the floor.

Figura 4.8 (b) 5ª parte. Documento de Projeto Específico de um Módulo Educacional

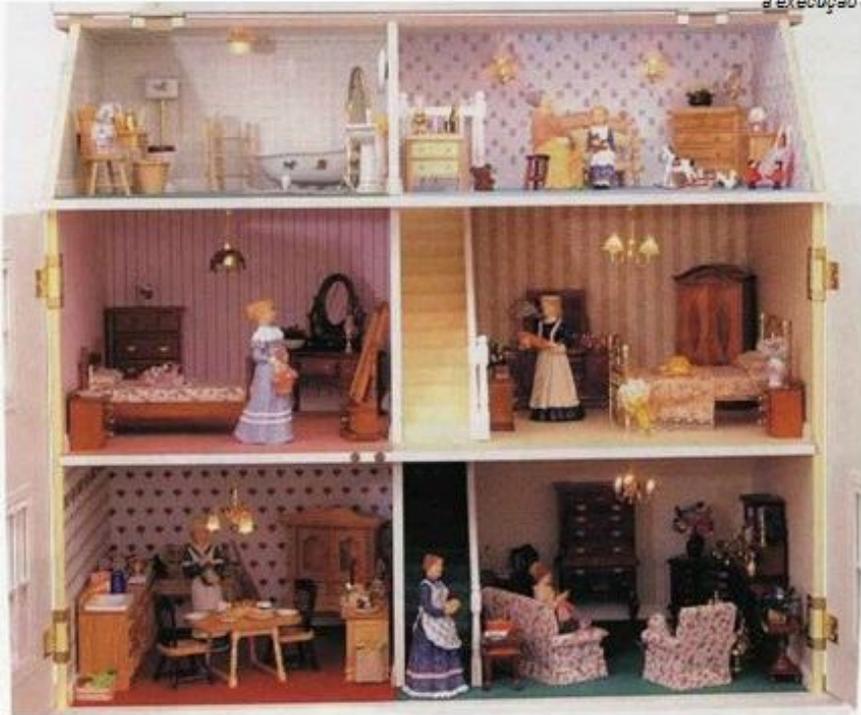
Ajude Anna a montar um quebra-cabeça com a foto de sua casa de bonecas (doll's house). Em seguida, clique nas frases verdadeiras.

(Haverá um contador com o tempo máximo de 2 minutos para a execução da tarefa).

6

2:00

(Transformar a figura em um quebra-cabeça de 24 peças. Ao terminá-lo, a palavra "Congratulations" aparecerá).



The grandmother is in the bedroom.

The little girl is in the bathroom.

There is a sofa in the living room.

There is a mirror in the kitchen.

Figura 4.8 (b) 6ª parte. Documento de Projeto Específico de um Módulo Educacional

Para a produção de roteiros para os módulos educacionais, os professores dos municípios recebem uma formação inicial e, após a formação, são convidados a participar desta equipe de produção de conteúdos, tornando-se assim membros da equipe de professores conteudistas.

Nesta formação inicial, são passadas para os professores as regras para a produção de um roteiro para os módulos educacionais e as restrições existentes. Contudo, em nenhum momento colocou-se restrições para as atividades propostas, apenas foi ressaltado que um módulo passará por duas análises antes de ser aprovado (análise pedagógica e análise técnica) e, caso seja necessário alterações, a equipe de desenvolvimento entrará em contato para que as mesmas possam ser realizadas.

É importante ressaltar que o processo otimizado possibilitou a criação de um ambiente distribuído de produção de conteúdos educacionais, pois os professores conteudistas, que estão espalhados pelos vários municípios que fazem parte do projeto, podem, por meio do sistema de controle de produção¹⁶, trocar informações com outros membros da equipe de conteudistas e tirar dúvidas com a equipe de implementação dos módulos educacionais.

Esta produção de conteúdo distribuída traz consigo diversidade para os conteúdos dos módulos educacionais, pois a visão de uma determinada disciplina no interior do país é diferente da visão desta mesma disciplina no litoral. Exemplo desta diversidade vê-se na disciplina de geografia e meio ambiente.

Outra característica importante da participação do professor do município na produção dos roteiros é a personalização dos módulos educacionais. Esta personalização deve-se ao fato de permitirmos ao professor trabalhar características do próprio município, como festas locais e aspectos geográficos. Tais conceitos dificilmente serão encontrados em um software educacional que não foi idealizado pelo professor local de um município.

¹⁶ O sistema de controle de produção foi implementado para controlar as fases do processo otimizado para produção de módulos educacionais e proporcionar uma automatização e melhora na comunicação com os professores conteudistas para revisão final dos módulos educacionais. Este sistema será apresentado como um dos resultados deste trabalho na seção 5.2.

Uma das vantagens que observou-se nestes anos de trabalho do projeto Conexão do Saber é que a participação do professor conteudista na produção dos roteiros para os módulos educacionais valoriza o seu trabalho e o motiva a fazer uso desta ferramenta que não foi imposta, e sim construída de acordo com os seus interesses e necessidades.

4.3.5 Implementação

Esta etapa do processo de desenvolvimento tem por objetivo transformar os documentos obtidos na fase de análise de requisitos e projeto em módulos educacionais digitais¹⁷. É importante ressaltar que não há a necessidade de entrega de todos os documentos específicos conforme a quantidade estipulada no início do projeto; a entrega destes deve ocorrer no tempo de parceria com a cidade participante. A figura 4.9 apresenta as fases para a implementação dos módulos educacionais através de um diagrama de atividades.

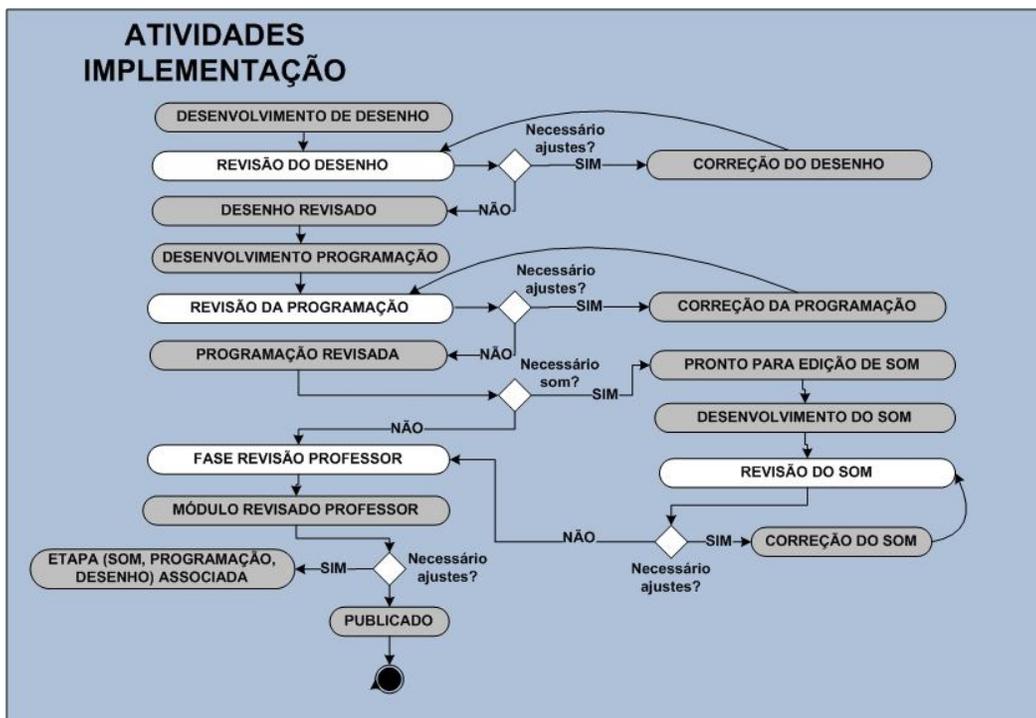


Figura 4.9. Fases para a implementação dos módulos educacionais.

¹⁷ Digitais: O uso desta palavra deve-se ao fato de que a partir deste ponto o módulo passa a ser desenvolvido no computador, tendo como base os documentos gerados nas etapas de análise de requisitos e projeto.

Antes de apresentar cada uma das fases para a implementação de um módulo educacional é importante ressaltar que estas fases foram estabelecidas pelo processo otimizado, a partir da experiência obtida ao longo dos anos de aplicação deste processo no projeto Conexão do Saber.

Inicialmente, não existia uma divisão clara destas fases se levarmos em consideração que um módulo educacional era implementado apenas por uma pessoa. Este fato é decorrente da pesquisa realizada junto ao projeto PGL, apresentado na seção 2.4, onde tínhamos a figura do *Technical Expert* que era responsável pela implementação completa do módulo educacional no formato digital. Porém, com o passar do tempo e com um melhor conhecimento acerca dos elementos necessários para o desenvolvimento destes módulos e dos profissionais necessários para este desenvolvimento, foi realizada uma divisão da equipe de produção, conforme detalhado na seção 4.3.1, e as fases para implementação foram sistematizadas, possibilitando melhores resultados, os quais serão apresentados no capítulo 5.

A seguir, serão descritas as fases, apresentadas em destaque na figura 4.9. Não serão detalhadas as fases de revisão (Revisão do Desenho, Revisão da Programação, Revisão do Som e Fase de Revisão do professor), pois estas são referentes à etapa de testes e serão discutidas na seção 4.3.6.

Na fase **Desenvolvimento Desenho** o desenhista faz toda a parte artística do módulo, ou seja, o desenho das imagens, a criação de um plano de fundo e o desenho das atividades solicitadas pelo professor conteudista. Após o término do desenho, o módulo passa para a fase de **revisão de desenho**.

Na fase **Correção do Desenho** o desenhista recebe um relatório de ajustes a serem realizados conforme análise feita durante a fase de **revisão de desenho**. Após execução dos ajustes, o módulo deve passar novamente para a fase de **revisão de desenho**.

Todos os módulos que já passaram pela fase de revisão de desenho e foram aprovados são passados para a fase **Desenho Revisado**, onde aguardam a fase **desenvolvimento da programação**.

Na fase **Desenvolvimento Programação** as atividades propostas pelos professores conteudistas são programadas e é inserido o estímulo de acerto e o

aviso de erro com os tutores de cada disciplina¹⁸. É importante ressaltar que, nesta fase, são utilizados os componentes criados para os exercícios padrões como, por exemplo, caça-palavras, jogo da memória, cruzadinha, entre outros. Após o término desta fase, o módulo passa para a fase de **revisão de programação**.

Em **Correção da Programação** o programador recebe um relatório de ajustes a serem realizados conforme análise feita durante a fase de **revisão da programação**. Após execução dos ajustes, o módulo deve passar novamente para a fase de **revisão da programação**.

Quando o módulo tem sua programação finalizada e não necessita de ajustes, ele passa para a fase **Programação Revisada**. Nesta fase, é feita a verificação da necessidade ou não de som para o módulo, conforme solicitações do professor conteudista. Caso seja necessário colocar som em todas ou em algumas páginas do módulo, o mesmo passa para a fase **pronto para edição de som**, caso contrário, a próxima fase será a de **revisão do professor**.

O módulo passa para a fase **Pronto para Edição de Som** caso haja a necessidade de colocar som em alguma ou todas as páginas do módulo. Vale ressaltar que todos os módulos produzidos para a Educação Infantil recebem som, independente da solicitação do professor conteudista, pois estes módulos são confeccionados para alunos de três a cinco anos, fazendo-se necessário o acréscimo do som para que estes alunos possam ouvir as comandas dos exercícios para realizá-los com maior facilidade.

Quando o módulo é alocado por um editor de som e o desenvolvimento é iniciado, este módulo passa para a fase **Desenvolvimento de Som**.

Na fase **Correção do Som** o editor de som recebe um relatório de ajustes a serem realizados conforme análise feita durante a fase de **revisão do som**. Após execução dos ajustes, o módulo deve passar novamente para a fase de **revisão do som**.

¹⁸ Existem tutores para cada disciplina do projeto Conexão do Saber implementados na versão acerto e tente novamente; estes tutores foram sugeridos por um grupo de professores conteudistas da cidade de Penápolis.

Após analisar o módulo educacional finalizado, o professor preenche um relatório que é enviado à equipe pedagógica e o módulo passa para a fase **Módulo Revisado Professor**. Esta equipe identifica, caso haja solicitação de correções, para qual etapa de correção o módulo será encaminhado (correção de desenho, de programação ou de som); na figura 4.9, esta tomada de decisão está representada pela fase “etapa (som, desenho, programação) associada”. Quando o módulo retorna da correção, é feita uma nova revisão e se os ajustes estiverem coerentes com o que foi solicitado pelo professor conteudista, o módulo passa novamente para a fase de **revisão do professor**, o qual realizará uma nova análise e enviará um novo relatório. Enquanto o professor não liberar o módulo, escrevendo que todas as páginas estão conforme sua solicitação e os exercícios estão funcionando corretamente, o módulo não passa para a fase **publicado**. Este relatório de revisão com a liberação de todas as páginas é importante para que possamos garantir o funcionamento correto do módulo e que sua implementação está coerente com as especificações feitas pelo professor conteudista. Caso não haja solicitação de correções, o módulo passa para a fase **publicado**.

Na fase **Publicado** o módulo foi liberado pelo professor e pode ser encaminhado para a base de conhecimento do projeto Conexão do Saber.

4.3.6 Testes

Assim como apresentado na seção 3.2.4, esta etapa tem como principal objetivo ajudar a descobrir possíveis defeitos na produção de um software independente da sua aplicação.

Os testes estabelecidos pelo processo otimizado para produção de módulos educacionais são realizados durante a etapa de implementação e após a entrega do módulo ao município, como podemos observar em destaque na figura 4.9.

Os pontos de revisão, apresentados na figura 4.9, podem parecer, em um primeiro momento, redundantes e inviáveis. Porém, com a experiência em produção de módulos educacionais, percebeu-se a importância de cada um destes pontos, pois foi possível diminuir consideravelmente o trabalho de

correção de módulos finalizados, o que acarretava atrasos na entrega e, muitas vezes, uma grande insatisfação dos usuários. A seguir, será apresentada cada uma das fases na etapa de testes.

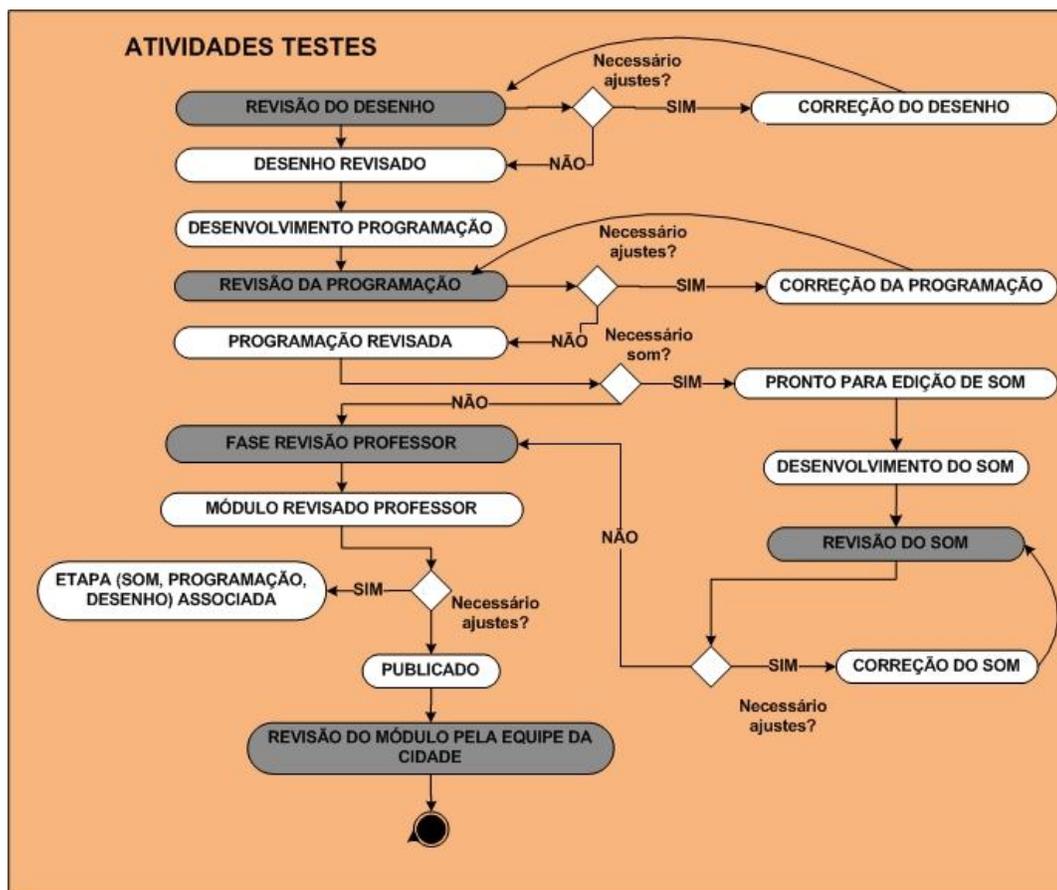


Figura 4.9. Testes realizados.

Na fase de **Revisão do Desenho** são feitas duas revisões, revisão de desenho e ortográfica. O responsável por esta revisão é uma pessoa formada em Letras ou Pedagogia, com aptidões em técnicas de desenho. Caso o desenho não esteja de acordo com as solicitações feitas pelo professor conteudista ou com a faixa etária dos alunos que o utilizarão, este vai para a fase de **correção de desenho**, caso contrário, passa para a fase de **desenho revisado**.

Alguns aspectos que são analisados na fase de Revisão de Desenho estão listados a seguir:

- As cores do módulo devem estar de acordo com o ano para o qual o módulo se destina; exemplo: um módulo para o infantil (alunos de 3 a 5 anos) deve ter cores claras, já um módulo elaborado para o oitavo ano (alunos de 13 anos) pode conter cores um pouco mais fortes, desde que não prejudiquem a leitura e não tornem o módulo “poluído”.
- As imagens selecionadas para o módulo também devem obedecer a um padrão, exemplo: módulos destinados à EJA¹⁹ devem possuir, em sua maioria, fotos ao invés de desenhos, fazendo assim com que o módulo, mesmo sendo para a alfabetização, não seja “infantilizado”.
- A fonte selecionada para o módulo deve estar de acordo com o público para o qual se destina. Exemplo: módulo confeccionado para o infantil deve utilizar letra bastão.
- A organização das páginas e das atividades deve estar de acordo com o que foi solicitado pelo professor conteudista.

Na fase **Revisão da Programação** a pessoa responsável pelos testes tem como responsabilidade analisar se a programação está de acordo com o que foi solicitado pelo professor conteudista e se os exercícios programados apresentam erros ou não. Caso todos os exercícios programados para o módulo estejam livres de erro, o módulo é passado para a fase **programação revisada**, caso contrário, é enviado para **correção da programação**.

Após as gravações e edições de som, o módulo passa para a fase **Revisão do Som**. Nesta fase, o revisor ouve todos os sons colocados no módulo e verifica se estão funcionando corretamente ou não; caso não apresente falhas de som, o módulo passa para a fase de **revisão do professor**, caso contrário, o módulo passa para a fase de **correção de som**.

Após o término das fases de implementação e revisão do módulo educacional, o sistema de controle de produção envia um e-mail automático ao professor conteudista para que o mesmo possa testar os exercícios e verificar se

¹⁹ EJA – Educação de Jovens e Adultos: modalidade de ensino que engloba o Ensino Fundamental e Médio da rede pública escolar que recebe os jovens e adultos que não completaram os anos da educação básica em idade apropriada.

o módulo foi implementado conforme suas solicitações, esta é a fase **Revisão Professor**. Todos os módulos finalizados e que tiveram e-mail enviado para o professor encontram-se nesta fase aguardando liberação.

Para os testes finais, é criada, nos municípios participantes do projeto, uma equipe que verifica e valida todas as atualizações enviadas, esta é a fase **Revisão do Módulo pela Equipe da Cidade**. Estes testes são muito importantes, pois algumas vezes, pela possibilidade de utilização de duas plataformas (Linux e Windows), nos deparamos com algumas incompatibilidades com o sistema operacional devido, principalmente, às atualizações de sistema que foram realizadas. É muito importante a detecção destas incompatibilidades pela equipe de teste do município antes que os módulos sejam usados com os alunos e professores, pois assim é possível solicitar correções e atualizações dos módulos antes da disponibilização para toda a rede de ensino do município.

Em cada uma destas fases, o revisor responsável gera um relatório com todas as correções a serem realizadas e, após as correções, faz uma nova análise para liberar o módulo para a próxima etapa do desenvolvimento. No caso de revisão do desenho, seria a etapa *Desenho Revisado*; no caso de revisão da programação, seria *Programação Revisada* e no caso da Revisão do Som seria *Fase de Revisão do Professor*, que é a última etapa de revisão dentro do processo de implementação, pois o último teste antes da liberação do módulo é realizado pela equipe municipal.

4.4. Validação do Processo Otimizado para a Produção de Módulos Educacionais

Esta seção foi inserida não com o intuito de determinar um nível CMMI para o processo otimizado para a produção de módulos educacionais, mas com a intenção de demonstrar, por meio da análise da representação por estágios, que o processo aqui apresentado pode ser considerado um processo válido e com vantagens que o tornam acessível para o fim para o qual foi criado.

As tabelas 4.4, 4.5, 4.6 e 4.7 ilustram a relação das áreas-chave de cada nível de maturidade do modelo CMMI, com os processos estabelecidos pelo

processo otimizado para a produção de módulos educacionais. Após cada uma destas tabelas, será feita uma breve análise de algumas áreas de processo que estão diretamente ligadas ao desenvolvimento e implementação dos módulos educacionais. Esta forma de analisar os níveis de maturidade do processo simplificado para a produção de módulos educacionais foi baseada na proposta feita por Barbosa [2004] para o seu processo de desenvolvimento de módulos educacionais em sua tese de doutoramento.

Não será apresentado o nível 1 da representação por estágios do modelo CMMI, pois este não apresenta áreas de processo e caracteriza organizações com processos imprevisíveis e fracamente controlados e reativos [CMMI 2006].

Tabela 4.4. Nível 2 VERSUS Processo otimizado para a produção de Módulos Educacionais.

Áreas de Processo – Nível 2	Processo otimizado para a produção de Módulos Educacionais
Gestão de Requisitos	Definição, Revisão, Identificar Inconsistências.
Planejamento do Projeto	Definição de Atividades com o município participante, Descrição do Projeto Comum.
Controle e Monitoração do Projeto	Controle através do Sistema de Controle de Produção
Gestão de Acordo com Fornecedores	Não se aplica
Avaliação e Análise	Análise de Metas, Revisões em cada etapa da implementação.
Garantia da Qualidade do Processo	Testes com a equipe local, Gráficos de Desempenho gerados pelo sistema de controle de produção.
Configuração do Gerenciamento	Gerência e Coordenação através da análise dos gráficos gerados pelo sistema de controle de produção.

No nível 2, a área de processos *Gestão de Requisitos* se relaciona com o processo otimizado através da etapa de análise de requisitos demonstrada na seção 4.3.2, onde temos a divisão do documento de requisitos para facilitar sua confecção e diminuir possíveis correções no produto finalizado. É importante ressaltar que todos os requisitos são revistos pela equipe pedagógica e pela equipe técnica para identificação de possíveis inconsistências antes de passar para etapa de projeto e implementação. A área *Garantia da Qualidade do Processo* é feita através dos pontos de revisão inseridos no processo de implementação dos módulos educacionais e também através de gráficos de

desempenho que facilitam a tomada de decisões para cumprimento dos prazos com as cidades participantes.

Tabela 4.5. Nível 3 VERSUS Processo otimizado para a produção de Módulos Educacionais.

Áreas de Processo – Nível 3	Processo otimizado para a produção de Módulos Educacionais
Desenvolvimento de Requisitos	Produção, Análise, Validação, Revisão, Confecção de Documentos comuns e específicos de um módulo
Soluções Técnicas	Desenvolvimento, Implementação
Integração de Produtos	Desenvolvimento de Componentes, Integração de Componentes
Verificação	Testes da conformidade com requisitos
Validação	Testes no ambiente de uso, Validação do uso em diferentes plataformas
Foco no Processo Organizacional	Melhoria baseada em experiências e casos de sucesso
Definição do Processo Organizacional	Não se aplica
Treinamento Organizacional	Treinamento do pessoal da equipe, Acompanhamento de Desempenho Semanal
Gerenciamento de Projeto Integrado	Estabelecimento de planos de atividades para obedecer os prazos.
Gerenciamento de Riscos	Acompanhamento de Prazos semanal, Acompanhamento do desenvolvimento de módulos semanal
Análise de Decisões	Não se aplica

No nível 3, a área de processos *Desenvolvimento de Requisitos* dentro do processo otimizado para a produção de módulos educacionais é realizada pelas etapas de revisão do roteiro enviado pelo professor conteudista e das revisões posteriores, feitas durante a implementação do módulo educacional. Estas revisões garantem a consistência entre o que é solicitado e o que é produzido. A área *Soluções Técnicas* é feita mediante um processo que garante uma implementação condizente com o que é solicitado pelo professor conteudista, ou seja, caso sejam solicitadas atividades que estão fora dos padrões já desenvolvidos, novas propostas de implementação são apresentadas para a equipe pedagógica para verificar se estão de acordo com os objetivos pedagógicos do professor solicitante. Este processo é realizado na fase desenvolvimento da programação. As áreas de processo *Verificação e Validação* são feitas dentro das etapas de revisão durante a implementação e após a implantação do sistema nas cidades participantes, onde

são feitos os ajustes finais para que os módulos possam ser liberados para os usuários finais.

Tabela 4.6. Nível 4 VERSUS Processo otimizado para a produção de Módulos Educacionais.

Áreas de Processo – Nível 4	Processo otimizado para a produção de Módulos Educacionais
Performance organizacional do Processo	Provimento de dados do desempenho do processo através da análise de metas, Ferramenta de gerencia quantitativa para acompanhar o desenvolvimento dos módulos educacionais
Gerenciamento Quantitativo de Projetos	Gerência quantitativa e análise da qualidade do processo estabelecido

No nível 4, a área de processo *Gerenciamento Quantitativo de Projetos* é atendida através da ferramenta de controle de produção, que é apresentada com mais detalhes no capítulo 5. Esta ferramenta permite acompanhar, com detalhes, todo o processo de desenvolvimento com tempo de produção em cada uma das etapas, permitindo ao gerente ou coordenador analisar ações que devem ser tomadas para o cumprimento de prazos e adequação aos custos para que tenhamos melhores resultados ao final de cada parceria.

Tabela 4.7. Nível 5 VERSUS Processo otimizado para a produção de Módulos Educacionais.

Áreas de Processo – Nível 5	Processo otimizado para a produção de Módulos Educacionais
Inovação Organizacional	Implementação de Melhorias ao Processo
Análise de Causas e Resoluções	Identificação de causas de defeitos e criação de padrões que as evitem no futuro

No nível 5, a área de processo *Inovação Organizacional* é obtida através das melhorias que são implementadas conforme as necessidades que surgem no decorrer da utilização de um mesmo processo por um período de tempo. Antes de implantar qualquer melhoria, existe uma análise da viabilidade da mesma.

4.5. Considerações

Antes de apresentar o capítulo 5, que se refere ao estudo de caso deste trabalho, é importante analisarmos o conceito associado à palavra “otimizado”, que foi utilizada ao longo deste capítulo.

Esta otimização, assim como dito anteriormente, está presente nos documentos resultantes das etapas de análise de requisitos e de projeto.

A divisão feita nestes documentos possibilitou, ao professor conteudista, uma participação efetiva no processo de desenvolvimento, pois este tem a possibilidade de detalhar os requisitos de cada módulo e o projeto das atividades a serem implementadas em um formato simples e muito próximo ao formato utilizado para preparação de aulas. Esta otimização foi fator determinante para a confecção da quantidade de módulos que temos hoje no projeto Conexão do Saber. São, aproximadamente, 1900 módulos educacionais até agosto de 2010.

Outra vantagem do processo otimizado foi a divisão da equipe e das atividades necessárias para a produção dos módulos educacionais. Esta divisão também contribuiu para a diminuição do tempo de desenvolvimento.

A divisão de documentos que possibilita a participação efetiva do professor no processo de desenvolvimento é validada de forma positiva pelo modelo CMMI, pois, dentro da área de processo *Desenvolvimento de Requisitos*, por exemplo, esta divisão, associada aos padrões estabelecidos, permite uma definição mais precisa dos requisitos a serem implementados, evitando possíveis correções no produto final.

Após esta apresentação da estrutura geral do processo otimizado para a produção de módulos educacionais e dos conceitos relacionados ao mesmo, faremos, no capítulo 5, a exposição dos resultados e aplicações deste processo.

CAPÍTULO 5 – Estudo de Caso

5.1. Introdução

Este capítulo tem por objetivo apresentar como o processo otimizado proporcionou uma melhora significativa na produção dos módulos educacionais. Estes resultados podem ser mais bem visualizados, principalmente, após a implantação do sistema de controle de produção que possibilitou: um melhor acompanhamento de todo o processo; uma maior proximidade com os professores conteudistas; um melhor acompanhamento dos pontos de revisão e do tempo de produção dos módulos.

Serão apresentados, também, alguns resultados educacionais que demonstram como é a aceitação do projeto Conexão do Saber nos municípios.

Neste capítulo, a seção 5.2 apresenta todos os detalhes do sistema de controle de produção. O ganho com a componentização dos módulos educacionais é apresentado na seção 5.3, os gráficos sobre a produção dos módulos educacionais encontram-se na seção 5.4, a aceitação dos módulos nas cidades participantes é apresentada em forma de gráficos pela seção 5.5 e algumas considerações, a partir dos resultados e aplicações do sistema otimizado para a produção dos módulos educacionais são apresentadas na seção 5.6.

5.2. Sistema de Controle de Produção

O sistema de controle de produção foi implementado a partir do processo otimizado para a produção dos módulos educacionais para possibilitar um melhor acompanhamento das fases estabelecidas pelo processo otimizado.

Partindo da necessidade de melhor controlar as fases estabelecidas pelo processo otimizado, iniciamos uma busca por sistemas de gerenciamento de tarefas que controlassem a produção dos módulos educacionais desde a alocação de conteúdo até a publicação final.

Após esta pesquisa, três sistemas tiveram destaque devido às características que apresentavam: *Bugzilla*²⁰, *Trac*²¹ e *Jira*²². Os sistemas *Trac* e *Bugzilla* são gratuitos e o *Jira* é gratuito desde que não seja para uso comercial. Comparando esses sistemas, percebemos que algumas das necessidades do projeto, como controle de versões e busca de erros eram supridas, porém o controle de alocação de conteúdos acarretaria modificações. Partindo dessa dificuldade e levando em consideração as necessidades imediatas de um sistema que controlasse as etapas estabelecidas pelo processo otimizado, foi criada uma especificação de todos os recursos necessários para controlar a produção de módulos educacionais conforme o processo otimizado e uma equipe foi alocada para o desenvolvimento desse sistema, que foi finalizado e implantado no início de 2009.

Atualmente, toda a produção de módulos educacionais é monitorada pelo sistema de controle de produção e o seu funcionamento será detalhado nesta seção. Não serão detalhados os requisitos para este sistema, pois ele se baseia no processo otimizado para produção dos módulos educacionais, apresentado no capítulo 4. Sendo assim, faremos a descrição apenas do seu funcionamento e das principais atividades que este sistema contempla.

A seguir apresentaremos as fases contempladas pelo sistema de controle de produção, porém é importante ressaltar que apesar destas fases serem derivadas do processo otimizado, em alguns casos o nome da fase não é idêntico ao que foi apresentado no capítulo 4. Desta forma, faremos referência ao nome da fase no processo otimizado e sua equivalência no sistema de controle.

Cadastro de Conteúdo

Esta é a primeira atividade na produção de roteiros para os módulos educacionais. Este cadastro pode acontecer de duas formas distintas. De acordo com a primeira forma, o município deixa a cargo do projeto o controle dos

²⁰ Disponível em: <http://www.bugzilla.org/>. Acesso em 11 de abril de 2010.

²¹ Disponível em: <http://trac.edgewall.org/>. Acesso em 11 de abril de 2010.

²² Disponível em <http://www.atlassian.com/software/jira/> . Acesso em 11 de abril de 2010.

conteúdos e a sua alocação para confecção dos roteiros. Esta forma de cadastro pode ser visualizada na figura 5.1(a). A segunda forma de cadastro prevê que o roteiro foi entregue para a equipe de desenvolvimento do projeto sem uma alocação prévia do conteúdo. Desta forma, o cadastro possui mais detalhes do que a citada anteriormente. Esta segunda forma de cadastro pode ser visualizada na figura 5.1(b).

The screenshot shows the 'Conexão do SABER' interface. The main header contains the logo and navigation links: 'Página Inicial', 'Atividades', 'Contato', 'Conteúdos', 'Módulos', 'Administração', 'Minha conta', and 'Sair'. The breadcrumb trail is 'Principal > Conteúdos > Cadastro de conteúdo'. The form title is 'Formulário de cadastro de conteúdo.' with a sub-note: 'Preencha corretamente o formulário a ocorrer para cadastrar um conteúdo.' The form fields are: 'Título:' (text input), 'Conteúdo:' (text input), 'Cidade:' (dropdown menu with 'Selecionar' selected), 'Ano letivo:' (dropdown menu with 'Selecionar' selected), 'Disciplina:' (text input with 'Selecione o ano letivo.' below it), 'Fase:' (dropdown menu with 'Selecionar a cidade.' below it), 'Completação:' (text input with '1 111' entered), and 'Termo de sessão:' (radio buttons for 'não' and 'sim'). A 'Enviar dados' button is at the bottom right.

Figura 5.1(a) Tela para Cadastro de Conteúdo (sistema controla alocação).

The screenshot shows the 'Conexão do SABER' interface for 'Cadastro de conteúdo de formação'. The breadcrumb trail is 'Principal > Conteúdos > Cadastro de conteúdo de formação'. A yellow banner reads: 'Para melhor utilização desta página, certifique-se de que o javascript do seu navegador esteja ativado.' The form title is 'Formulário de cadastro de conteúdo de formação.' with a sub-note: 'Preencha corretamente o formulário a ocorrer para cadastrar um conteúdo de formação.' The form is divided into two stages: '1ª Etapa - Informações principais.' with a sub-note 'A seguir você poderá preencher as principais informações referentes ao módulo.' and a 'expandir / recolher' link. The fields are: 'Título:' (text input), 'Conteúdo:' (text input), 'Cidade:' (dropdown menu with 'Selecionar' selected), 'Ano letivo:' (dropdown menu with 'Selecionar' selected), 'Disciplina:' (text input with 'Selecione o ano letivo.' below it), 'Fase:' (dropdown menu with 'Selecione a fase.' below it), and 'Professor:' (text input). The '2ª Etapa - Desenho das páginas.' with a sub-note 'A seguir você poderá descrever as páginas do módulo.' and a 'expandir / recolher' link. The fields are: 'Email do professor:' (text input), 'Co autor:' (text input), 'Objetivos:' (text area), 'Pré-requisitos:' (text area), 'Situação:' (dropdown menu with 'Selecionar' selected), 'Completação:' (text input with '1 111' entered), and 'Termo de sessão:' (radio buttons for 'não' and 'sim'). A 'Enviar dados' button is at the bottom right.

Figura 5.1(b) Tela para Cadastro de Conteúdo (município controla alocação).

Alocação de Conteúdo

Após participar da formação para produção de roteiros, o professor pode ser convidado a participar do grupo de conteudistas do município. A partir desse convite e do aceite do professor, este passa a fazer parte deste grupo de produção de roteiros. Para que esta produção obedeça aos conteúdos, estabelecidos pela cidade, o professor conteudista deve alocar um conteúdo antes de iniciar a produção do roteiro. É importante ressaltar que esta alocação pelo sistema só é necessária para o município que solicitou do projeto um controle dos conteúdos a serem confeccionados, caso contrário, a atribuição de conteúdo fica a cargo do município. Quando o controle de alocação está a cargo do projeto, só é permitida, a cada professor conteudista, a alocação de três conteúdos simultaneamente. Esta restrição de três conteúdos foi determinada para que possamos ter uma maior diversidade sobre os assuntos em uma disciplina, pois não ficaremos restritos as necessidades de apenas um professor. Caso o professor se proponha a fazer novos roteiros, a entrega dos conteúdos alocados anteriormente é obrigatória. A tela de alocação pode ser visualizada pela figura 5.2.

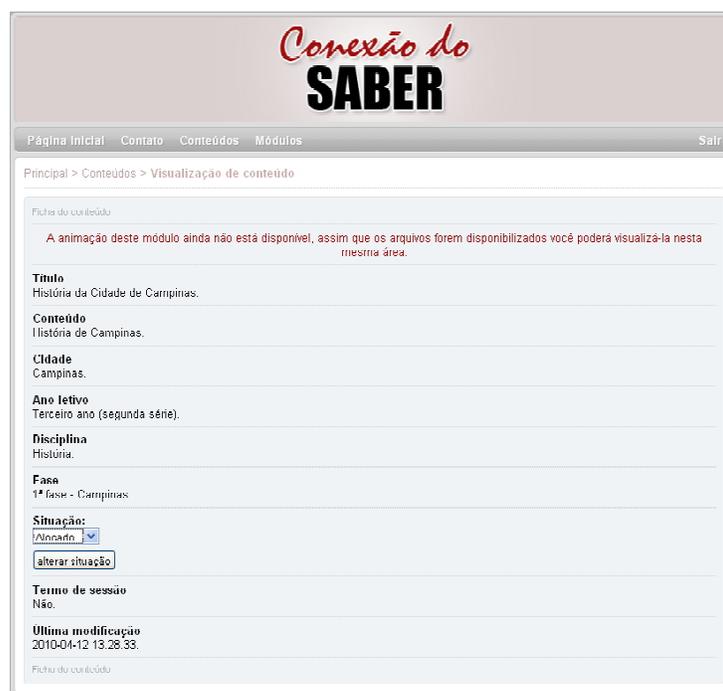
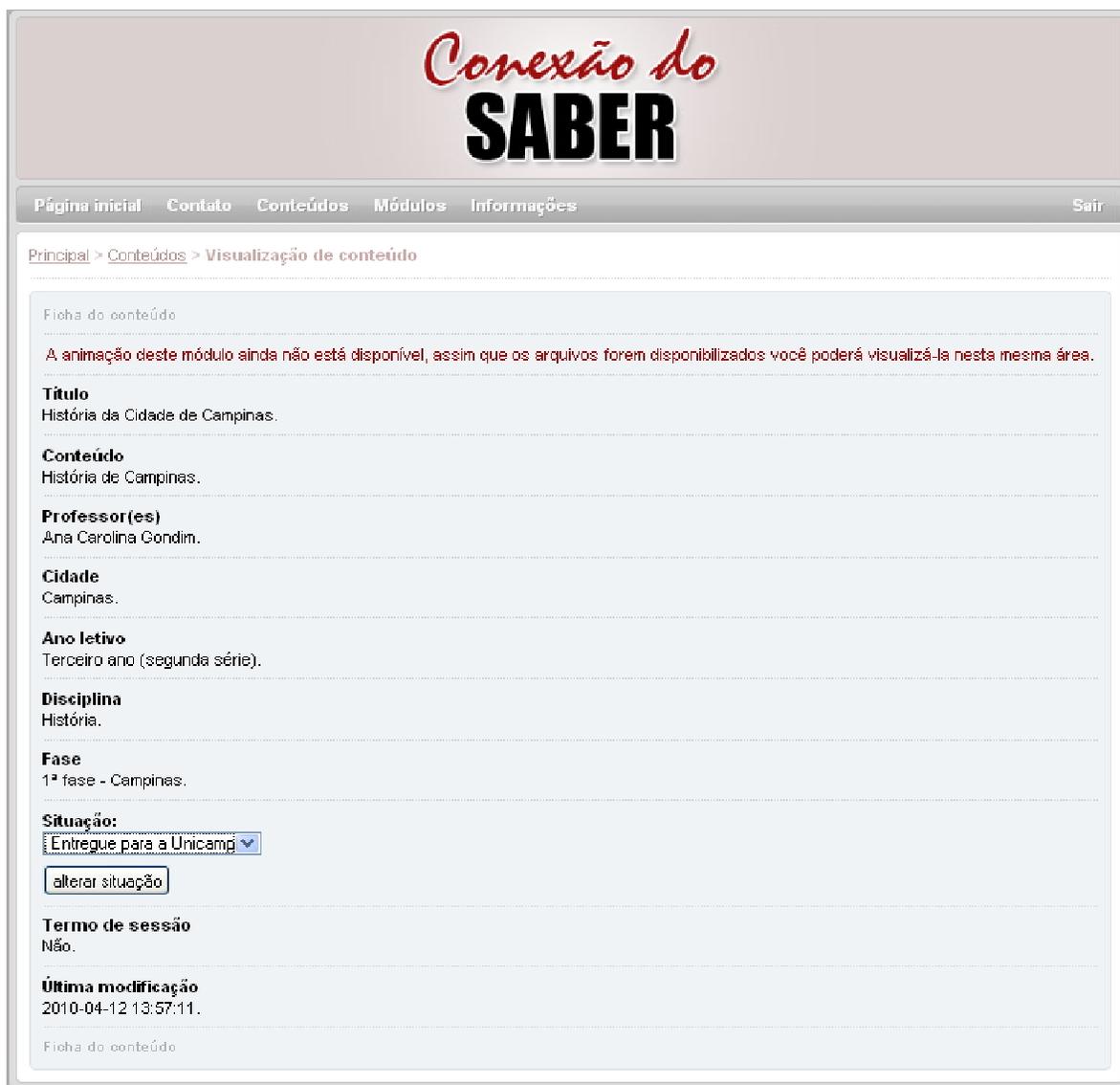


Figura 5.2 Tela para Alocação de Conteúdo (sistema controla alocação).

Entrega do Roteiro

Após receber o roteiro do professor, o coordenador pedagógico do município faz as análises pedagógicas necessárias para verificar se o módulo está de acordo com a metodologia de ensino da cidade. Caso não sejam necessárias adequações pedagógicas, este coordenador encaminha o módulo para a equipe de produção do projeto e passa o conteúdo alocado pelo professor para **Entregue para a Unicamp**, que é a fase equivalente. Para melhor visualizar esta atividade, observe a figura 5.3.



The screenshot displays the 'Conexão do SABER' web application. At the top, the title 'Conexão do SABER' is prominently displayed. Below the title is a navigation menu with options: 'Página inicial', 'Contato', 'Conteúdos', 'Módulos', 'Informações', and 'Sair'. The main content area shows a breadcrumb trail: 'Principal > Conteúdos > Visualização de conteúdo'. A message in red text states: 'A animação deste módulo ainda não está disponível, assim que os arquivos forem disponibilizados você poderá visualizá-la nesta mesma área.' Below this, the content details are listed:

- Ficha do conteúdo**
- Título:** História da Cidade de Campinas.
- Conteúdo:** História de Campinas.
- Professor(es):** Ana Carolina Gondim.
- Cidade:** Campinas.
- Ano letivo:** Terceiro ano (segunda série).
- Disciplina:** História.
- Fase:** 1ª fase - Campinas.
- Situação:** Entregue para a Unicamp (selected in a dropdown menu). A button labeled 'alterar situação' is visible below the dropdown.
- Termo de sessão:** Não.
- Última modificação:** 2010-04-12 13:57:11.

The bottom of the content area also includes the text 'Ficha do conteúdo'.

Figura 5.3 Tela para Colocar Roteiro como Entregue.

Aprovação do Roteiro

Após a análise do roteiro enviado pelo professor e caso não haja correções, o módulo é passado para **aprovado**, que é a fase equivalente. Caso haja adaptações (técnicas ou pedagógicas) a serem feitas, o coordenador pedagógico do projeto Conexão do Saber é responsável pelo envio do relatório de mudanças ao professor conteudista. Não existe uma fase que exponha que o módulo está em correção de roteiro. Este procedimento foi adotado devido à necessidade de sigilo com relação a correções sugeridas para os roteiros, proporcionando uma maior tranquilidade ao professor conteudista. Sendo assim, enquanto um módulo não é aprovado pela equipe de produção, sua fase permanece em **entregue**. A figura 5.4 apresenta a tela referente a esta atividade.

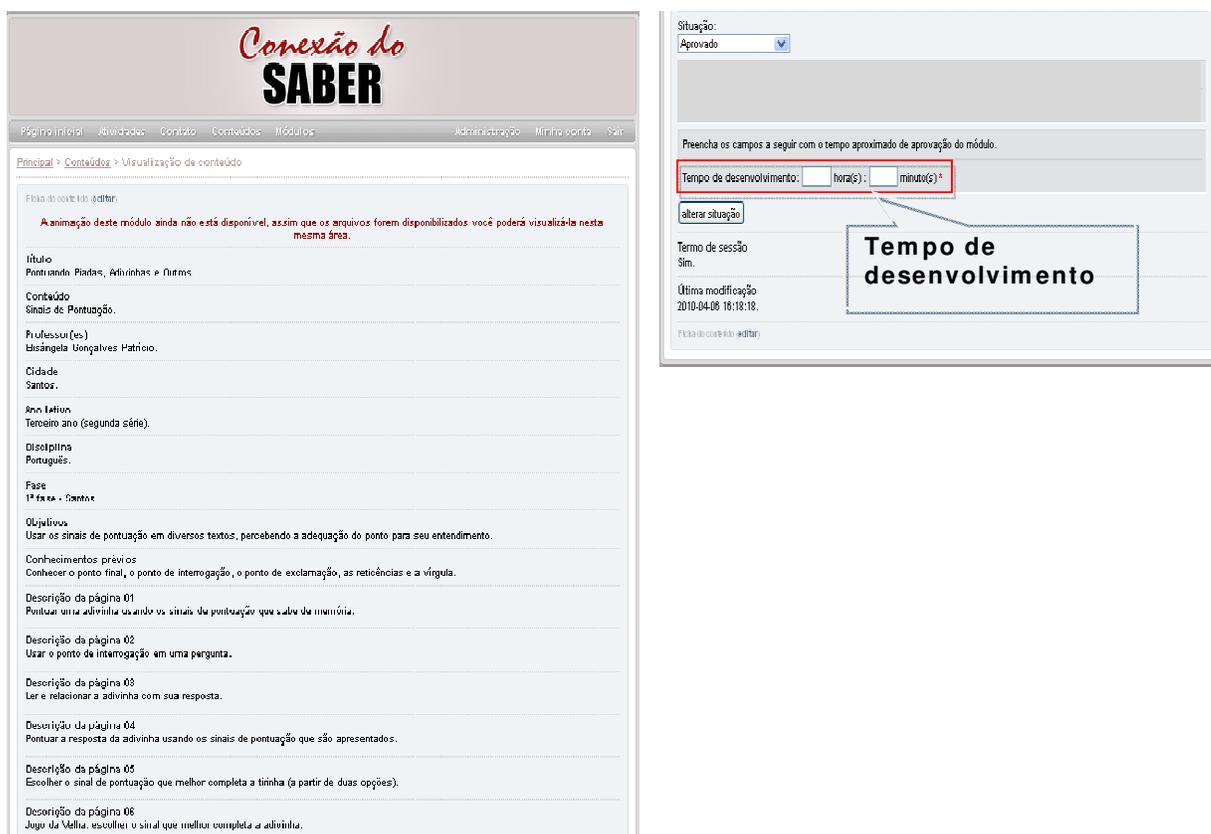


Figura 5.4 Tela para Aprovação do Roteiro Entregue.

Ao observar a figura 5.4, que apresenta a tela de aprovação, percebe-se que é necessário preencher o campo tempo de desenvolvimento com o tempo de

análise para este módulo. É importante ressaltar que esta análise engloba a análise pedagógica, análise de desenho e análise de programação.

The screenshot shows the 'Conexão do SABER' web application. At the top, there is a navigation bar with links: 'Página inicial', 'Atividades', 'Contato', 'Conteúdos', 'Módulos', and 'Sair'. Below the navigation bar, the breadcrumb trail reads 'Principal > Conteúdos > Visualização de conteúdo'. The main content area is titled 'Ficha do conteúdo' and contains the following information:

- Código:** 0004-05-05-0002.
- Título:** História da Cidade de Campinas.
- Conteúdo:** História de Campinas.
- Professor(es):** Ana Carolina Gondim.
- Cidade:** Campinas.
- Ano letivo:** Terceiro ano (segunda série).
- Disciplina:** História.
- Fase:** 1ª fase - Campinas.
- Situação:** Desenvolvimento do desenho (selected in a dropdown menu). Below this is a button labeled 'alterar situação'.
- Termo de sessão:** Não.
- Última modificação:** 2010-04-12 14:31:01.
- Tempo de desenvolvimento por etapa:** A table with two columns: 'Etapa' and 'Tempo'.

Etapa	Tempo
Entregue para a Unicamp	01:30:00

Figura 5.5 Tela para Alocação do Roteiro para Desenho.

Alocação de Roteiro para Desenho

Esta é a fase em que o módulo digital começa a ser desenvolvido e sua equivalência no sistema é a fase **desenvolvimento desenho**, que é quando ele

está sendo desenhado. Esta alocação é feita conforme a prioridade de produção, ou seja, só é permitido ao desenhista alocar o roteiro que está marcado como prioridade máxima no sistema. É importante ressaltar que é possível alocar apenas um roteiro por vez. Caso o desenhista tenha alguma dificuldade em continuar o desenvolvimento do roteiro alocado, é possível reportar uma dúvida no portal e alocar outro roteiro até que sua dúvida seja sanada. A figura 5.6 apresenta a tela referente a esta alocação de roteiro para desenho.



Figura 5.6 Tela Entrega Desenho para Revisão.

Envio do Módulo para Revisão Desenho

Ao finalizar o desenho do módulo, o desenhista entra no sistema e muda a fase deste módulo para **revisão do desenho**. Para haver esta mudança de fase, é obrigatório, ao desenhista, fazer a carga do módulo desenhado e especificar o tempo gasto no desenho digital do módulo em questão. A figura 5.6 apresenta a tela utilizada nesta fase.

Conexão do SABER

Página inicial
Atividades
Contato
Conteúdos
Módulos
Administração
Minha conta
Sair

Principal > Conteúdos > Visualização de conteúdo

Ficha do conteúdo (editar)

A animação deste módulo ainda não está disponível, assim que os arquivos forem disponibilizados você poderá visualizá-la nesta mesma área.
Clique aqui para fazer o download do módulo.
http://desenvolvimento.conexaoossaber.com.br/modulos/0004/05/Relatorios/2010_4_12/

Código
0004-05-05-0002.

Título
História da Cidade de Campinas.

Conteúdo
História de Campinas.

Professor(es)
Ana Carolina Gondim.

Cidade
Campinas.

Ano letivo
Terceiro ano (segunda série).

Disciplina
História.

Fase
1ª fase - Campinas.

Designer
Ana Carolina Gondim.
Terceiro ano (segunda série).

Disciplina
História.

Fase
1ª fase - Campinas.

Designer
Ana Carolina Gondim.

Situação:
Revisão do desenho
Revisão do desenho
Correção do desenho
Desenho revisado
Clique aqui para fazer o download da versão mais atual do módulo.

Observações

Preencha esse campo apenas quando existir observações.

Tempo de desenvolvimento: hora(s) : minuto(s)

Preencha com o número aproximado de tempo utilizado no desenvolvimento desta etapa do módulo.

[Alterar situação](#)

Termo de sessão
Nã

Última modificação
2010-04-12 14:16:20.

Tempo de desenvolvimento por etapa

Etapa	Tempo
Entrega para a Unicamp	01:30:00
Desenvolvimento do desenho	12:00:00

Ficha do conteúdo (editar)

Figura 5.7 Tela de Revisão Exemplo

Revisão Módulo Intermediário

Esta é uma fase que se repete em três etapas no processo de desenvolvimento: após o desenho; após a programação e após a edição de som, caso o módulo contenha som. Sendo assim, para cada uma destas etapas, esta fase recebe um nome diferente: para revisão de desenho, denomina-se **revisão desenho**; quando o módulo teve a programação finalizada, temos a fase **revisão programação** e quando a edição de som foi finalizada, **revisão som**. Caso o módulo apresente algum problema em alguma destas revisões, é passado para **correção** da fase equivalente e o responsável faz os ajustes necessários e depois passa para a fase de revisão novamente. Para melhor exemplificar esta fase de revisão, apresenta-se apenas a tela de revisão correspondente ao desenho na figura 5.7. Para as outras fases (programação e som), esta tela se repete mudando apenas o nome da fase, conforme a etapa de desenvolvimento em que o módulo se encontra. Ao observar a figura 5.7 é possível observar que estão disponíveis as escolhas das etapas **correção do desenho** e **desenho revisado**. Sendo assim, caso seja encontrado algum erro, a etapa escolhida deve ser **correção do desenho**, caso contrário, **desenho revisado**.

Alocação de Módulo Desenhado

Esta é a fase em que o módulo recebe a programação necessária para que as atividades propostas pelo professor e desenhadas pela equipe de desenhistas tornem-se executáveis. Sua equivalência no sistema é **desenvolvimento programação**. A alocação de um módulo para programação é feita conforme a prioridade de produção, ou seja, só é permitido ao programador alocar o módulo desenhado que está marcado como prioridade máxima no sistema. Assim como acontece com o desenhista, o programador só pode alocar um módulo desenhado por vez e caso o mesmo tenha dificuldades em dar continuidade ao desenvolvimento, o sistema possibilita a postagem de uma dúvida e o programador pode alocar outro módulo, até que sua dúvida seja sanada. Para melhor entender este procedimento, observe a figura 5.8.

Uma importante observação a ser feita acerca da figura 5.8 é a possibilidade que acompanharmos o tempo de desenvolvimento de um módulo após cada etapa, que pode ser visualizada no rodapé da tela.

Principal > Conteúdos > Visualização de conteúdo

Ficha do conteúdo

A animação deste módulo ainda não está disponível, assim que os arquivos forem disponibilizados você poderá visualizá-la nesta mesma área.

Código
0004-05-05-0002.

Título
História da Cidade de Campinas.

Conteúdo
História de Campinas.

Professor(es)
Ana Carolina Gondim.

Cidade
Campinas.

Ano letivo
Terceiro ano (segunda série).

Disciplina
História.

Fase
1ª fase - Campinas.

Designer
Ana Carolina Gondim.

Situação:
Desenvolvimento da programação

Download: clique aqui para fazer o download da versão atual do módulo e revisá-lo.

alterar situação

Termo de sessão
Não.

Última modificação
2010-04-12 14:56:23.

Tempo de desenvolvimento por etapa	
Etapa	Tempo
Entregue para a Unicamp	01:30:00
Desenvolvimento do desenho	12:00:00
Revisão do desenho	00:36:00

Ficha do conteúdo

Figura 5.8 Tela de Alocação de Módulo para Programação.

Envio do Módulo para Revisão Programação

Ao finalizar a programação do módulo, o programador muda a fase deste módulo para **revisão programação**, que é a fase equivalente. A tela para esta fase é parecida com a tela apresentada pela figura 5.6, mudando apenas o nome

da fase seguinte, que é **revisão da programação**. Vale ressaltar que, para qualquer mudança de fase, é obrigatória a inserção do tempo de desenvolvimento, não sendo possível ao desenvolvedor encaminhar o módulo sem que esta informação seja inserida.

História da Cidade de Campinas.

Conteúdo
História de Campinas.

Professor(es)
Ana Carolina Gondim.

Cidade
Campinas.

Ano letivo
Terceiro ano (segunda série).

Disciplina
História.

Fase
1ª fase - Campinas.

Designer
Ana Carolina Condin.

Programador(a)
Ana Carolina Gondim.

Situação:

Termo de sessão
Não.

Última modificação
2010-04-10 15:12:12.

Tempo de desenvolvimento por etapa

Etapa	Tempo
Entregue para a Unicamp	01:30:00
Desenvolvimento do desenho	12:00:00
Revisão do desenho	00:35:00
Desenvolvimento da programação	07:30:00
Revisão da programação	00:20:00

Ficha do conteúdo (editar)

Figura 5.9 Tela de Envio do Módulo para Revisão Professor ou Edição de Som.

Encaminhar Módulo para Revisão do Professor Conteudista

Nesta fase, o revisor responsável faz os testes necessários para verificar o funcionamento do módulo e, caso o módulo não necessite de som e esteja funcionando conforme as especificações descritas no roteiro, o revisor muda a fase deste módulo para **fase revisão professor**; caso seja necessário incluir som, a fase é alterada para **pronto para edição de som**.

Caso o módulo tenha passado pelas fases que controlam a inserção de som, este deve ser revisado novamente para que possa ser validado e encaminhado para a revisão do professor. É importante ressaltar que, ao mudar a

fase de um módulo para **fase revisão professor**, o professor autor do roteiro recebe um e-mail com os links necessários para revisão. A tela para esta mudança de fase pode ser visualizada na figura 5.9.

Encaminhar Relatório de Revisão do Professor

A equivalência desta fase no sistema de controle de produção é **aguardando publicação** e ocorre quando o professor revisa o módulo finalizado, preenche um relatório sobre cada página e encaminha este relatório para o sistema. Este relatório é analisado pelo coordenador pedagógico que verifica se algum erro foi reportado e faz o encaminhamento do módulo para o desenvolvedor responsável. Após o término das correções, o coordenador pedagógico encaminha novamente para o professor. Esta tarefa é realizada até que tenhamos o aceite do professor em todas as páginas do módulo.

Publica Módulo Final

Quando o relatório final do professor indica que o módulo está sem erros e coerente com o que foi solicitado, o módulo passa para a fase **publicado** e é disponibilizado na base de conhecimento para que todos os municípios possam atualizar suas bases.

Conexão do SABER

Página inicial | Atividades | Contato | Conteúdos | Módulos | Administração | Minha conta | Sair

Principal > Dúvidas > Responder dúvida

Módulo:
Meu Município (0003-06-06-0001)

Usuário:
Marina Luccas Castro

Dúvida:
Problema na resposta da página 2 do módulo. Aguardando contato com a professora

Resposta:

enviar resposta

Figura 5.10 Tela de Resposta de Dúvidas.

Responder Dúvidas

Conforme citado anteriormente, é possível ao desenvolvedor alocar apenas um módulo por vez e, em alguns momentos, surgem dúvidas que impossibilitam a continuidade do desenvolvimento do módulo. Sendo assim, para que outro módulo possa ser alocado, o desenvolvedor envia uma dúvida que será respondida pelo coordenador pedagógico responsável. Após o envio desta resposta, o módulo é automaticamente liberado para que o desenvolvedor continue seu desenvolvimento. A tela correspondente a esta atividade é demonstrada na figura 5.10.

Relatório de Produção

O sistema de controle mantém tabelas que registram a produção semanal de cada desenvolvedor. Porém, algumas vezes, os módulos apresentam uma dificuldade maior de desenvolvimento, o que acarreta atrasos na meta de produção que é esperada. Sendo assim, foi inserida no sistema uma ferramenta que possibilita ao desenvolvedor reportar todas as suas atividades possibilitando, desta forma, justificar possíveis atrasos em sua produção.

Análises Estatísticas

O sistema de controle de produção apresenta gráficos estatísticos que possibilitam o acompanhamento da produção de módulos. É possível acompanhar o desenvolvimento por cidade, o desenvolvimento geral e o desenvolvimento por etapas.

Algumas figuras serão apresentadas para melhor explanarmos as análises estatísticas que foram implantadas no sistema, para auxiliar o administrador em suas tomadas de decisões, quanto a prioridade de desenvolvimento e análise de produção dos módulos educacionais. Por meio da figura 5.11 podemos observar um gráfico que demonstra o desenvolvimento geral do projeto, ou seja, quantos módulos estão em desenvolvimento e suas fases, além de apresentar a quantidade de módulos que já foram publicados, vale ressaltar que este gráfico foi coletado do sistema de controle de produção em agosto de 2009. A tabela

apresentada na figura 5.12 permite ao administrador do sistema um acompanhamento da média de produção da equipe de desenvolvimento e das quantidades de módulos a serem entregues para cada cidade e em quanto tempo. Outra informação apresentada nesta figura é a complexidade do módulo. Esta complexidade é definida conforme o tempo necessário para o desenvolvimento, que leva em consideração a quantidade de animações em cada página, a pesquisa a ser realizada para o desenho e programação das atividades, a quantidade de níveis de atividades dentro de uma mesma página, sendo assim quando um módulo passa pela fase de análise pedagógica e técnica temos a associação de um valor de complexidade para este módulo. Com a ferramenta, apresentada na figura 5.12, é possível, ao administrador do sistema, a tomada de decisão sobre os módulos que devem ser colocados como prioridade de desenvolvimento e quais atitudes devem ser tomadas para que os prazos, acordados com os municípios, sejam obedecidos.

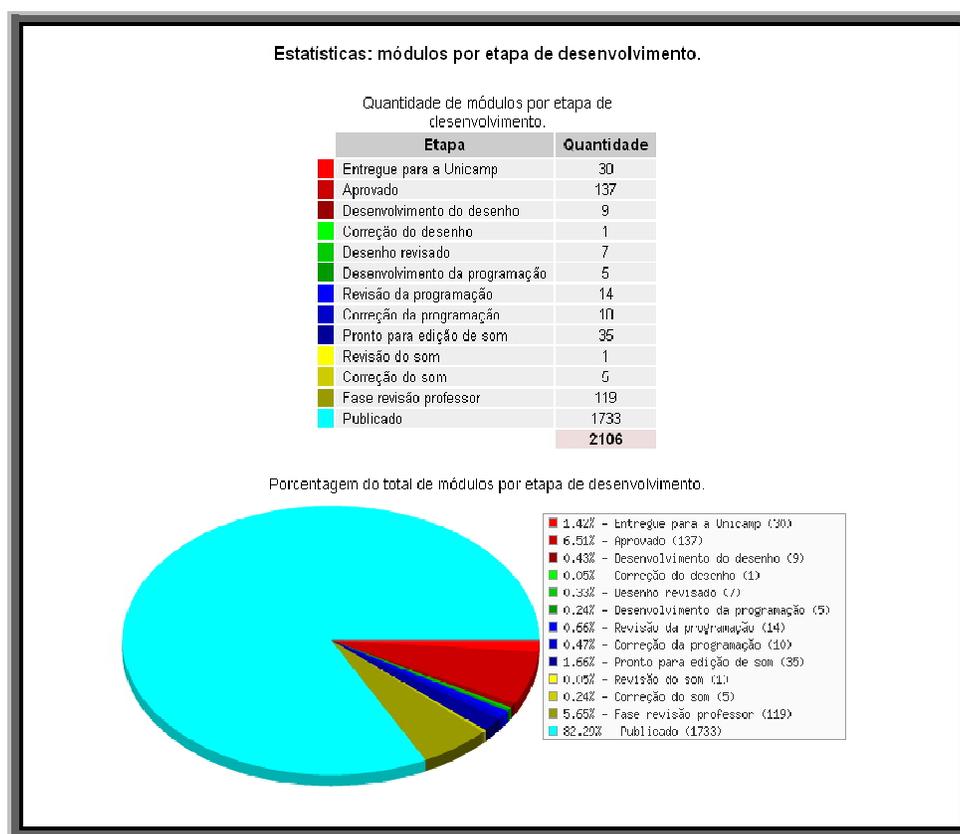


Figura 5.11 Gráfico Geral por Etapa de Desenvolvimento.



Figura 5.12 Tabela de Metas de Desenvolvimento.

Após a apresentação das fases contempladas pelo sistema de controle de produção, é importante detalhar os documentos gerados no decorrer do processo otimizado.

Roteiro do Módulo

Este é o documento inicial no processo de produção de um módulo educacional; maiores detalhes deste documento foram apresentados nas seções 4.3.2 e 4.3.3. Este documento contém todas as atividades solicitadas pelo professor conteudista e a descrição de cada uma delas.

Relatório de Mudanças

Caso o roteiro do módulo não seja aprovado pela equipe técnica e pedagógica, este roteiro volta para o professor com o relatório de mudanças, que contém sugestões para que o roteiro possa ser desenvolvido.

Relatório de Revisão

Após a finalização do módulo, é necessário que o professor conteudista preencha um relatório de revisão. Neste relatório, o professor tem a possibilidade de aprovar as páginas que não contenham erros e detalhar possíveis problemas para que a equipe de desenvolvimento possa fazer as correções necessárias.

Módulo com as páginas desenhadas

Após sua aprovação o módulo é inserido na fila de desenvolvimento e a primeira fase, pela qual este módulo passará, é a fase de desenho. Após finalizar o desenho de um módulo, o desenvolvedor carrega este documento no sistema para que ele possa ser revisado e programado.

Relatório de Revisão Desenho

Este relatório pode ser preenchido duas vezes ou nenhuma, a primeira seria na revisão de desenho, que é feita durante o processo de produção. Caso o revisor encontre algum erro no módulo desenhado, deve reportar este erro ao desenhista por meio do relatório de revisão de desenho. A segunda vez é no

momento em que o professor envia o relatório de revisão. Caso o coordenador pedagógico responsável verifique que o professor solicitou uma mudança no desenho e esta mudança é coerente com o roteiro, um relatório de revisão de desenho é enviado para o desenhista responsável. É importante ressaltar que mudanças solicitadas, que não estão de acordo com o roteiro inicial do módulo não serão feitas, visto que isso acarreta um aumento no tempo de produção e, conseqüentemente, atraso no prazo de entrega dos módulos.

Relatório de Revisão Programação

Os detalhes apresentados para o relatório de revisão de desenho são válidos também para o relatório de revisão de programação, mudando apenas o foco do relatório que seria a programação das atividades. Ao preencher este relatório, o revisor deve estar atento ao funcionamento dos exercícios, verificar se estes estão coerentes com o que foi pedido no roteiro inicial e se as respostas estão de acordo com o que se espera como resultado.

Assim como ocorre com o relatório de revisão de desenho, o relatório de revisão de programação deve ser preenchido novamente caso problemas de programação sejam relatados no relatório de revisão do professor.

Módulo Programado

Este é o documento gerado quando é finalizada a programação de um módulo. Após finalizar a programação de um módulo, o desenvolvedor carrega este documento no sistema para que ele possa ser revisado e encaminhado para revisão final do professor.

Módulo Finalizado com Relatório Final do Professor

Após o recebimento do relatório de revisão do professor com a validação de todas as páginas do módulo, este é enviado para a base de conhecimento. Esta base contém todos os módulos produzidos e aprovados pelos professores conteudistas.

5.3. Componentização dos Módulos

Com o desenvolvimento dos módulos educacionais, foi possível identificar alguns padrões nas atividades que eram implementadas. Sendo assim, com o passar do tempo, estes padrões foram convertidos em componentes reutilizáveis na produção de módulos.

Alguns dos principais componentes utilizados na produção dos módulos educacionais podem ser visualizados na figura 5.13, a seguir:



Figura 5.13. Componentes para a produção de módulos educacionais.

Todos os componentes são reutilizáveis, sendo assim, cada novo módulo onde é identificado um destes padrões, não é necessário uma nova

implementação, apenas um novo desenho da atividade, pois o desenho é dependente do conteúdo abordado na página em questão.

Outra constatação com o desenvolvimento dos módulos educacionais é a possibilidade de segmentá-los em elementos independentes, assim como apresentado na figura 5.14.

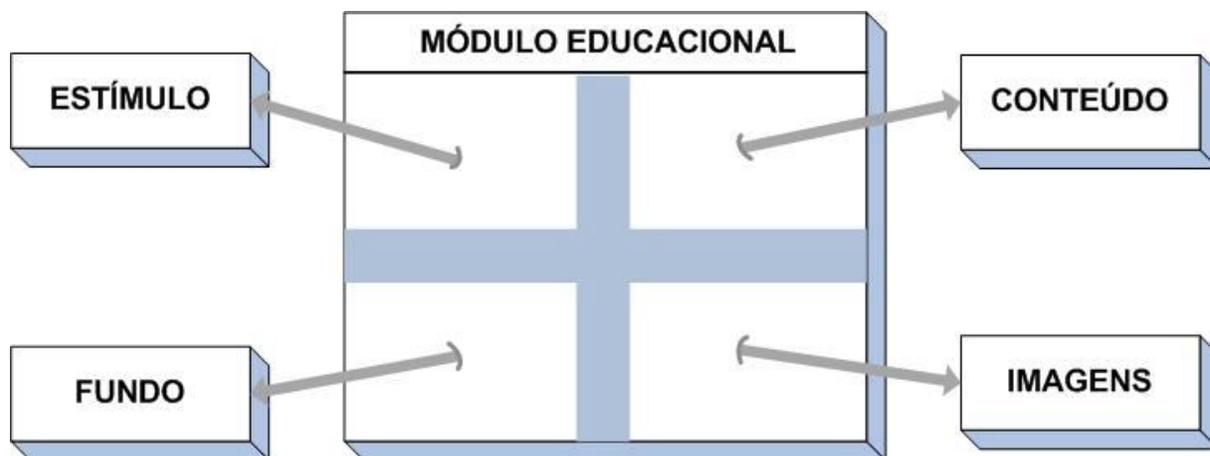


Figura 5.14. Divisão dos Módulos Educacionais.

Esta segmentação permite um acesso mais rápido aos módulos instalados remotamente e diminui a sobrecarga de acesso ao servidor, pois os elementos que acarretam esta sobrecarga (fundo, imagens e animações) são armazenados no computador do usuário e apenas o conteúdo permanece armazenado no servidor central de módulos.

Outra vantagem acerca desta segmentação é a possibilidade de derivar novos módulos a partir de módulos já existentes. Em alguns casos, os professores deixavam de utilizar um determinado módulo porque não estavam de acordo com uma das atividades proposta. Com esta segmentação, é possível criar um novo módulo sem a atividade em questão.

Com este recurso, o professor tem a possibilidade de criar um módulo com até 20 páginas abordando conteúdos diferentes, o que facilita a preparação de uma aula de laboratório que abranja as principais dificuldades do aluno em várias disciplinas.

5.4. Produção de Módulos Educacionais

Esta seção tem como objetivo a apresentação de alguns gráficos que demonstram os resultados obtidos com a aplicação do processo otimizado para a produção de módulos educacionais.

É importante ressaltar que os resultados apresentados levaram em consideração o intervalo de tempo decorrido entre os anos de 2004 a 2009. A escolha deste intervalo deve-se ao fato de que a primeira implantação do projeto Conexão do Saber aconteceu em 2003, porém a necessidade de sistematização ocorreu em 2004 devido ao aumento significativo da quantidade de módulos a serem produzidos e a necessidade de diminuir o tempo de produção, como discutido na seção 1.2 deste trabalho.

5.4.1. Quantidade de Módulos Produzidos e Tempo de Liberação

Desde 2004 até 2009, foram produzidos mais de 1700 módulos educacionais. Mensalmente, em torno de 50 novos módulos são publicados em nossa base de conhecimento. As figuras 5.15 e 5.16 apresentam, respectivamente, a quantidade de módulos produzidos desde 2004 até 2009 e o tempo de liberação de um módulo.

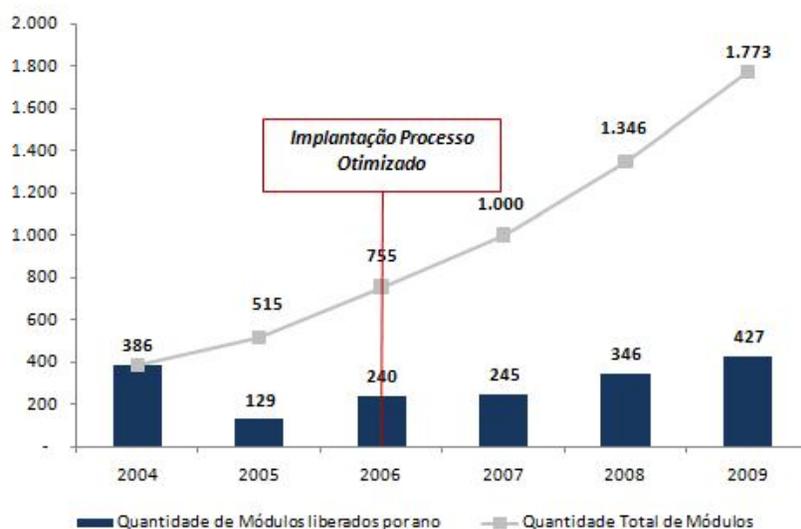


Figura 5.15. Quantidade de módulos produzidos desde 2004 até 2009.

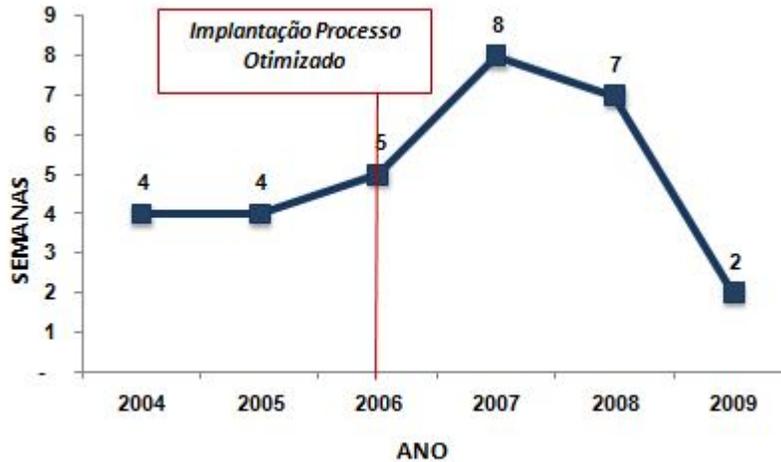


Figura 5.16. Tempo de liberação de um módulo educacional.

Ao analisarmos os gráficos apresentados nas figuras 5.15 e 5.16 é possível perceber, em ambos, uma melhora tanto em tempo de liberação quanto em quantidade de módulos produzidos entre 2007 e 2009. Esta melhora, principalmente no tempo de liberação de um módulo, se deve à implantação do processo otimizado que ocorreu em 2006.

Dentre as tarefas envolvidas na produção, as que mais acarretavam atrasos eram as relacionadas à revisão de um módulo, tanto interna, ou seja revisões intermediárias dos módulos, quanto externa, revisão feita pelo professor conteudista responsável. Os relatórios de revisões eram passados aos desenvolvedores, porém não se tinha uma ferramenta que bloqueasse o seu trabalho até que os ajustes solicitados fossem feitos. Com a utilização do sistema de controle de produção, não é permitido ao desenvolvedor alocar outro módulo antes de realizar os ajustes solicitados. Com isto, o tempo de liberação de um módulo diminuiu consideravelmente em relação ao acompanhamento manual que era feito entre 2006 e 2008.

É importante observarmos que, entre 2004 e 2005, o tempo de liberação de um módulo era de 4 semanas, menos tempo se compararmos com o período entre 2006 e 2008. O menor tempo de liberação deve-se ao fato de que neste período não existia uma divisão clara da equipe de desenvolvimento e o módulo era, em sua maioria, implementado e revisado apenas por uma pessoa. Sendo

assim, a entrega ocorria em menos tempo do que nos anos de 2006, 2007 e 2008. É importante ressaltar que os módulos produzidos entre 2004 e 2005 não passaram pelo processo otimizado, que foi implantado em 2006 e ocasionou correções no produto finalizado; a análise destas correções será feita na seção 5.4.3.

5.4.2. Tempo de Desenvolvimento

Com a evolução tecnológica destes últimos anos, principalmente no campo de desenvolvimento de jogos computacionais, obteve-se uma mudança significativa na complexidade dos módulos educacionais desenvolvidos, já que as atividades solicitadas pelos professores acompanharam esta evolução, tornando-se cada vez mais interativas e desafiadoras. A complexidade de um módulo é medida levando em consideração os tempos de análise, criação do desenho, programação e revisão e pode ser visualizada na figura 5.17.



Figura 5.17. Complexidade de desenvolvimento.

Uma análise importante feita por meio dos gráficos apresentados nas figuras 5.17 e 5.18 é que mesmo com o aumento da complexidade a quantidade de módulos liberados por pessoa manteve-se. Esta observação demonstra que a implantação do processo otimizado, em 2006, possibilitou uma maior estabilidade

à produção dos módulos educacionais, mesmo com o aumento da complexidade dos mesmos.

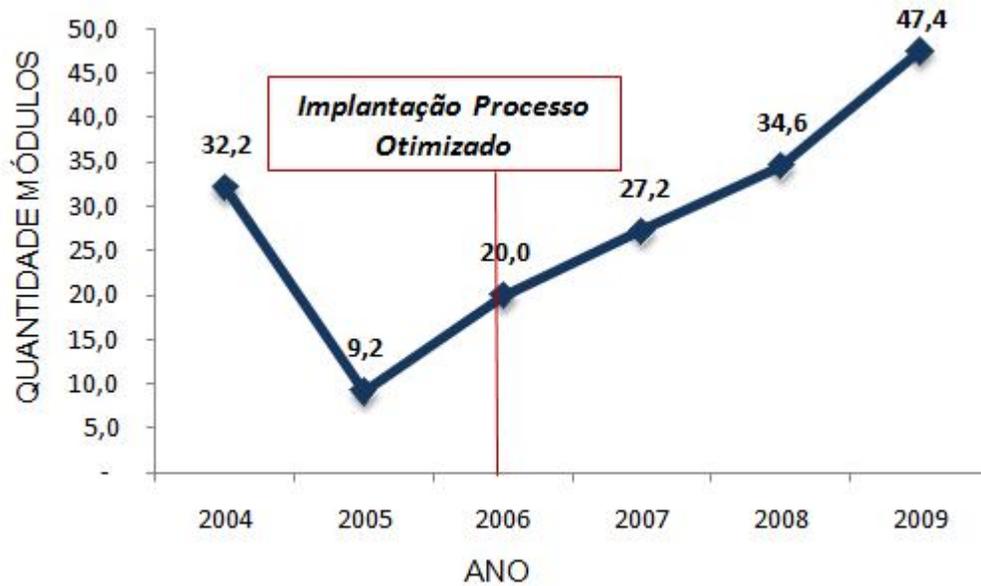


Figura 5.18. Quantidade média de módulos liberada por pessoa.

Vale ressaltar que os tempos mais críticos no desenvolvimento de módulos são os de criação do desenho e de programação. Sendo assim, a figura 5.19 demonstra o tempo médio de desenvolvimento de um módulo desde 2004 até 2009.

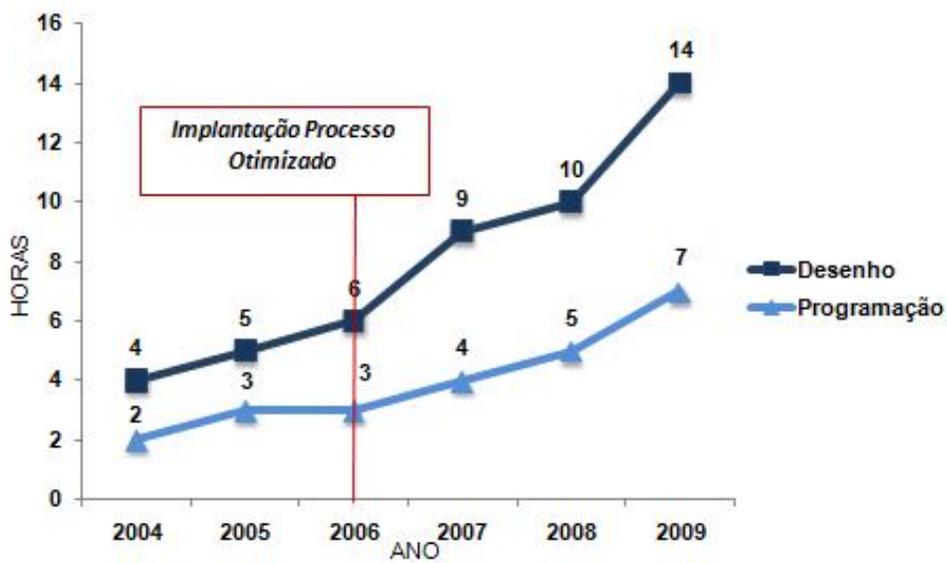


Figura 5.19. Tempo médio de desenvolvimento de um módulo educacional.

Levando em consideração o gráfico apresentado na figura 5.19, percebe-se que o tempo de produção de um módulo aumentou consideravelmente entre 2008 e 2009. Neste período, incorporou-se diversas propostas de jogos que trariam esta maior interatividade e desafio aos módulos educacionais aos cursos de formação ministrados aos professores conteudistas. Com esta mudança, passamos da produção de um módulo educacional com pouca interatividade e muita proximidade do livro didático, para o desenvolvimento de pequenos jogos interativos e desafiadores.

Porém, mesmo com este aumento no tempo de produção de um módulo, a quantidade média de liberação de módulos por pessoa manteve-se como apresentado na figura 5.18. Fato este decorrente da estabilidade que pode ser mantida no processo de produção devido a implantação do processo otimizado em 2006.

5.4.3. Correção de Erros

Uma das principais vantagens que o processo otimizado para a produção de módulos educacionais introduziu foi a diminuição significativa na correção dos módulos entregues e por consequência a diminuição no tempo de produção.

No início do projeto, quando inexistia uma sistematização no processo de produção dos módulos educacionais, os pontos de revisão eram falhos e não existia um padrão para a entrega do roteiro confeccionado pelo professor conteudista. Sendo assim, o módulo, frequentemente, necessitava de correção após sua implantação na cidade participante, causando atrasos e insatisfação dos usuários, já que em alguns casos era necessário refazer o módulo para que o mesmo estivesse de acordo com os requisitos solicitados pelo professor.

O gráfico apresentado na figura 5.20 tomou como exemplo a cidade de São José do Rio Preto por ser a cidade participante do projeto Conexão do Saber desde sua concepção. Este gráfico tem por finalidade apresentar como a quantidade de correções diminuiu com o uso do processo otimizado para a produção de módulos educacionais.



Figura 5.20. Média de correções por módulo.

É possível perceber pela análise do gráfico apresentado na figura 5.20 que a quantidade de correções teve uma mudança significativa entre os anos de 2006 e 2007, pois foi o período de implantação do processo otimizado. Antes deste período, devido a inexistência deste processo, foi necessário um retrabalho com os módulos educacionais produzidos, que se estendeu até meados de 2009. Mesmo com a implantação do processo otimizado em 2006, ainda restavam correções a serem feitas nos módulos já produzidos e foi necessário alocar uma equipe apenas para esta correção. Esta equipe terminou sua tarefa no início de 2009, quando todas as correções antigas foram sanadas e as novas diminuíram significativamente.

5.5. Utilização das Ferramentas Desenvolvidas

Ao longo desta seção, serão apresentados alguns gráficos que detalham o crescimento da utilização dos módulos educacionais ao longo dos anos. Também serão apresentados alguns gráficos de uma pesquisa feita na cidade de São José

do Rio Preto, com o objetivo de quantificar o grau de satisfação, tanto dos professores, quanto dos alunos com relação ao uso dos módulos educacionais.

5.5.1. Professores que Utilizam os Módulos Educacionais

Atualmente, mais de 3400 professores utilizam os módulos educacionais como uma ferramenta a mais no seu cotidiano com o aluno, como pode ser verificado na figura 5.21, a seguir.

É possível observar uma alta considerável entre 2007 e 2009, a qual é decorrente do aumento das cidades participantes neste período.

É importante ressaltar que as formações realizadas no início da implantação do projeto no município auxiliam em uma maior adesão ao uso dos módulos educacionais. Esta formação apresenta a facilidade de uso dos módulos educacionais e a vantagem da participação dos professores no processo de desenvolvimento, assim como detalhado no capítulo 4 deste trabalho.

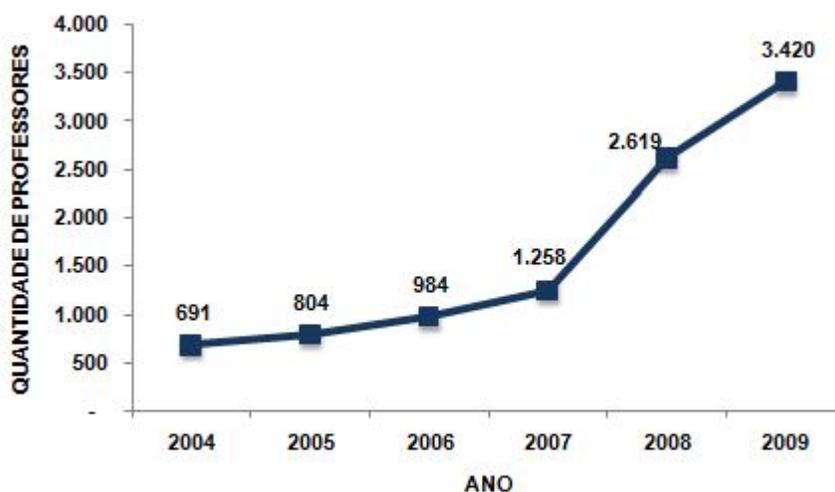


Figura 5.21. Quantidade de Professores que Utilizam os Módulos Educacionais

Após a análise da figura 5.21, que demonstra a quantidade de professores que utilizam os módulos educacionais, é importante apresentar quão satisfatória

é esta utilização, o que pode ser verificado nos gráficos das figuras 5.22 (a) e 5.22(b).

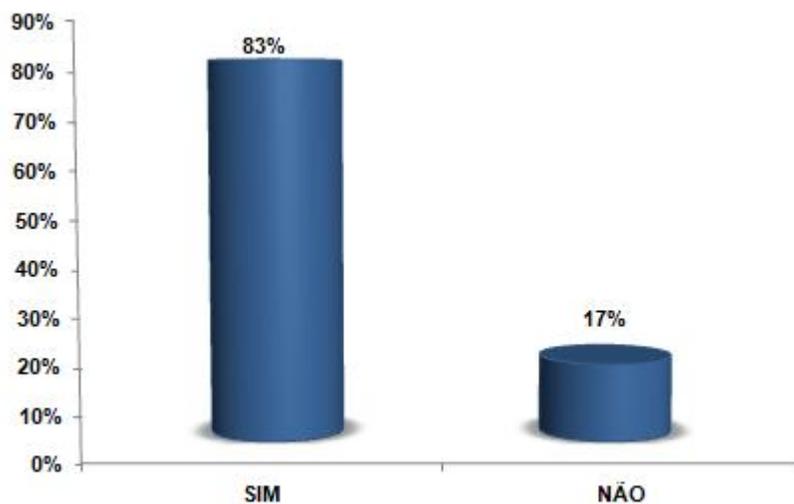


Figura 5.22 (a). Professores que Gostam das Aulas com os Módulos Educacionais

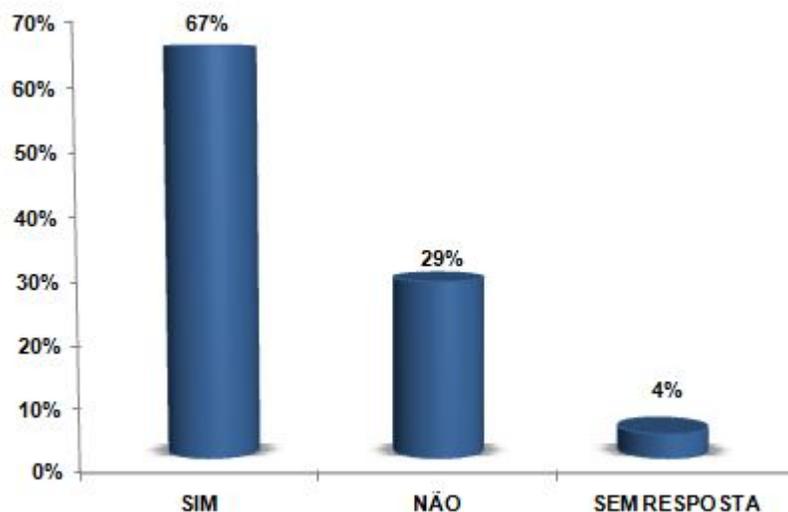


Figura 5.22 (b). Professores que Usam os Módulos como uma Ferramenta de Revisão

Por meio dos gráficos apresentados nas figuras 5.22(a) e 5.22(b), é possível perceber que mais de 60% dos professores têm os módulos como uma ferramenta a mais no seu cotidiano para auxiliar no processo de revisão do conteúdo ministrado em sala de aula e mais de 80% admitiu que gosta das aulas

que são realizadas com os módulos educacionais. Isso explica a adesão de quase 100% dos professores das redes municipais que participam do projeto.

5.5.2. Alunos que Utilizam os Módulos Educacionais

Atualmente, cerca de 80.000 alunos utilizam os módulos educacionais em mais de 100 escolas distribuídas nas oito cidades que integram o projeto: São José do Rio Preto, Penápolis, Guará, Salto, Santos, Coroados, Casa Branca e Pedreira. A figura 5.23 apresenta o crescimento da quantidade de alunos que utilizam os módulos desde 2004.

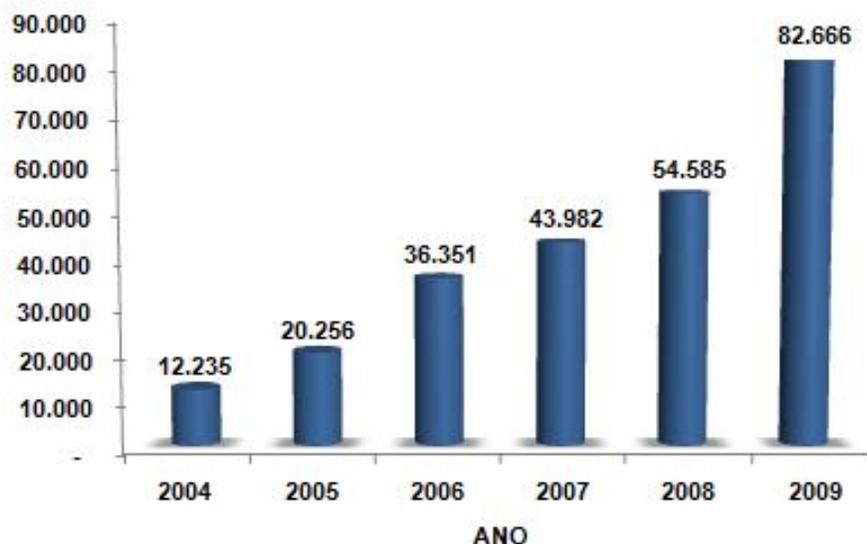


Figura 5.23. Alunos que Utilizam os Módulos Educacionais

Após a apresentação da quantidade de alunos que utilizam os módulos educacionais, é importante apresentar quão satisfatória é esta utilização, o que pode ser verificado nos gráficos das figuras 5.24 (a) e 5.24(b).

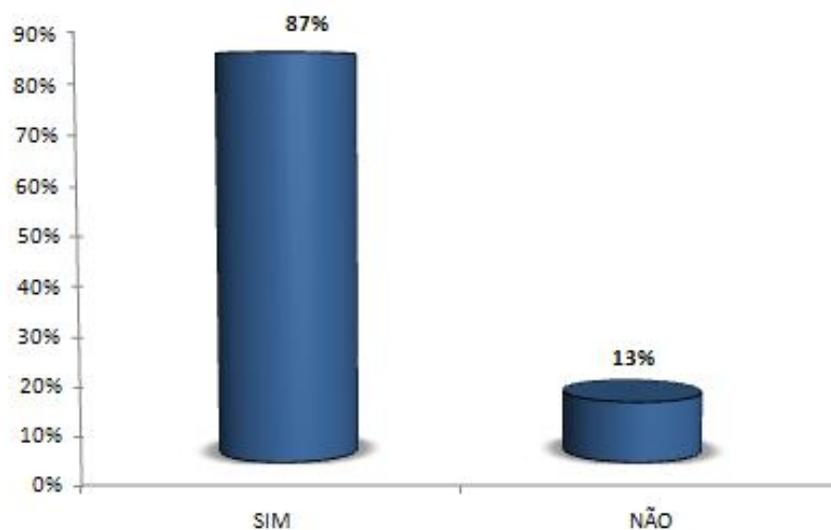


Figura 5.24 (a). Porcentagem de Alunos que Gostariam de Acessar os Módulos em Casa

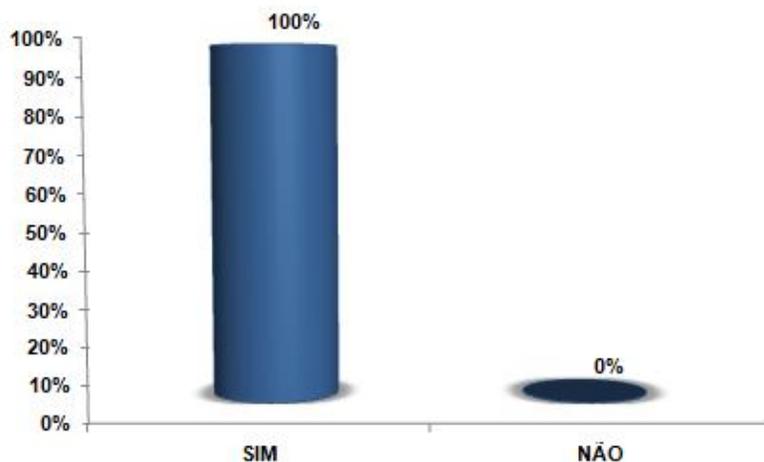


Figura 5.24 (b). Porcentagem de Alunos que Gostam das Aulas com os Módulos Educacionais

A partir dos gráficos apresentados nas figuras 5.23(a) e 5.23(b), percebemos que a maior parte dos alunos gosta das aulas realizadas com o auxílio dos módulos educacionais, o que pode ser um dos fatores que motiva o professor a fazer uso desta ferramenta em seu cotidiano.

5.5.3. Professores Conteudistas

Os conteúdos de todos os módulos educacionais publicados na base de conhecimento foram criados pelos professores conteudistas, conforme foi citado no capítulo 4. A figura 5.25 apresenta o crescimento desta equipe desde 2004.

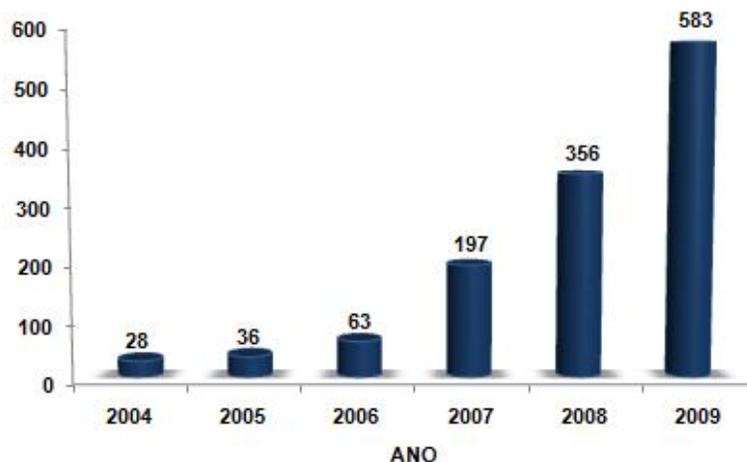


Figura 5.25. Professores Conteudistas

A possibilidade de crescimento desta equipe de professores é um diferencial obtido pela implantação do processo otimizado para a produção de módulos educacionais, já que este processo possibilitou o desenvolvimento de conteúdo distribuído, conforme detalhado na seção 4.3.4.1.

5.6. Considerações

A implantação do processo otimizado para a produção de módulos educacionais possibilitou uma melhora significativa, principalmente, no tempo de liberação dos módulos e na quantidade de correções a serem realizadas no produto finalizado.

Porém, foi possível observar que apenas a implantação do processo otimizado, sem uma ferramenta que auxiliasse no controle das atividades envolvidas no processo, apresentou alguns problemas, que foram sanados com o desenvolvimento e implantação da ferramenta de controle de produção dos

módulos educacionais. Solução esta que pode ser observada através dos gráficos de produção apresentados que demonstram que a sistematização do processo associada a implantação da ferramenta de controle de produção permitiu um melhor acompanhamento das atividades e possibilitou análises mais precisas com relação aos prazos envolvidos no desenvolvimento dos módulos educacionais.

Foram apresentados alguns gráficos e análises sobre as melhorias alcançadas ao longo dos anos de implantação deste processo, porém nesta conclusão, é importante retomarmos o gráfico que demonstra a diminuição na quantidade de correções realizada em um módulo educacional, após sua finalização. Esta quantidade de correções, após a implantação do processo otimizado, diminuiu significativamente e possibilitou a diminuição no tempo de desenvolvimento, pois o retrabalho que estas correções acarretavam tornavam o processo demorado.

Outro detalhe importante a ser analisado acerca da implantação deste processo otimizado é a possibilidade da existência de uma equipe de produção de conteúdo distribuída em vários municípios, trazendo assim uma significativa diversidade para os módulos educacionais produzidos.

CAPÍTULO 6 – Considerações Finais

6.1. Considerações Finais

Com a aplicação do processo otimizado, demonstramos que é possível fazer uma tradução dos processos de engenharia de software, de forma a adequá-los à produção de softwares educacionais em forma de módulos educacionais que contemplem tanto características pedagógicas quanto computacionais sem que ocorram perdas em nenhuma dessas vertentes.

Ao iniciarmos a sistematização do processo de produção de módulos educacionais, tínhamos como principal objetivo o estabelecimento de um padrão que permitisse o envolvimento efetivo dos professores no desenvolvimento dos módulos educacionais e a diminuição no tempo de produção.

Para alcançar estes objetivos, realizamos a divisão dos documentos de análise de requisitos e de projeto permitindo assim, o envolvimento dos professores na confecção destes documentos e estabelecemos um processo que permeasse a produção dos módulos educacionais com pontos de revisão que atestassem o desenvolvimento conforme as solicitações dos professores.

O envolvimento dos professores, possibilitado pelo processo otimizado, trouxe resultados positivos para a produção dos módulos educacionais, que podem ser observados, por exemplo, com relação à quantidade de correções realizadas nos módulos finalizados que diminuiu significativamente após a implantação deste processo e por consequência melhorou o tempo de liberação de um módulo educacional, como apresentado no capítulo 5, deste trabalho.

Esta melhora significativa no tempo de produção dos módulos educacionais decorre principalmente de dois fatores; o primeiro seria a possibilidade de o professor descrever os detalhes do seu módulo de uma forma simples e próxima do seu cotidiano e o segundo fator seria as revisões intermediárias, determinadas pelo processo otimizado, que permitem a análise do módulo em várias etapas do desenvolvimento e possibilitam atestar se a produção está seguindo as diretrizes passadas pelo professor. Estes dois fatores combinados foram determinantes para uma produção eficiente de módulos educacionais, pois a partir do momento

que o usuário é envolvido no processo de desenvolvimento e revisões são realizadas no decorrer do processo atestando que as características estabelecidas pelo usuário foram obedecidas, dificilmente um módulo retornará para alguma etapa de desenvolvimento, sendo assim diminuimos as correções e melhoramos o tempo de liberação deste módulo para o usuário final.

Outra característica importante para observarmos com a implantação do processo otimizado é a maior estabilidade que este trouxe para a produção de módulos educacionais, pois mesmo com o aumento do tempo de produção de um módulo, decorrente do aumento da complexidade destes, como apresentado no capítulo 5, a quantidade média de módulos liberada por pessoa aumentou demonstrando assim a eficiência deste processo.

A criação e implantação de um sistema de controle de produção para melhor acompanhar as atividades envolvidas no desenvolvimento de módulos educacionais, também foi um dos resultados obtidos a partir do processo otimizado. A implantação deste sistema permitiu uma melhora considerável no acompanhamento dos pontos de revisão estabelecidos pelo processo, levando a uma menor quantidade de erros nos módulos finalizados.

Outro resultado importante que não podemos quantificar, pois foram coletados por meio de viagens de acompanhamento do uso dos módulos educacionais, é o fato de que alguns professores que muitas vezes utilizavam o laboratório de informática como uma obrigação, passaram a visualizar o laboratório como uma ferramenta a mais no seu cotidiano e ficam satisfeitos pela possibilidade de desenvolver os módulos educacionais que utilizam com seus alunos de acordo com suas realidades.

6.2. Trabalhos Derivados do Processo Otimizado para Produção de Módulos

Uma proposta de trabalho a partir do processo otimizado é a aplicação deste na produção de softwares de médio porte que sejam semelhantes aos módulos apresentados neste trabalho. Para a aplicação deste processo em outras áreas, é necessária a disponibilização de uma arquitetura que forneça componentes

reutilizáveis e a formação de uma equipe constituída por desenhistas, programadores e um consultor da área para a qual o software se destina.

Com o passar dos anos, percebemos que muitas atividades solicitadas pelos professores eram semelhantes, com apenas pequenas mudanças. Sendo assim, foi possível criar um banco de modelos de exercícios que são reaproveitados para a produção de novos módulos. Com este banco de modelos já implementados, propomos como uma derivação deste trabalho o desenvolvimento de um ambiente que possibilite professor a criação de sua página de atividades a partir dos modelos já desenvolvidos. Um exemplo de uso para este ambiente seria o cenário onde o professor precisaria de uma página com o exercício força; neste caso, o ambiente possibilitaria ao professor a escolha do personagem para a força e também a descrição de uma dica e da palavra a ser descoberta.

CAPÍTULO 7 – Referências Bibliográficas

- [ALPERT 1975] ALPERT, D. “*The PLATO IV System in Use: a Progress Report* “. Em O. Lecarme e R. Lewis (editores) *Computers in Education*, North-Holland, Amsterdam.
- [ARY 2007] ARY, Edson. “*A breve história da EaD no Brasil: Do Instituto Universal Brasileiro à Unviversidade Aberta do Brasil.*” Junho de 2007. Disponível em <http://edsonary.blogspot.com/2007/06/grupo-3-breve-histria-da-ead-no-brasil.html>. Acessado em setembro de 2010.
- [BARBOSA 2004] BARBOSA, Ellen F. “***Uma Contribuição ao Processo de Desenvolvimento e Modelagem de Módulos Educacionais***”. Tese de doutoramento. IFSC-USP, São Carlos, SP, 2004.
- [BARBOSA et al. 2003] BARBOSA, E.F.; MALDONATO, J.C.; MAIDANTCHIK, C.L.L. “***Padronização de processos para o desenvolvimento de módulos educacionais***”. In: XXIX Latin-American Conference on Informatics (CLEI 2003), La Paz, Bolívia, 2003.
- [BARKI 1989] H. Barki and J. Hartwick, “***Rethinking the concept of user involvement***”. *MIS Quarterly*, 1989.
- [BARUQUE 2003] BARUQUE, Lúcia Blondet; PORTO, Fábio; MELO, Rubens Nascimento. “***Towards an Instructional Design Methodology Based on Learning Objects***”. PUC-RioInf. MCC43/03 , outubro de 2003
- [BENITTI et al 2005] BENITTI, Fabiane Barreto Vavassori; SEARA, Everton Flávio Rufino; SCHILINDEWEIN, Luciane Maria. “***Processo de Desenvolvimento de Software Educacional: proposta e experimentação***”. Brasil 2005.

- [BIGGERSTAFF 1989] BIGGERSTAFF, Ted J. and PERLIS, Alan J. **“Software Reusability – Vol. I Concepts and Models.”** Addison – Wesley, 1989.
- [BOOCH 2000] BOOCH, Grady; RUMBAUGH, James; JACOBSON, Ivar. **“UML, guia do usuário”**; trad. Silva, Fábio Freitas da - Elsevier, 8ª Edição. Rio de Janeiro – RJ, 2000.
- [BRAUDE 2005] BRAUDE, Eric. **“Projeto de Software: da programação à arquitetura: uma abordagem baseada em Java”**; trad. Edson Frumankiewics–Porto Alegre, Bookman, 2005.
- [CASTELLS 1999] CASTELLS, Manuel. **“A sociedade em rede”**. São Paulo, Paz e Terra, 1999.
- [CHICO 2010] CHICO, Paulo. **“Monitor e Instituto Universal Brasileiro abraçam tecnologias”**. Disponível em <http://ead.folhadirigida.com.br/?p=2090>. Acessado em setembro de 2010.
- [CMMI v. pt 2006] CMMI para Desenvolvimento. **“Melhoria de processos visando melhores produtos”**. Versão 1.2. Tradução Fundação CPqD e *Integrated System Diagnostics Brasil* – ISD Brasil, apoio Ministério de Ciência e Tecnologia, 2006.
- [CMMI 2006] CMMI for Development. **“Improving processes for better products”**. Version 1.2. Carnegie Mellon, Software Engineering Institute. Pittsburgh, 2006.
- [CRISTIAN 2003] CRISTIAN, Carol A. **“Scientists’ Role in Educational Content Development”**. Journal of Science Education and Technology, Vol. 12, Nº 1, Março 2003.
- [CRONOLOGIA EAD 2010] <http://www.vdl.ufc.br/catedra/telematica/cronologia.htm> . Acessado em setembro de 2010.

- [DAMODARAN 1996] L. Damodaran. “***User involvement in the systems design process a practical guide for users***”. Behaviour & Information Technology, 1996.
- [DANNEMANN 2010] DANNEMANN, Fernando Kitzinger. “***Biografia Roquette-Pinto***”. Recando das Letras, maio de 2010.
- [FAINHOLC 2006] FAINHOLC, B. “***Para seguir definindo a la tecnología educative y crítica: un recorrido histórico epitemológico de la disciplina.***” Montevideo: Apostilla de Clase, 2006.
- [FLYNT 2005] FLYNT, John P. with SALEM, Omar. “***Software Engineering for Game Developers***”. Thomson Course Technology PTR, a division of Thomson Course Technology 25 Thomson Place Boston, United States of America, 2005.
- [FURTADO et all 2003] FURTADO, André Wilson Brotto; SANTOS, André Luís de Medeiros; GOMES, Alex Sandro. “***Especificando um Modelo de Time para o Desenvolvimento Colaborativo de Jogos Educativos.***” XIV Simpósio Brasileiro de Informática na Educação – SBIE – NCE/UFRJ 2003.
- [GARLAN 93] GARLAN, David; SHAW Mary. “***An Introduction to Software Architecture***”. SEI Relatório Técnico CMU/SEI-94-TR-21. 1993
- [GLADCHEFF et all 2001] GLADCHEFF, Ana Paula; SANCHES Rosely; SILVA Dilma Menezes da. “***Um Instrumento de Avaliação de Qualidade de Software Educacional: como elaborá-lo***”. Simpósio Brasileiro de Engenharia de Software . Brasil 2001.

- [GOLDBERG & SUPPES 1972] GOLDBERG, Adele; SUPPES, Patrick. “**A Computer-Assisted Instruction Program for Exercises on Finding Axioms**”. Technical Report nº 186, Psychology and Education Series, 1972.
- [GOMES 2003] GOMES, Alex Sandro e PADOVANI, Stephania. “**Usabilidade no Ciclo de Desenvolvimento de Software Educativo**”. Pernambuco, 2003.
- [GUEVARA 2000] GUEVARA, Álvaro Agudo. “**Ética em la sociedad de la Informacion: reflexiones desde América Latina.**” Seminário Infoetica. Rio de Janeiro, 2000.
- [HADDAD 2010] HADDAD, Wadi D. “**ICTs for Education: A Reference Handbook**”. ICT in Education Toolkit. Version 2.0. Disponível em www.ictinedtoolkt.org. Acessado em 20 de setembro de 2010.
- [HANNAFIN & PECK 1988] Hannafin, M. and Peck, K. “**The Design Development and Evaluation of Instructional Software**”. New York: MacMillian Publishing, 1988.
- [HEINBOKEL 1996] T. Heinbokel, S. Sonnentag, M. Frese, W. Stolte, and F. Brodbeck, “**Don’t underestimate the problems of user centredness in software development projects – there are many!**” Behaviour & Information Technology, 1996.
- [HEISKARI 2009] Juho Heiskari, Laura Lehtola. “**Investigating the State of User Involvement in Practice**”. Software Business and Engineering Institute Helsinki University of Technology. Asia-Pacific Software Engineering Conference, 2009.
- [HUANG 2004] HUANG, Camillan. “**Designing high-quality interactive multimedia learning modules**”. Elsevier, Computerized Medical Imaging and Graphics. Setembro de 2004.

- [IEEE 98] IEEE Recommended Practice for Architectural Description, Esboço 3.0 de IEEE P1471, maio de 1998. (<http://www.pithecanthropus.com/~awg/>).
- [IEEE Std 1016 2009] IEEE Std 1016. “**IEEE Standard for Information Technology – Systems Design – Software Design Descriptions**” IEEE Computer Society, julho de 2009
- [IEEE Std 1484.12.1 - 2002] IEEE 1484.12.1- 2002. “**IEEE Standard for Learning Object Metadata**” IEEE Learning Technology Standards Committee (LTSC), julho 2002.
- [IEEE Std 830 1998] IEEE Std 830. “**IEEE Recommended Practice for Software Requirements Specifications**”. IEEE Computer Society, outubro de 1998.
- [ISAKOWITZ et. al. 1995] ISAKOWITZ, Tomás; STOHR, Edward A.; BALASUBRAMANIAN, P. “**RMM: A Methodology for Structured Hypermedia Design**”. Communications of the ACM, agosto, 1995.
- [IUB 2006] Instituto Universal Brasileiro – Pioneiro na Educação a Distância no Brasil folder. 2006
- [IVES 1984] B. Ives and M. Olson, “**User involvement and MIS success: A review of research**”. Management Science, 1984.
- [JANICKI 2001] JANICKI, Thomas; LIEGLE, Jens O. “**Development and Evaluation of a Framework for Creating Web-Based Learning Modules: A Pedagogical and Systems Perspective**”. JALN Vol. 5, Issue 1, maio de 2001.
- [KRAMER 2000] J. Kramer, S. Noronha, and J. Vergo, “**A user-centered design approach to personalization,**” Communications of the ACM, vol.43, no. 8,2000.

- [KUJALA 2003] S. Kujala, **“User involvement: A review of the benefits and challenges”**. Behaviour & Information Technology, vol. 22, 2003.
- [KUJALA 2005] S. Kujala, M. Kauppinen, L. Lehtola, and T. Kojo. **“The role of user involvement in requirements quality and project success”**. In Proceedings of the IEEE International Conference on Requirements Engineering, 2005.
- [LEARNING 2005] LEARNING, The Partnership in Global. Disponível em: <http://grove.ufl.edu/~pgl/> . Acessado em: 08 de outubro de 2009.
- [LÉVY 1999] LÉVY, Pierre. *Cibercultura*. São Paulo : Ed. 34, 1999.
- [LUCENA 1992] LUCENA, M. **“A Gente é uma Pesquisa: Desenvolvimento Cooperativo da Escrita Apoiado pelo Computador”**; Dissertação de Mestrado; Departamento de Educação, PUC-Rio; Rio de Janeiro: 1992.
- [MAGUIRE 2001] MAGUIRE, M. **“Methods to support human-centred design, Int. J. Human-Computer”**. Studies, 2001.
- [MAIDANTCHIK 1999] MAIDANTCHIK, C.L.L. **“Gerência de processos de software para equipes geograficamente dispersas”**. Tese de doutoramento, COPPE/Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, RJ, 1999.
- [MANIFESTO AGIL 2001] Manifesto Ágil “Manifesto para o Desenvolvimento Ágil de Software”. Disponível em: <http://www.manifestoagil.com.br/> . Acesso em 08 de outubro de 2010.

- [MARCELO 2009] MARCELO, Antonio; PESCUITE, Júlio. **“Fundamentos de design para jogos: um guia para o projeto de jogos modernos reais e virtuais.”** Brasport, Rio de Janeiro, 2009.
- [MARSICO et. al. 2006] MARSICO, Maria; KIMANI, Stephen; MIRABELLA, Valeria; NORMAN, Kent L.; CATARCI, Tiziana. **“A proposal toward the development of accessible e-learning content by human involvement”**. Published online. Springer-Verlag 2006.
- [MARZAGÃO 1996] MARZAGÃO, A. **“A Fadiga da Informação”**, Revista Comunicação, Novembro de 1996.
- [MCINROY 1968] MCINROY, D. **“Mass Produced Software Components.”**. Science Comittee Report, 1968.
- [MELO et al. 2003] MELO, R.N.; BARUQUE, C.B.; BARUQUE, L.B.; PEREIRA, L. A. **“Instructional design: Desenvolvimento de módulos de e-learning baseados em objetos de aprendizado (learning objects).”** Curso oferecido pelo Departamento de Informática da PUC-RIO, junho a agosto, 2003.
- [MENEGHEL 2003] MENEGHEL, Luciana. **“Desenvolvimento de Laboratórios Virtuais para o Ensino Fundamental e o Ensino Superior”**. Dissertação de Mestrado – FEEC - UNICAMP. Campinas-SP, 2003.
- [MITROPOULOU at all 2005] MITROPOULOU, Vassiliki; TRIANTAFYLLYDIS, George. **“Design of Educational Software: Programmer and Teacher Approach”**. ISIMD (International Symposium of Interactive Media Design). Janeiro de 2005.

- [MORAES 1997] MORAES, M. C. “**Subsídios para Fundamentação do Programa Nacional de Informática na Educação.**” Secretaria de Educação à Distância, Ministério de Educação e Cultura. Janeiro de 1997.
- [MORÁN 1997] MORÁN, José Manuel. “**Como Utilizar a Internet na Educação.**” Revista Ciência da Informação, Vol. 26, nº 2, maio/agosto 1997.
- [MUZIO 2002] MUZIO, J.; HEINS, T.; MUNDELL, R. “**Experiences with reusable e-learning objects: From theory to practice.**” The Internet and Higher Education, v.5, 2002.
- [NIELSEN 1993] NIELSEN, J. “**Usability Engineering**”. Academic Press, Cambridge, MA, 1993.
- [NOLETO 2002] Margareth Noleto Camargo e Idelma Santiago da Silva. “O MEB no Brasil” Marabá, Pará, outubro de 2002.
- [OLIVIEIRA 2001] OLIVEIRA, Celina Couto; COSTA, José Wilson da; MOREIRA; Mercia. “**Ambientes informatizados de aprendizagem: produção e avaliação de software educativo**”. Campinas: Papirus, 2001.
- [PAIVA 2007] PAIVA, Rosiane dos Santos. “**Concepções Pedagógicas e Linguísticas Existentes nos Softwares Educativos destinados à Alfabetização**”. Universidade Federal do Espírito Santo, 2007.
- [PENTEADO 2007] PENTEADO, Rosângela. “**Modelo de Qualidade - CMMI**”. Universidade Federal de São Carlos, Departamento de Computação. Setembro de 2007.
- [PETERS 2001] PETERS, J. F.; PEDRYCZ, W. “**Engenharia de Software, Teoria e Prática**”. Rio, 2001.

- [REISER 1994] REISER, R.A.; KEGELMANN, H.W. “**Evaluating Instructional Software: A Review and Critique of Current Methods**”. ETR&D, 1994.
- [ROCHA e CAMPOS 1993] ROCHA, Ana Regina e CAMPOS, Gilda H. Bernardino de. “**Avaliação da Qualidade de Software Educacional**”. Brasília, 1993.
- [ROYCE 1970] Royce, W.W. “**Managing the development of large software systems: concepts and techniques**” Proc. IEEE Westcon, Los Angeles, CA, 1970.
- [RUMBAUGH 1991] RUMBAUGH, J., et-al.: “**Object Oriented Modelling and Design**”. Prentice Hall, Englewood Cliffs, New Jersey 1991.
- [SCHUYTEMA 2008] SCHUYTEMA, Paul. “**Design de games: uma abordagem prática**”. Tradução Cláudia Mello Belhassof. Cengage Learning. São Paulo, 2008.
- [SILVA 2007] SILVA, Divina Salvador. “**A Importância da Tecnologia na Educação**”. Disponível em: <http://www.webartigos.com/articles/19192/1/a-importancia-da-tecnologia-na-educacao/pagina1.html>. Acesso em: 06 de janeiro de 2010.
- [SOARES 2006] SOARES, Suely de Brito Clemente. “**CiberEduc: construção e desenvolvimento de uma comunidade virtual de aprendizagem colaborativa das TICs, aplicadas ao fazer diário de bibliotecários de referência de universidades brasileiras**”. Dissertação de Mestrado. UNICAMP – Campinas – SP. 2006
- [SOMMERVILLE 2003] SOMMERVILLE, Ian. “**Engenharia de Software**”. Pearson Education do Brasil, 6ª edição. São Paulo – SP, 2003.

- [SOMMERVILLE 2008] SOMMERVILLE, Ian. “**Engenharia de Software**”. Pearson Addison Wesley, 8ª Edição. São Paulo – SP, 2008.
- [STÅHLBRÖST 2008] Ståhlbröst, Anna. “**Forming Future IT – The Living Lab Way of User Involvement**”. Luleå University of Technology - Department of Business Administration and Social Sciences - Division of Informatics - PhD. Thesis, December 2008.
- [TAKAHASHI 2000] TAKAHASHI, Tadao. “**Sociedade da Informação no Brasil. Livro Verde**”. Ministério da Ciência e Tecnologia. Programa sociedade da Informação (SocInfo). Brasília-DF, setembro de 2000.
- [TAYLOR 1980] TAYLOR, R. P. “**The Computer in the School: Tutor, Tool, Tutee.**” New York: Teachers College Press, 1980.
- [TELECURSO 2010] Novo Telecurso – Disponível em:
<http://www.telecurso2000.org.br/telecurso/index.html#/main.jsp?lumPagelId=40288187141C7E3201141CBAC4D40CB3>. Acessado em setembro de 2010.
- [TIFFIN 1995] TIFFIN, J.; RAJASINGHAM, L. “**In Search of the Virtual Class.**” Education in Information Society. London, Routledge, 1995.
- [TSAI 2006] TSAI, Kun Hua; CHIU, Ti Kai; LEE, Ming Che; WANG, Tzone I. “**A Learning Objects Recommendation Model based on the Preference and Ontological Approaches**”. Proceedings of the Sixth International Conference on Advanced Learning Technologies (ICALT’06), 2006.

- [TSUKUMO 1997] TSUKUMO, A.N., et al. "**Qualidade de Software: Visões de Produto e Processo de Software**". In: VIII CITS - CONFERÊNCIA INTERNACIONAL DE TECNOLOGIA DE SOFTWARE: QUALIDADE DE SOFTWARE. Brasil 1997.
- [VALENTE 1993] VALENTE, José Armando. "*Computadores e Conhecimento. Repensando a Educação*". Campinas, S.P.: Gráfica Central da UNICAMP, org. 1993.
- [WERTHEIN 2000] WERTHEIN, Jorge. "**A sociedade da informação e seus desafios**". Brasília – DF, maio de 2000.
- [WILEY 2000] WILEY, D. A. "**Learning object design and sequencing theory**". Tese de doutorado. Brigham Young University. 2000.
- [YEARY et al. 2009] YEARY, Mark B.; YU, Tian-You; PALMER, Robert D. ; MONROY, Hector; RUIN, Isabelle; ZHANG, CHILSON, Philip B.; BIGGERSTAFF, Michael Irwin; WEISS, Christopher; MITCHELL, Kelly Ann; and FINK, L. Dee. "**Working Together for Better Student Learning: A Multi-University, Multi-Federal Partner Program for Asynchronous Learning Module Development for Radar-Based Remote Sensing Systems**". IEEE Transactions on Education, 2009.

ANEXO A – Especificação do Sistema de Controle de Produção

A.1. Diagramas UML do Sistema de Controle de Produção

Os diagramas apresentados neste anexo têm por objetivo detalhar a especificação feita para o sistema de controle de produção de módulos educacionais.

O primeiro diagrama, que pode ser observado na figura A.1, contém os atores e atividades necessárias para o desenvolvimento dos módulos educacionais. Estes atores são definidos no sistema através de perfis de acesso, ou seja, dependendo do perfil ao qual o usuário está associado, o sistema disponibiliza, ou não, algumas funcionalidades.

As atividades foram implementadas como fases de produção de um módulo, ou seja, o módulo deve percorrer todas as fases estabelecidas pelo sistema para que possa ser publicado e disponibilizado para os municípios participantes.

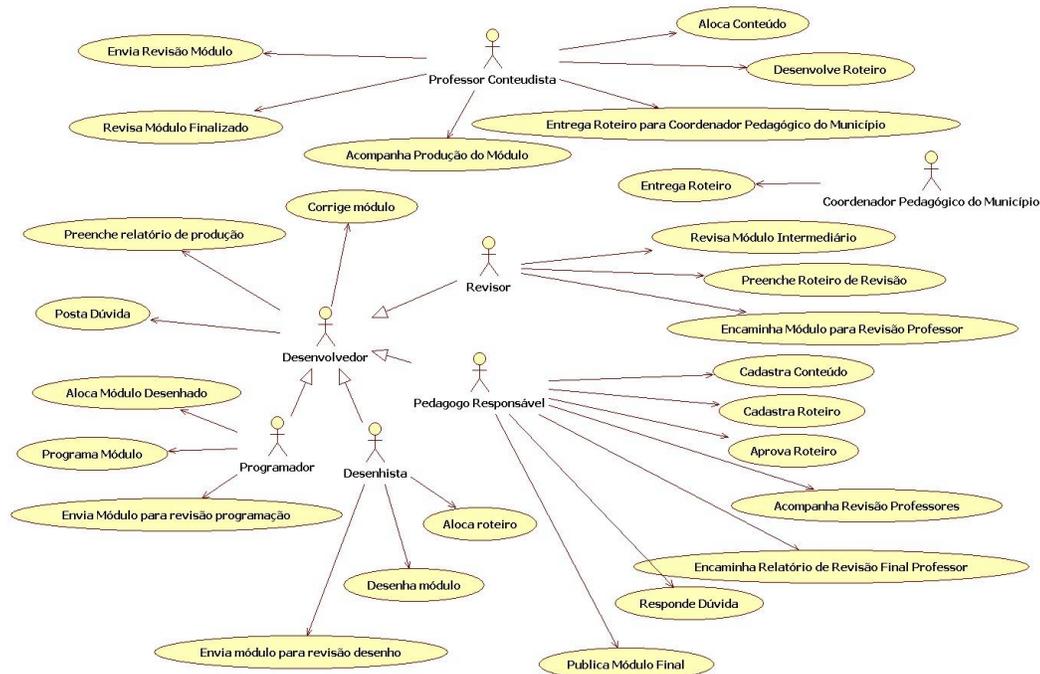


Figura A.1. Diagrama de Caso de Uso do Sistema de Controle de Produção.

Após a apresentação das atividades e dos responsáveis pela realização de cada uma, é importante apresentar os documentos gerados em cada fase de desenvolvimento de um módulo educacional. Estes documentos estão listados na figura A.2, a seguir:

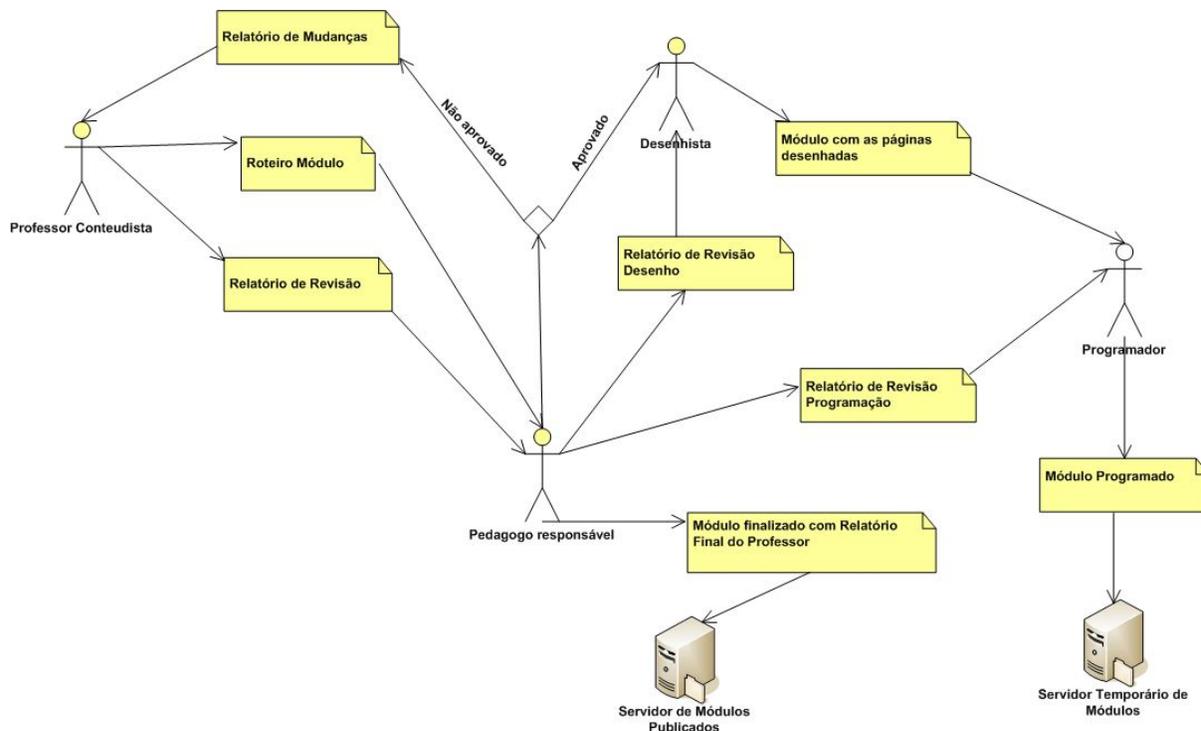


Figura A.2. Documentos gerados no processo de desenvolvimento.

ANEXO B – Desenvolvimento de Jogos Educacionais Temáticos

B.1. Fases de Atividades do Processo de Jogos

Este anexo foi inserido neste trabalho com o intuito de apresentar os estudos realizados acerca do desenvolvimento de jogos educacionais temáticos realizados no contexto do projeto Conexão do Saber.

Devido à característica diferenciada dos jogos educacionais, muitas vezes as ferramentas que auxiliam em um processo de produção devem ser adaptadas para a obtenção de melhores resultados.

Esta adaptação pode ser baseada em experiências prévias ou não, sendo assim, este anexo tem por objetivo demonstrar como os recursos disponíveis na engenharia de software combinadas com experiências práticas ajudam a organizar o processo de desenvolvimento de um jogo educacional temático. A seguir, serão apresentadas as fases envolvidas no processo para o desenvolvimento de jogos.

Requisitos – Definindo o Escopo de um Jogo

No desenvolvimento de jogos, assim como em outros sistemas, a fase inicial implica na definição dos requisitos para estabelecer o escopo do desenvolvimento e conhecer o que teremos como produto final. Para isto, a participação de outras pessoas no processo de obtenção destas informações é necessária.

Se não tivermos os recursos necessários pode ser que não consigamos definir os requisitos com clareza, para isto apresentamos, a seguir, uma lista do que deve ser obtido para iniciar o desenvolvimento de um jogo, segundo Flynt [2005]:

- **Definição dos usuários do jogo:** É necessário saber para quem estamos criando o jogo, pois precisamos delimitar o nível das atividades propostas e os recursos que serão necessários para o desenvolvimento;

- **Experiências prévias com o desenvolvimento:** Caso as pessoas envolvidas já possuam experiência com o desenvolvimento de jogos, a obtenção dos requisitos torna-se bem mais simples, pois estas já conhecem o processo e o que é necessário para o desenvolvimento;
- **Tipo de design gráfico e outros especialistas envolvidos no desenvolvimento:** Esta informação é importante para determinar o tipo de design que atingirá o público alvo de maneira satisfatória e quais são os especialistas necessários para seu desenvolvimento;
- **Jogos que podem ser combinados para criar o novo jogo:** Ao aproveitar jogos já desenvolvidos, temos uma redução considerável no tempo de produção;
- **Designers de jogos que participarão do desenvolvimento:** Não são, necessariamente, programadores são artistas especializados em design de jogos;
- **Programadores que implementarão o jogo:** serão as pessoas responsáveis pela programação do jogo.

A figura B.1 apresenta, de forma resumida, como as informações para a obtenção dos requisitos se originam de vários lugares [FLYNT 2005]:

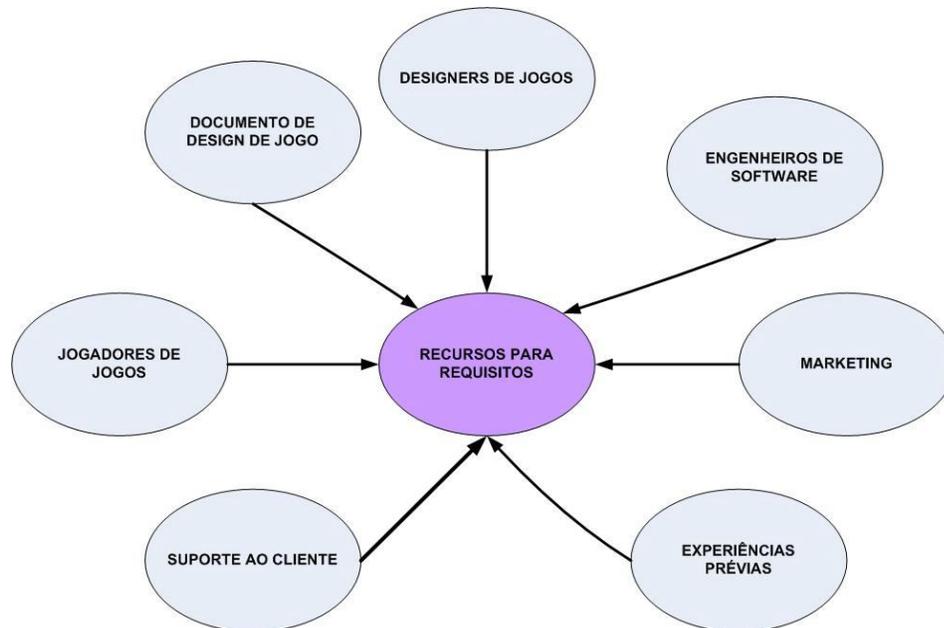


Figura B.1. Informações sobre requisitos se originam de vários lugares.

As atividades do analista de requisitos no desenvolvimento de jogos são listadas, a seguir:

- Obter dos idealizadores do jogo o seu escopo;
- Intervir com os clientes;
- Guiar os desenvolvedores para o refinamento dos requisitos;
- Analisar os requisitos para descobrir suas propriedades básicas;
- Manter documentos com a lista de requisitos;
- Gerenciar como os requisitos são trocados durante o processo de desenvolvimento.

Ao explicitarmos as origens dos requisitos e quais as atividades de um analista de requisitos, vale ressaltar quais serão as fases necessárias para que os requisitos sejam obtidos de maneira satisfatória, para isto observe a tabela B.1, a seguir [FLYNT 2005]:

Tabela B.1. Passos para obtenção de requisitos.

Fase	Descrição
Descoberta	Reunir informações sobre os requisitos das várias fontes que estiverem disponíveis. Criar um primeiro rascunho da especificação dos requisitos.
Exploração	Criar uma lista de casos de uso e uma lista inicial dos requisitos. O primeiro caso de uso a ser criado deve ser o caso de uso do contexto do jogo. Atualizar a especificação.
Análise	Desenvolver os casos de uso baseado na lista feita na fase de exploração. Adicionar os casos de uso necessários e gerar casos de teste para cada caso de uso gerado.
Refinamento	Colocar prioridade nos requisitos. Criar uma matriz dos requisitos e atualizar a especificação.

Ao delimitar os requisitos do jogo é necessário criar o documento de especificação de requisitos e este deve ser descrito de forma clara para que todos os membros da equipe não tenham dúvidas quanto ao que será criado. A seguir, será apresentado um exemplo de documento de especificação de requisitos [FLYNT 2005]:

Documento de Especificação de Requisitos

Introdução

- *Propósito*
- *Escopo*
- *Definições, acrônimos e abreviações*
- *Referências*
- *Revisão*

Descrição completa

- *Perspectiva do Produto*
- *Funções do Produto*
- *Características do usuário*
- *Restrições*
- *Suposições e dependências*

Requisitos Específicos

- *Requisitos de Interface Externa*
 - *Interfaces de Usuários*
 - *Interfaces de Hardware*
 - *Interfaces de Software*
 - *Interfaces de comunicação*
- *Requisitos Funcionais*
 - *Subsistema A*
 - *Requisitos*
 - *Requisitos*
 - *Subsistema B*
 - *Requisitos*
 - *Requisitos*
 - *Requisitos de Desempenho*
 - *Padrões*
 - *Limitações de Hardware*
 - *Restrições de Design*
 - *Utilidade*
 - *Segurança*
 - *Manutenção*
 - *Outros Requisitos*
- **Apêndices**
- **Índice**

A utilização deste exemplo depende do processo que seja adotado para o desenvolvimento, porém é importante ter um ponto de partida para criar este documento de especificação, levando em consideração que o mesmo deve ser claro e englobar, senão todos, mas a maioria dos requisitos necessários para o desenvolvimento do jogo.

Design do Jogo

Depois de finalizado o trabalho de coleta de requisitos inicia-se o desenvolvimento da arquitetura do jogo. É importante ressaltar que há certa diferença entre arquitetura e design de um jogo. A arquitetura tem por finalidade prover o conjunto de conceitualizações que o jogo deve conter quando estiver completo e finalizado. Em contraste com a arquitetura, design concentra-se nos detalhes e procura organizar os elementos do sistema para obter um produto final que execute as especificações dadas pelos requisitos.

A visão arquitetural do sistema marca o início e o fim da jornada do design. Durante o desenvolvimento, em alguns momentos, as tarefas devem ser realizadas na perspectiva da arquitetura, em outros a imersão nos detalhes é necessária e o suporte será feito pelo documento de descrição do design.

Durante a fase de arquitetura do jogo, são elaborados documentos que ajudam a entender seu funcionamento de uma forma mais abstrata, com uma visão externa dos elementos que o compõem e como se dá a comunicação entre os mesmos.

Durante a elaboração do design de um jogo há uma maior concentração nos detalhes, assim como é feito durante um projeto de software. Nesta fase, procuramos organizar os elementos do jogo para obter um produto final que execute as especificações dadas pelos requisitos.

Ao finalizar esta atividade, teremos como resultado o documento de design que apresenta, em detalhes, todo o desenvolvimento do jogo. Observe, a seguir, um exemplo deste documento e os elementos que deve conter [SCHUYTEMA 2008]:

DOCUMENTO DE DESIGN DE JOGO

I – Visão Geral Essencial - Apresenta uma breve, mas detalhada, visão geral do jogo.

- a. **Resumo:** Uma síntese de toda a experiência do jogo.
- b. **Aspectos Fundamentais:** Apresenta os componentes fundamentais do jogo que constituirão a trama central.
- c. **Golden Nuggets:** Lista os elementos do jogo que o diferencia dos concorrentes.

II – Contexto do Jogo - Descreve o mundo que rodeia o jogo.

- a. **História do Jogo:** Explica toda a história do jogo do início ao fim.
- b. **Eventos Anteriores:** Mostra “o que aconteceu antes”. Explica o contexto da história do jogo dentro do universo do jogo como um todo.
- c. **Principais Jogadores:** No caso de um jogo com personagens como elementos – chave, esta seção permite que o designer (pessoa responsável pelo documento de design) apresente e explique os principais personagens.

III – Objetos Essenciais do Jogo - Nesta seção o designer descreve os diversos objetos que aparecem no jogo e têm algum objetivo, alterando a experiência do jogo.

- a. **Personagens:** Descreve todos os personagens do jogo, dos principais aos menos importantes.
- b. **Armas:** Estabelece armas ou habilidades que desempenham papel essencial no jogo.
- c. **Estruturas:** Define quaisquer estruturas singulares e significativas encontradas no jogo.
- d. **Objetos:** Define todos os objetos relevantes que não se encaixam nas categorias anteriores.

IV – Conflitos e Soluções - Esta área é utilizada para descrever os conflitos que o jogador enfrentará no jogo.

V – Inteligência Artificial - É o que controla e orienta os oponentes computadorizados, proporcionando desafios ao jogador.

VI – Fluxo do Jogo - Pode ser uma das seções mais longas, pois aborda detalhes de cada nível do jogo. Nesta seção será abordada cada área do *gameplay* (passo a passo de um jogo) individualmente, quer ela seja um nível ou uma missão. O Fluxo do Jogo é uma parte do documento de grande importância, pois cabe ao designer de jogos, utilizar-se desta seção para apresentar a divisão do jogo em grupos de atividades que podem ser desenvolvidas em paralelo, para que os resultados sejam obtidos de forma satisfatória e dentro do prazo previamente estabelecido.

VII – Controles - Esta seção abrange os comandos e controles do usuário.

VIII – Variações do jogo - Abrange qualquer variação prevista na experiência do *gameplay*. Caso exista apenas um modo de jogar, esta seção é desnecessária.

IX – Definições - Esta seção existe para que sejam colocados termos que não estejam muito claros. Seria como um glossário de termos.

X – Referências - Contém informações sobre qualquer material de referência que tenha sido usado durante a produção do jogo.

Outro documento importante no desenvolvimento de jogos é o de **especificação funcional**. Sua principal finalidade é descrever o que acontece quando o jogador aperta uma determinada tecla em um dado momento. Descreve o fluxo do jogo do ponto de vista dos controles que serão utilizados. Em sua maioria, não são de fácil leitura, porém são essenciais para o desenvolvimento.

A seguir, serão detalhadas as principais questões do design, desde como estruturar a interface com o usuário para tornar o jogo uma experiência agradável ao invés de frustrante até o design do fluxo do jogo, que delimita todos os grupos de atividades que serão implementados.

Primeira Questão: Interface com o Usuário

A interface com o usuário é o veículo por meio do qual o jogo se comunica com o jogador [SCHUYTEMA 2008]. O planejamento da interface tem grande importância no processo de desenvolvimento de um jogo, pois a interface pode, muitas vezes, determinar se o jogo será utilizado ou trará experiências ao jogador que o farão desistir no meio do caminho. Antes de iniciar o planejamento da interface devemos ter claro que seu objetivo é fornecer informações vitais para o jogador e, para isto, é interessante que algumas regras sejam seguidas [SCHUYTEMA 2008]:

- ***A interface deve agir conforme o esperado:*** Os elementos de uma interface devem funcionar de modo óbvio para o jogador.
- ***A interface deve permanecer coerente:*** A interface deve apresentar coerência. Uma vez determinada como uma tarefa deve ser feita, esta forma deve ser mantida.
- ***A interface não pede ao jogador que se lembre de algo:*** Uma interface bem estruturada deve lembrar ao jogador do que ele fez por último e apresentar esses valores quando o jogador entrar novamente na interface.

- **A interface deve informar ao jogador a situação do mundo do jogo:** A interface é uma ferramenta para receber informações do jogador e para apresentar acontecimentos do mundo virtual.
- **A interface deve oferecer camadas de informações:** Uma interface bem estruturada oferece ao jogador uma opção de detalhamento das informações acerca da situação do mundo do jogo.
- **A interface deve alertar o jogador sobre alterações vitais:** O mundo de um jogo é um sistema dinâmico e, à medida que os jogadores superam obstáculos, eles alteram o mundo e o estado do jogo e estas alterações podem acarretar mudanças que devem ser informadas ao jogador.
- **A interface deve evitar que o jogador cometa erros:** Uma interface bem estruturada não permite ao jogador provocar erros no jogo, para isto deve verificar todas as informações que recebe e rejeitar o que possa causar um erro no jogo.
- **A interface não deve dominar a tela do jogo:** A interface deve ter o tamanho necessário para que suas funções sejam acessíveis e claras ao jogador.
- **Os elementos da interface devem fornecer feedback²³ se forem ativados:** Caso o jogador interaja com a interface, o mesmo deve receber um retorno de que a ação foi realizada.

A partir do momento que as regras de interface estão claras, inicia-se o processo de desenvolvimento da interface do jogo. Seu início acontece com o design da interface de abertura e, logo após, deve-se fazer a interface do mundo virtual do jogo.

²³ Qualquer mensagem ou manifestação que o computador apresenta para o usuário após um comando.

Segunda Questão: Design do Ambiente

Os ambientes dos jogos são o “campo” no qual o jogador interage com o jogo. Em se tratando de um nível conceitual mais alto, o ambiente do jogo tem duas funções principais: apresentar uma sensação do local e do clima para os jogadores, além de orientar e conduzir a movimentação do *gameplay*²⁴.

O papel mais importante de um ambiente é servir como base para todos os acontecimentos. Este é o mundo do jogo e tem como papel fazer com que o usuário sinta-se inserido neste mundo e participe dele.

Terceira Questão: Design de Enigmas

A experiência de um jogo só é interessante para o usuário a partir do momento que desafios são propostos. Sendo assim, o objetivo da atividade de design de enigmas é especificar e estruturar estes desafios, levando em consideração os requisitos previamente definidos.

Existem vários tipos de desafios disponíveis, desde a resolução de alguns problemas lógicos ou de assuntos gerais até a destruição de um inimigo que seja colocado no ambiente do jogo. A escolha destes desafios dependerá do objetivo do jogo, estabelecido inicialmente na análise de requisitos e deve acompanhar o ambiente em desenvolvimento.

Quarta Questão: Design de Conflitos

Elementos de conflito em um jogo são todos aqueles que têm como objetivo impedir a vitória de um jogador. O conflito sempre ocorrerá em um jogo, mesmo sendo cooperativo, pois é a chave do desafio. Podem ser classificados como elementos de conflitos [MARC 2009]:

- **Jogadores:** São elementos de conflito básico, pois cada um utilizará estratégias para ganhar uma partida.

²⁴ Passo a passo de um jogo

- **Obstáculos:** Jogos possuem obstáculos para o alcance da vitória como, por exemplo, encontrar uma chave em um videogame que permita abrir uma porta para conseguir um elemento que possa finalizar a partida.
- **Dilema:** Algo que fará com que os jogadores sejam colocados em posições de decisão extrema em um jogo.

Quinta Questão: Design de Fluxo do Jogo

Atualmente, nos jogos de videogames e de PCs, uma única passada pelo jogo varia de seis a mais de cem horas. O jogador espera uma experiência que seja realizadora e o leve por um caminho divertido enquanto luta para superar as dificuldades apresentadas pelo jogo [SCHUYTEMA 2008].

Levando em consideração que os jogos desenvolvidos, nos dias atuais, são mais longos e complexos, há a necessidade de uma divisão em pedaços menores que podem ser comparados com capítulos de um livro. Esta divisão tem por objetivo facilitar o desenvolvimento, os testes e possibilitar ao usuário um ambiente dinâmico que permita pequenas conquistas antes da vitória final.

A passagem do jogo de um capítulo para outro, seja uma missão ou um nível, é o fluxo do jogo [SCHUYTEMA 2008]. Este fluxo abrange, também, o design dos objetivos baseados em missões (para proporcionar conquistas intermediárias) e busca criar um jogo que se desenvolva continuamente em termos de desafio e reaja ao desempenho do jogador à medida que este se aprofunda, cada vez mais no jogo.

Implementação de Jogos

Segundo Flynt [2005], a implementação dos jogos deve ter início após a definição do escopo do jogo. Os passos seguintes serão realizados durante o processo de implementação, possibilitando, assim, modificações no design durante este processo. Para melhor visualizar esta forma de implementação, observe a figura B.2, a seguir.

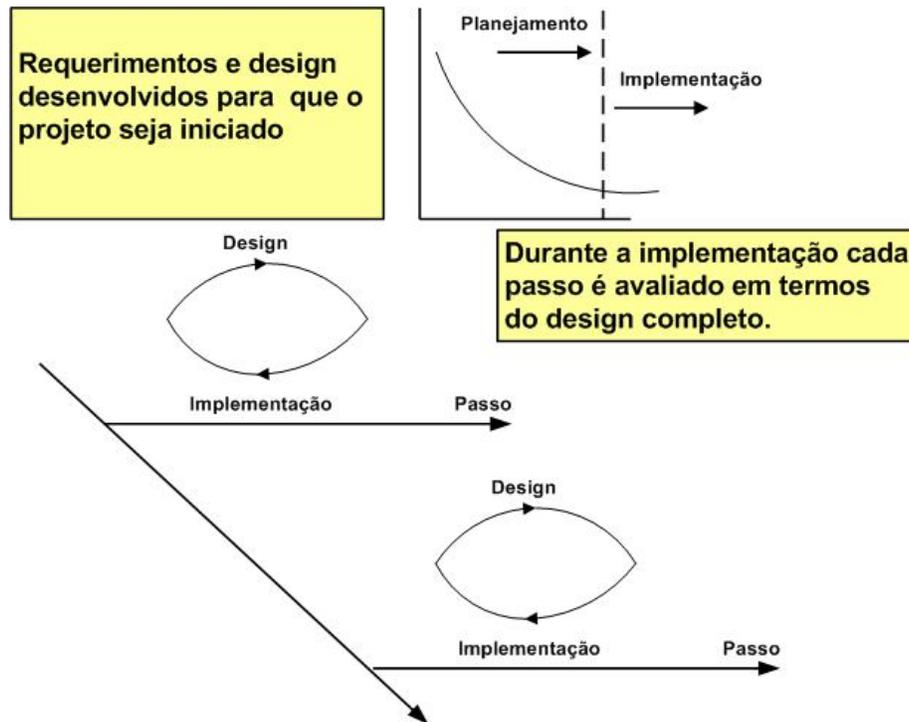


Figura B.2. Processo de implementação de jogos.

A forma de implementação apresentada por Flynt [2005] é dividida em etapas o que proporciona uma maior flexibilidade no desenvolvimento e uma menor probabilidade de erros, pois a cada etapa são realizados testes de validação, tendo em vista as etapas anteriores e possibilitando projeções e mudanças para as etapas seguintes.

Teste de Jogos

Antes de iniciar os testes, é muito importante que planos de testes sejam feitos para que possamos observar se os requerimentos, inicialmente estabelecidos, são contemplados e também se as atividades estabelecidas pelo design do jogo funcionam corretamente [FLYNT 2005].

Existem três conceitos básicos que devem ser levados em consideração em testes de jogos, assim como ilustrado na figura B.3 [FLYNT 2005].

- **Verificação:** consiste em analisar se o jogo foi desenvolvido conforme os requisitos especificados;
- **Validação:** tem por objetivo certificar se o jogo está correspondendo de maneira correta a determinadas ações dos jogadores;
- **Exploração:** explorar é procurar por defeitos que possam ter ocorrido durante o processo de implementação.

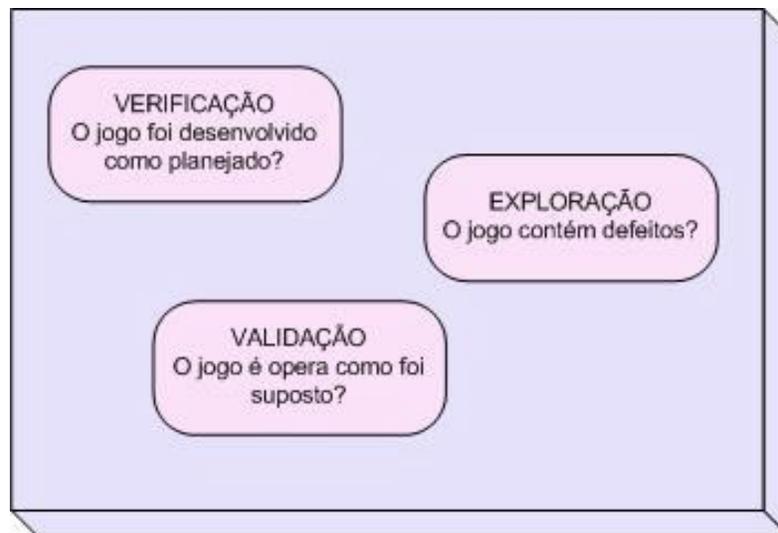


Figura B.3. Conceitos básicos para teste de jogos.

B.2. Processo de Desenvolvimento de Jogos Educacionais Temáticos

O desenvolvimento dos jogos educacionais temáticos, teve seu início depois de estabelecido o processo otimizado para produção dos módulos educacionais.

A proposta para produção destes jogos educacionais surgiu das necessidades apresentadas pelos municípios. Era necessário o desenvolvimento de ambientes que fossem mais dinâmicos (quando comparados aos módulos educacionais) e pudessem ser usados, principalmente, no que os municípios denominam de “período inverso” que seria o horário disponibilizado para o aluno permanecer na escola e ter aulas a mais sobre determinado assunto.

Ao nos depararmos com esta nova necessidade, realizamos algumas pesquisas sobre as categorias de jogos existentes, para que pudéssemos identificar a mais adequada. A categoria que melhor se adéqua é a de **Adventure Games**²⁵, pois possibilita ao usuário a participação na história proposta, ou seja, por meio deste tipo de jogo é possível contextualizar o conteúdo em cenários que apresentem desafios e que envolvam o usuário.

Esta seção tem por objetivo apresentar uma breve definição sobre os jogos educacionais temáticos e o processo de desenvolvimento destes jogos, que derivou do processo otimizado para produção dos módulos educacionais, apresentado no capítulo 4.

Definição

Os jogos educacionais temáticos são conjuntos de atividades desafiadoras com uma maior quantidade de conteúdo, permitindo ao usuário mais autonomia no desenvolvimento das atividades, pois suas dúvidas podem ser sanadas no próprio jogo.

Uma característica importante dos jogos educacionais temáticos é a possibilidade de um aprendizado colaborativo, pois os alunos podem interagir não só com os seus colegas de escola, como também com alunos de outros municípios participantes.

Inicialmente, tínhamos a ideia de produzir apenas laboratórios virtuais que proporcionassem experimentos, muitas vezes, impossíveis no ambiente escolar. Contudo, com a entrega dos primeiros laboratórios, fizemos também a entrega de alguns desses jogos educacionais e verificamos que esta maior interatividade, introduzida pelos desafios que estes jogos trazem, tinha um maior aceite, tanto dos alunos quanto dos professores. Sendo assim, passamos a desenvolver um ambiente diversificado que faz uso de desafios e experiências virtuais. A figura B.4 apresenta a última versão da ilha dos Jogos Educacionais Temáticos.

²⁵ Um gênero de vídeo-game que envolve a busca por pistas e a aquisição de itens que resultam na solução do enigma principal da história.



Figura B.4. Ilha dos Jogos Educacionais.

Nesta ilha, todos os portais de acesso levam a jogos educacionais distintos. A seguir, apresentaremos uma breve descrição de cada um destes jogos:

- **Universo e Seus Segredos:** este jogo foi desenvolvido com o intuito de permitir ao usuário a aprendizagem acerca de alguns conceitos relacionados aos elementos presentes no sistema solar.
- **Casa dos Números:** o jogo Casa dos Números apresenta a possibilidade do usuário trabalhar desde funções simples, até equações do primeiro grau.
- **Estante Encantada:** a Estante Encantada é um ambiente de leituras e confecção de textos.
- **Castelo da Alquimia:** o Castelo da Alquimia apresenta alguns desafios que proporcionam ao usuário desde experiências químicas até a confecção de um cardápio saudável para sua alimentação.
- **Parque dos Dinossauros:** o jogo Parque dos Dinossauros proporciona ao usuário um passeio pela era dos dinossauros, podendo passar por vários

desafios que o ajudarão a entender como estes animais viviam, onde encontramos seus fósseis, entre outras atividades.

- **Volta ao Mundo:** o Volta ao Mundo tem por objetivo conduzir o usuário por diversos assuntos relacionados a geografia, porém para isso ele deverá solucionar um mistério que é proposto no primeiro capítulo do jogo. O mistério é o sumiço das sete maravilhas do mundo moderno e a missão do usuário é solucionar este mistério ao longo do jogo. A proposta deste ambiente é fazer com que o usuário absorva conhecimentos apenas andando no ambiente e passando por dificuldades que são propostas. Este jogo educacional teve sua premissa baseada em *Carmem Sandiego*, um jogo onde usuário é um detetive que, para resolver o mistério inicial, passa por diversos desafios que exigem a aquisição de determinados conhecimentos.
- **Lagoa dos Animais:** a Lagoa dos Animais trabalha com o conteúdo de biologia através de vários jogos que acontecem em uma floresta.
- **Estrada do Tempo:** o conteúdo de história é trabalhado no ambiente Estrada do Tempo, que inicialmente aborda o conteúdo história do Brasil.

Pela descrição apresentada, é possível perceber que sempre existe um tema principal para o jogo educacional, porém estes são em sua maioria interdisciplinares.

Para a produção dos jogos educacionais, foi necessário criar uma equipe de desenvolvimento multidisciplinar semelhante ao que foi proposto pela metodologia PGL. Esta proximidade deve-se à semelhança destes jogos educacionais com a proposta de desenvolvimento feita pelo PGL, cujo foco era a produção de ambientes que proporcionassem autonomia ao usuário para a execução das atividades. A equipe de produção dos jogos educacionais está dividida da seguinte forma:

- **Subject Matter Expert:** responsável por escrever o conteúdo do jogo. Em nosso contexto, esta pessoa passou a ser chamada de **conteudista especialista**;

- **Instructional Designer**: responsável por definir jogos para o conteúdo submetido. Em nosso contexto, esta pessoa é chamada de **designer de jogos**;
- **Technical Expert**: responsável por traduzir para a informática o que foi solicitado pelo conteudista especialista e pelo designer de jogos. Em nosso contexto, esta pessoa é representada por duas equipes: **equipe de desenhistas e equipe de programadores**.

A partir da necessidade de criação desta equipe multidisciplinar para os jogos educacionais foi inevitável, assim como aconteceu com os módulos educacionais, estabelecer um processo de desenvolvimento para que melhores resultados fossem obtidos e os prazos pudessem ser cumpridos. Este processo foi baseado tanto no processo de produção de módulos educacionais como também nos processos de desenvolvimento de jogos discutidos na seção B.1. O processo para a produção dos jogos educacionais será apresentada a seguir.

Processo para a Produção de Jogos Educacionais Temáticos

Para a sistematização do processo de produção de jogos educacionais temáticos foram feitos alguns experimentos até que chegássemos a um processo que gerasse resultados satisfatórios. Inicialmente, partimos do conhecimento prévio com o desenvolvimento dos módulos educacionais e obtivemos os primeiros jogos temáticos. Porém, estes jogos apresentavam muita semelhança com os módulos e não alcançavam, como gostaríamos, uma maior atenção dos alunos, conforme foi solicitado pelos municípios participantes do projeto. Sendo assim, a partir de 2008, iniciamos um novo processo de produção, com o objetivo de produzir jogos educacionais que combinassem características de jogos como *Adventure Games* e experiências virtuais.

O processo para produção de jogos temáticos derivou do processo otimizado, pois obedece ao modelo em espiral. Esta escolha foi baseada na experiência prévia do projeto, de entrega de produtos intermediários que facilita

a visualização do produto final e ajuda a identificar pontos críticos no decorrer do processo e não apenas com sua entrega final. Este processo pode ser observado na figura B.5.

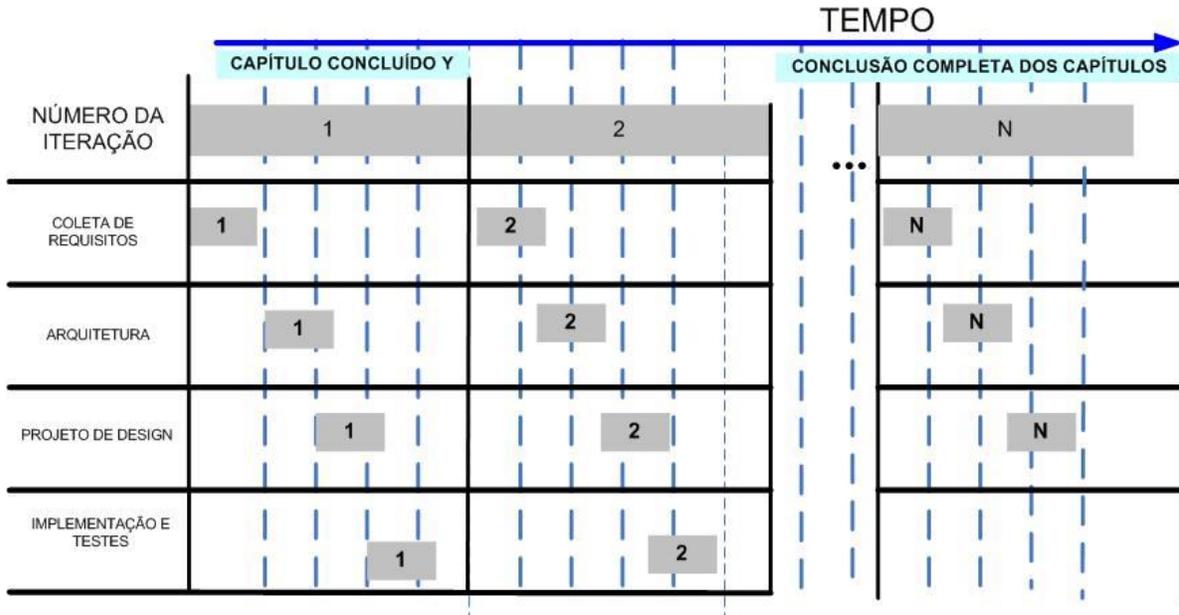


Figura B.5. Processo de Desenvolvimento dos Jogos Educacionais.

Consideramos o jogo educacional completo quando todos os capítulos propostos no projeto forem entregues. A seguir, apresentaremos as fases do processo de desenvolvimento dos jogos educacionais e as principais atividades em cada uma delas.

Coleta de Requisitos

A coleta de requisitos é feita em uma ou mais reuniões com os coordenadores pedagógicos da cidade e com o analista de requisitos de jogos, para que possamos determinar qual será o principal tema do jogo educacional a ser desenvolvido.

O tema para o jogo é determinado conforme necessidades pontuais dos alunos da cidade.

Estabelecido o tema principal, construímos, junto aos coordenadores, os sub-temas que derivarão do tema principal e estabelecemos o público alvo para o qual este jogo educacional será desenvolvido. Os passos a serem seguidos, para esta obtenção de requisitos, podem ser visualizados na tabela B.1.

Depois de finalizar e validar o documento de especificação de requisitos, passamos para o desenvolvimento do projeto de design deste ambiente, onde todas as atividades específicas serão detalhadas.

Design - Documento de Especificação Geral do Jogo

Para a elaboração desta descrição geral do jogo, duas etapas devem ser obedecidas após a coleta de requisitos:

- ***Primeira etapa – Roteiro de Conteúdo***

A partir do documento de especificação dos requisitos, o conteudista especialista faz o roteiro de conteúdo do jogo educacional. Este roteiro deve conter todos os conteúdos solicitados e a melhor forma de abordá-los.

- ***Segunda etapa – Descrição do Jogo:***

Definido o roteiro de conteúdo, o designer de jogos inicia esta segunda etapa, que seria a tradução do roteiro de conteúdos em jogos educacionais. Esta tradução deve ser feita com o acompanhamento do conteudista especialista, pois as atividades propostas dentro dos jogos devem estar de acordo com o seu objetivo pedagógico. Nesta etapa, temos um esboço dos capítulos do jogo educacional para que a visão geral do jogo seja mais bem apresentada.

Ao finalizar estas etapas, temos como resultado um ***documento de especificação geral do jogo educacional***, que é apresentado para os membros da equipe de desenvolvimento e um representante da cidade que solicitou o jogo. Esta apresentação tem por objetivo validar o documento de especificação geral.

Design – Documento de Design

Depois de validada a especificação geral do jogo, tem início o desenvolvimento do documento de design. Este documento fornece uma visão detalhada do jogo educacional temático.

O documento de design tem por finalidade organizar os elementos do ambiente para que obtenhamos um produto final que execute as especificações inicialmente estabelecidas. O documento de design proposto por este processo é uma variação do documento apresentado na seção B.1 [SCHUYTEMA 2008], dividido em duas partes, conforme é apresentado pelas figuras B.6 (a) e B.6(b).

O **Documento de Design Geral** apresenta todas as características do ambiente e informa os capítulos a serem implementados, porém o detalhamento de cada capítulo é feito no documento de Design de Capítulos.

O **Documento de Design de Capítulo** apresenta características de um capítulo em específico. Os elementos a serem contemplados neste documento são apresentados na figura B.6 (b).

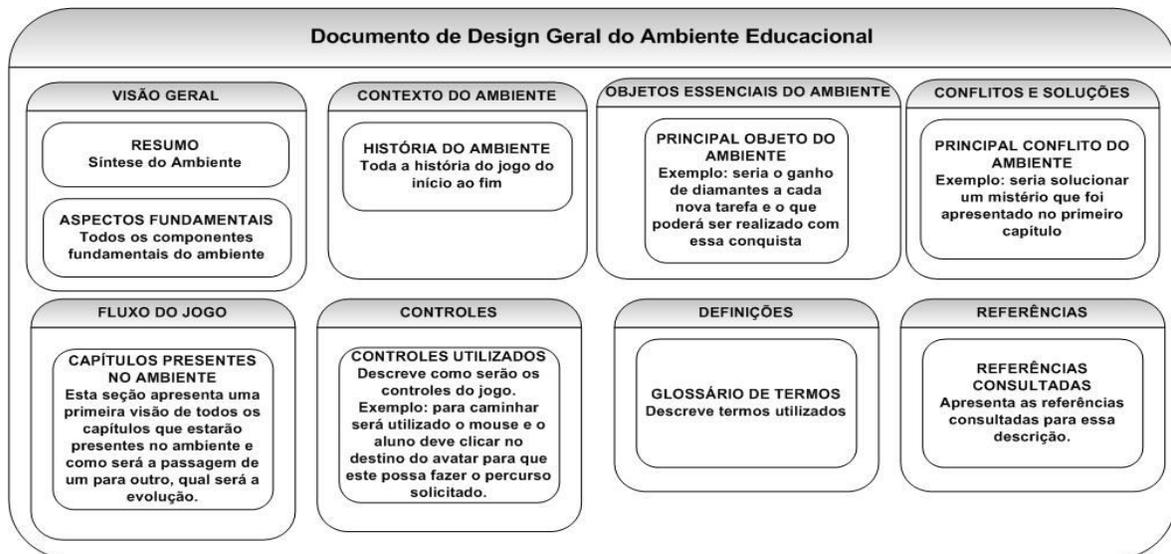


Figura B.6 (a). Documento de Design Geral do Jogo Educacional.

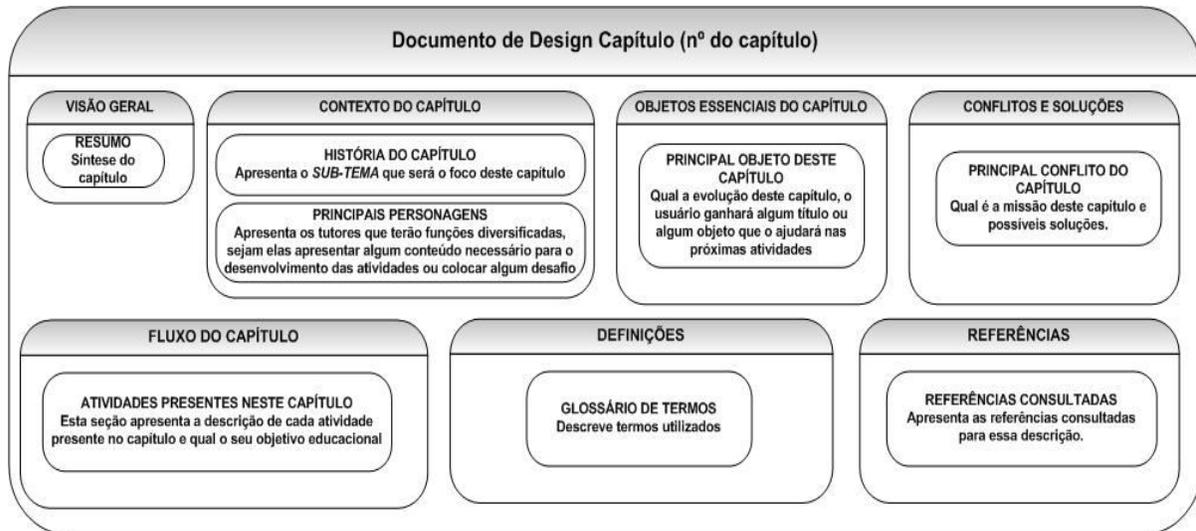


Figura B.6 (b). Documento de Design por Capítulo.

Implementação

A implementação de um jogo educacional temático é feita em paralelo ao desenvolvimento do documento de design dos capítulos, ou seja, a partir do momento que o documento de design geral foi finalizado, a atividade de implementação é iniciada. A figura B.7 apresenta as etapas de implementação dos jogos educacionais temáticos.

As etapas para implementação dos jogos educacionais temáticos e o objetivo de cada uma são apresentadas a seguir:

- **Desenho Tela de Login e Avatares:** esta fase tem por objetivo o desenho dos *avatares*²⁶ e da tela de *login* do jogo, de acordo com o conteúdo solicitado.
- **Desenho do Mapa Geral:** esta fase tem como objetivo o desenho do mapa geral do jogo. Este mapa apresenta o cenário disponível para navegação.

²⁶ É um personagem que representa o usuário em um meio digital qualquer, como por exemplo, em um jogo.

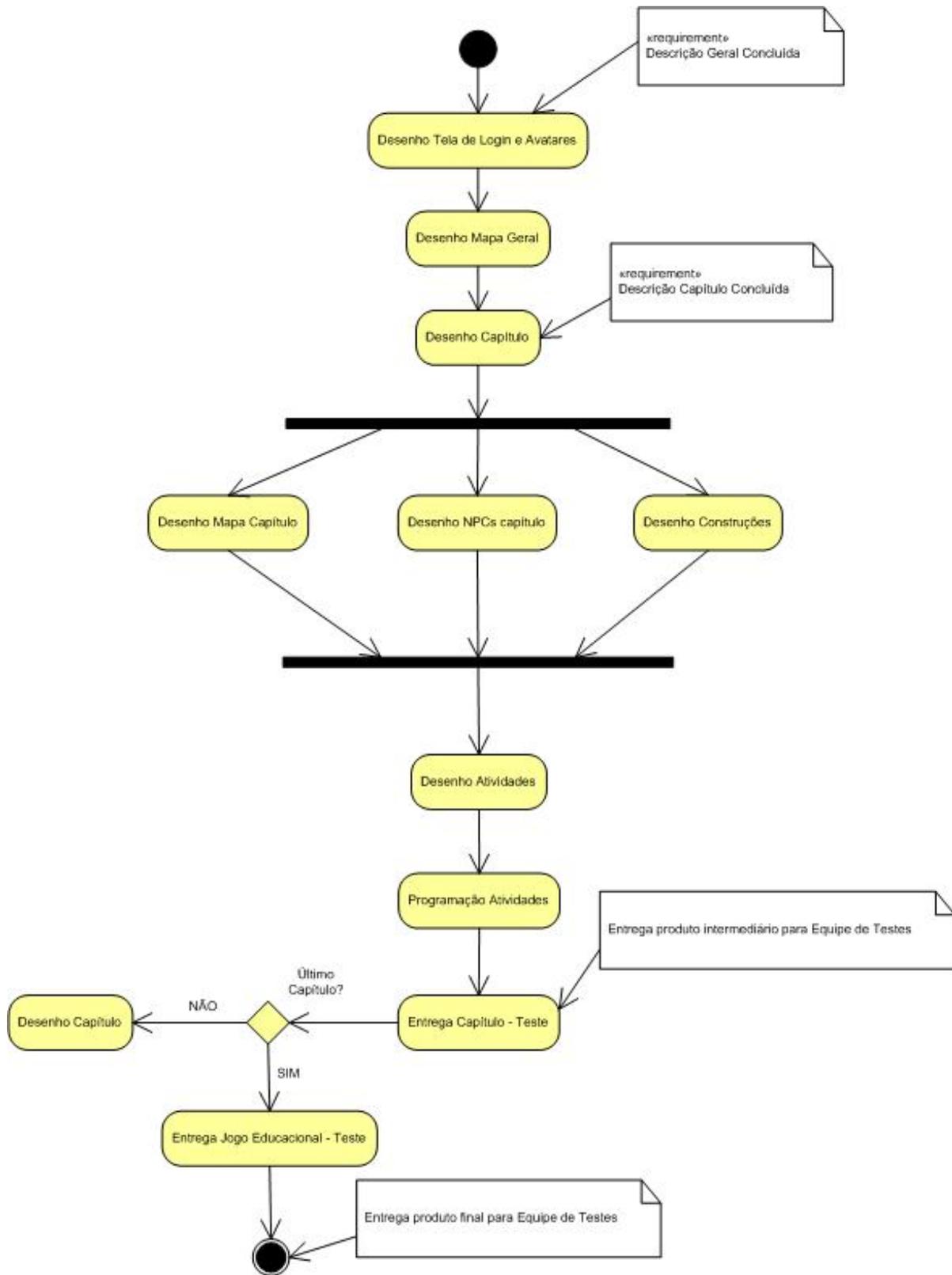


Figura B.7. Implementação dos Jogos Educacionais.

- **Desenho Capítulo:** nesta fase, os elementos do capítulo são desenhados. Para o início desta fase é necessário que o documento de design do capítulo esteja finalizado.
- **Desenho Mapa Capítulo:** esta é a fase responsável pelo desenho dos mapas (cenários) que compõem o capítulo.
- **Desenho NPCs:** durante esta fase, todos os NPCs²⁷ que compõem o capítulo são desenhados e as informações a serem apresentadas são inseridas.
- **Desenho Construções:** esta fase tem como objetivo o desenho de todas as construções²⁸ presentes no capítulo.
- **Desenho Atividades:** durante esta fase, todas as atividades referentes a este capítulo são desenhadas e as informações necessárias para a utilização das mesmas são inseridas.
- **Programação Atividades:** esta fase é responsável pela programação das atividades de cada capítulo.
- **Entrega Capítulo - Teste:** Ao finalizar os desenhos do capítulo, sua integração aos componentes e programação de suas atividades ocorre a entrega do capítulo concluído para a equipe de testes.
- **Entrega Jogo Educacional - Teste:** Após o término de todos os capítulos do jogo educacional, ocorre a entrega do jogo completo para a equipe de testes.

Testes

Esta etapa garante a qualidade do jogo educacional temático e as atividades envolvidas seguem nesta etapa seguem os conceitos, descritos na seção B.1, que consistem em: **Verificar**, **Validar** e **Explorar**.

²⁷ NPC (*Non-player Character*): é um personagem que disponibiliza informações e atividades aos usuários.

²⁸ Construção é o elemento responsável por contextualizar algumas informações. Um exemplo seria a construção de um banco, que serve para o usuário obter informações sobre dinheiro.

Tendo em vista estes conceitos, foi elaborado um conjunto de fases que os contempla e que devem ser obedecidas para a identificação de possíveis problemas nos jogos educacionais. Estas fases estão presentes na figura B.8, a seguir:

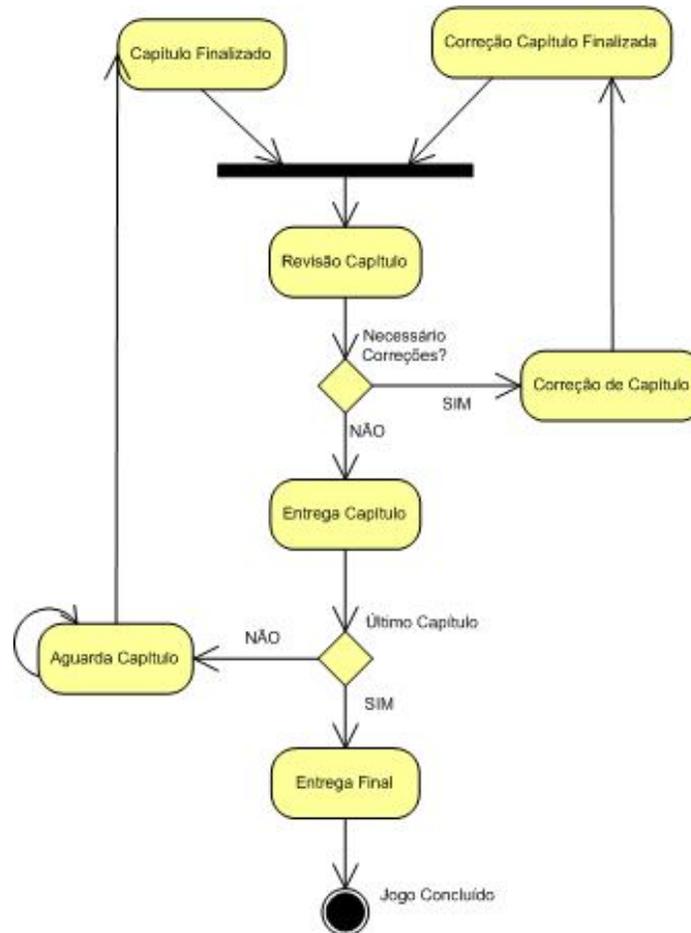


Figura B.8. Etapas para teste dos Jogos Educacionais.

- **Capítulo Finalizado:** nesta fase, estão os desenhos integrados aos componentes e a programação das atividades, associadas a este capítulo aguardando a revisão.
- **Revisão Capítulo:** durante esta fase, são feitos os testes necessários para validar o funcionamento deste capítulo. A equipe responsável por este teste deve fazer as seguintes validações:
 - Os desenhos estão de acordo com o que foi solicitado?

- Os NPCs estão funcionando corretamente conforme as informações do usuário?
- As atividades foram programadas corretamente?
- A navegação do jogo está correta?
- A modificação das informações, a cada atividade concluída, está condizente com o que foi solicitado?
- **Correção do Capítulo:** caso alguma das validações não tenha alcançado o resultado esperado, o capítulo em análise é colocado na fase de correção do capítulo. Para esta correção, é enviado um relatório com os resultados obtidos e os que eram esperados para que as correções sejam realizadas.
- **Correção do Capítulo Finalizada:** ao finalizar as correções, o capítulo passa para a fase *correção do capítulo finalizada*, para que novos testes sejam feitos pela fase revisão do capítulo. Caso ainda existam validações com resultado inesperado, o capítulo pode voltar para a fase correção do capítulo, com outro relatório de correções.
- **Entrega Capítulo:** nesta fase, todos os capítulos que já foram implementados e validados e podem ser liberados para a cidade. Os jogos educacionais são entregues por capítulos possibilitando, desta forma, testes no ambiente real do usuário.
- **Aguarda Capítulo:** Esta é a fase de testes que demonstra a espera da finalização do próximo capítulo para que os testes possam ser realizados.
- **Entrega Final:** Caso todos os capítulos tenham sido finalizados, esta é a fase que identifica a entrega final do jogo educacional.

B.3. Considerações

O anexo B foi inserido neste trabalho para apresentar o processo de desenvolvimento de jogos educacionais temáticos, que é uma nova vertente no processo de construção dos conteúdos educacionais dentro do projeto Conexão do Saber.

Não foi nossa intenção validar ou justificar os procedimentos apresentados, mas sim registrá-los para futuras análises e contribuições neste processo de sistematização que iniciamos em meados de 2008.

Atualmente, existe uma equipe trabalha no desenvolvimento de uma ferramenta de controle de produção destes jogos educacionais, assim como foi feito para os módulos educacionais. Teremos os primeiros resultados por volta de agosto de 2011, quando será feita a implantação.

ANEXO C – Trabalhos Afins Publicados pelo Autor

[INOCENCIO 2008] INOCENCIO, Ana Carolina Gondim; MENDES, Leonardo de Souza; AFONSO, José Augusto. **“A formal characterization of educational modules development as a software engineering process”**. AACE (Association for the Advancement of Computing in Education), 2008.

[GUIMARÃES 2008] GUIMARÃES, Karina Perez; INOCENCIO, Ana Carolina Gondim; CORREA, Maria Dorothea Chagas. **“Informática e Educação: a experiência das escolas municipais de São José do Rio Preto”**. UNESP, Marília, 2008.

[MENDES 2008] MENDES, Leonardo; INOCENCIO, Ana; PANHAN, André; TILLI, Marcelo. **“Bringing Together Digital Cities and Open Access MANs”**. NAEC (Networking and Electronic Commerce Research Conference), 2008.

[MENDES 2008] MENDES, Leonardo; BOTTOLI, Maurício, MENDES, Adriana, INOCENCIO, Ana; DOROTHEA, Maria. **“O Projeto Conexão do Saber e sua contribuição para um ensino dinâmico e para a inclusão digital de alunos e professores”**. CEU, 2008.